



**Proyectos
demostrativos de
eficiencia energética
con enfoque en
refrigeración en
establecimientos de
salud de Argentina,
China y Filipinas**

Informe final

MARZO 2021



Agradecimientos

Equipo de Salud sin Daño en América Latina
Socio de Salud sin Daño en China, Rock Environment and Energy Institute (REEL, por sus siglas en inglés)
Equipo de Salud sin Daño en el Sudeste Asiático
Equipo Global de Salud sin Daño

Coordinación global y en Argentina: **Antonella Risso**
Coordinación en China: **Ang Zhao**
Coordinación en Filipinas: **Ramon San Pascual**

Miembros de la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables participantes

Argentina

- CEMAR: Centro de Especialidades Médicas Ambulatorias de Rosario “M. H. Zuasnábar”, Rosario, Santa Fe. Coordinado por Daniel Alfano.
- Hospital Dr. José María Giordano, Albardón, San Juan. Coordinado por Verónica Clavel, Fernando Albornoz y Sonia Sánchez.
- Hospital Dr. J. P. Garrahan, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Coordinado por María Cristina Fernández.

China

- Hospital Ditan de Pekín, Pekín. Coordinado por JIanyl Cui.
- Hospital Fuwai de Pekín, Pekín. Coordinado por Zeyuan Wei.
- Hospital Huilongguan de Pekín, Pekín. Coordinado por Yu Pang y Ming Tang.
- Hospital Maternoinfantil de Qinhuangdao, ciudad de Qinhuangdao, provincia de Hebei. Coordinado por Haiyang Fei.

Filipinas

- Centro Médico Amang Rodriguez Memorial, Marikina, Manila Metro. Coordinado por Imelda Mateo.
- Hospital General de Filipinas, Manila. Coordinado por Gerardo D. Legaspi.
- Hospital St. Paul de Iloílo, ciudad de Iloílo. Coordinado por Arcelita S. Sarnillo.

Redactor y editor del informe final del proyecto: Fermín Koop

Redactora de los casos de estudio por país del proyecto final: Lucila Citcioglu

Diseñadora del informe: Paola Dalman

Traducción: Trad. Púb. María Paz Mariñas

Salud sin Daño desea agradecer los fondos recibidos del Programa de Eficiencia de Enfriamiento de Kigali (Kigali Cooling Efficiency Program, K-CEP) para financiar el presente trabajo.

Índice

Resumen ejecutivo	4
Introducción a Salud sin Daño	6
Salud, sistemas de refrigeración y clima	9
Descripción del proyecto	12
INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	14
Paso a paso	14
Hallazgos y resultados principales	16
China	16
Argentina	20
Filipinas	28
Recomendaciones generales y políticas	32
DESAFÍOS Y LECCIONES APRENDIDAS	34
Desafíos	34
Lecciones aprendidas	34
OPORTUNIDADES IDENTIFICADAS	36
Oportunidades de acción a nivel hospitalario, del sistema de salud y de las políticas nacionales	37
Cobeneficios de la integración de la mitigación y adaptación climáticas	40
Construyendo resiliencia	41
Un paso adelante en la mitigación	42
PRÓXIMOS PASOS	44
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	47
I. Términos de referencia	
II. Lista de verificación	
III. Estudio de caso: Argentina	
IV. Estudio de caso: Filipinas	
V. Estudio de caso: China	

Resumen ejecutivo

- El proyecto, lanzado en 2019, consistió en el desarrollo e implementación de un programa centrado en la realización de auditorías energéticas y de refrigeración, y en la adopción de sistemas de gestión de energía en hospitales de China, Filipinas y Argentina. Tuvo tres componentes: técnico, de promoción y financiero. Salud sin Daño lideró el trabajo técnico y de promoción, y colaboró con K-CEP en el componente financiero.
- Salud sin Daño trabajó con el personal y los socios de los tres países e identificó a diez hospitales para participar en el programa. Las instituciones fueron seleccionadas entre los miembros de la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables de Salud sin Daño (Global Green and Healthy Hospitals, GGHH), formada por establecimientos, sistemas y organizaciones de salud que se han comprometido a reducir su huella ambiental y promover la salud pública y ambiental.
- Se eligió un equipo de consultoría en cada país, y luego se llevaron a cabo un taller de lanzamiento, auditorías energéticas en los hospitales seleccionados y un taller final, a partir de los cuales se estableció una serie de planes de acción en función de los resultados. Un hospital de cada país fue elegido para que implementara una recomendación del informe final de la auditoría, a fin de mejorar la eficiencia energética de los sistemas de refrigeración, medir los resultados, identificar los beneficios ambientales y económicos, y compartir la experiencia para promover la replicación de este proyecto en otros establecimientos.
- En China, las auditorías detectaron problemas como medidas de protección contra el sol inadecuadas, equipos de refrigeración antiguos, daños en el aislamiento de las cañerías y un nivel de conciencia del usuario insuficiente con respecto al cuidado de la energía. En función de los resultados, los hospitales desarrollaron planes de acción de distinto alcance. El Hospital Huilongguan de Pekín fue el más activo, y desarrolló una demostración piloto con la puesta en servicio del sistema de refrigeración utilizado en el complejo de edificios para pacientes ambulatorios/as y emergencias. El Hospital Maternoinfantil de Qinhuaogdao mostró interés en llevar a cabo un plan de renovación, y el Hospital Fuwai de Pekín, en capacitar a su personal.
- En las auditorías que se realizaron en Argentina se informaron desafíos similares, como equipos de refrigeración inadecuados e ineficientes, daños en el aislamiento de las cañerías, diseño arquitectónico ineficiente y aislamiento térmico insuficiente. En un hospital en particular, el 6 % de la superficie del techo está cubierta con claraboyas y esto provoca problemas de refrigeración y calefacción. Se tomaron medidas en los tres hospitales. En el Hospital Dr. J. P. Garrahan, se promovió la creación de una comisión de gestión energética. En el CEMAR se desarrolló un sistema de monitoreo digital para, entre otras cosas, monitorear los equipos de frío y refrigeración. En el Hospital Dr. J. Giordano, se incorporó el uso de energía fotovoltaica y se realizaron planes para mejorar las claraboyas.
- En Filipinas, las auditorías que se llevaron a cabo detectaron poca conciencia sobre la eficiencia energética por parte del personal de los hospitales, uso de equipos de refrigeración antiguos, falta de una plataforma unificada de monitoreo del sistema, infiltración de aire cálido y falta de monitoreo de la temperatura ambiente. El Hospital St. Paul de Iloilo mejoró la eficiencia energética y de refrigeración reemplazando las lámparas que no eran LED y las unidades de aire acondicionado sin sistema “inverter”, entre otras acciones. El Centro Médico Amang Rodriguez Memorial también implementó algunas de las recomendaciones de la auditoría, como la distribución de guías sobre eficiencia energética.
- Se encontraron varios desafíos mientras se desarrollaba el proyecto. Uno de los más relevantes fue el hecho de que los sistemas de medición y monitoreo de la energía de varios hospitales no logran distinguir el consumo específico del sistema de refrigeración. Otra dificultad que encontraron algunos equipos de auditoría fue la falta de información. En varios hospitales faltaban datos del consumo de los

En el proyecto se identificaron recomendaciones aplicables en los tres países, incluidas las compras sostenibles, medidas para desarrollar políticas y modificaciones edilicias. Algunas de las acciones sugeridas fueron la realización de análisis periódicos de costos de consumo de energía del hospital, la mejora en la medición de energía y la reducción del efecto “isla de calor”, la utilización de techos verdes y cortinas de colores claros, el control estricto de la calidad de la construcción, y la optimización del diseño y de la estrategia operativa desde las primeras etapas.

años anteriores. También es importante destacar el nivel de disrupción que provocó la pandemia de COVID-19 en los sistemas de salud de todo el mundo.

- El desarrollo del proyecto dejó varios aprendizajes para la implementación de iniciativas similares en el futuro. Para garantizar que una auditoría energética se implemente sin inconvenientes, es importante hacer partícipes a las personas que ocupan puestos de liderazgo en el hospital y al personal operativo desde el comienzo del proyecto. También es útil revisar periódicamente

los términos de referencia con el equipo de la auditoría durante todo el proceso. De lo contrario, se pueden omitir algunos de los requisitos. Los problemas básicos sobre el consumo de energía existen tanto en establecimientos de salud antiguos como nuevos, por lo que se deben llevar a cabo auditorías energéticas y de sistemas de refrigeración en forma periódica.

- Los resultados del proyecto se están utilizando para promover la eficiencia energética y la refrigeración sostenible entre los miembros de la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables en todo el mundo. Los miembros están aprendiendo a llevar un registro de las emisiones y del consumo de energía con relación a los sistemas de refrigeración y comienzan a incorporar los criterios de sostenibilidad en los procesos de compras.
- Las recomendaciones y los resultados principales del proyecto también se están utilizando para desarrollar herramientas que resulten útiles para los miembros de la Red Global en su implementación de la Agenda Global para Hospitales Verdes y Saludables, en iniciativas como el Desafío de la salud por el clima y el proyecto de compras sostenibles.



Reunión en el Hospital St. Paul de Iloilo, en Filipinas.

Introducción a Salud sin Daño

Salud sin Daño es una organización no gubernamental (ONG) internacional que trabaja para transformar el sector del cuidado de la salud en todo el mundo, con el objetivo de que reduzca su huella ambiental, se convierta en un punto de referencia para la comunidad en materia de sostenibilidad, y se posicione como líder del movimiento global para la salud y la justicia ambientales. Con oficinas y socios en todo el mundo, e iniciativas a nivel regional y mundial, Salud sin Daño está liderando el movimiento del cuidado de la salud sostenible en todo el mundo.

Salud sin Daño comprende:

- Tres oficinas regionales (con sede en Bruselas, Manila y Washington D.C.) y un equipo en América Latina que desarrollan trabajos e iniciativas regionales en Europa, el Sudeste Asiático, los Estados Unidos y los países hispanohablantes de Latinoamérica, respectivamente.
- Un equipo global que facilita los programas con impacto mundial, incluida la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables, una red mundial de hospitales y sistemas de salud que actúan en conjunto para promover la salud ambiental.
- Socios estratégicos que representan sus intereses y lideran el desarrollo y la implementación del trabajo relacionado con Salud sin Daño en Australia, Brasil, China, India, Nepal y Sudáfrica.
- Practice Greenhealth, una organización sin fines de lucro con miembros que buscan la sustentabilidad en la salud, y Greenhealth Exchange, una cooperativa de compras verdes, ambas con sede central en los Estados Unidos.

Junto a sus socios en todo el mundo, Salud sin Daño comparte la visión de un sector de la salud que encarna el juramento hipocrático de "primero, no dañar" y promueve la salud de las personas y del ambiente.

Con ese propósito, trabaja para implementar alternativas saludables y sensatas desde el punto de vista ambiental a fin de modificar las prácticas del cuidado de la salud que contaminan el ambiente y contribuyen a la incidencia de enfermedades.

Debido a su enorme poder de compra y su misión e interés en prevenir enfermedades, el sector de la salud puede ayudar a redireccionar la economía hacia productos y prácticas más sostenibles y seguros.

Salud sin Daño se encuentra en el centro de este trabajo para transformar el sector de la salud en todo el mundo, sin comprometer la seguridad ni la atención de las y los pacientes.

Salud sin Daño fue fundada en 1996, luego de que la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos identificara a la incineración de residuos médicos como la principal fuente de dioxina, uno de los carcinógenos más potentes. Como respuesta a este serio problema, 28 organizaciones se reunieron en Bolinas, California, para formar una coalición.

En los últimos 25 años, Salud sin Daño ha tenido un gran impacto en el sector de la salud, trabajando con profesionales de la salud, hospitales, importantes sistemas y ministerios de salud, y organizaciones de las Naciones Unidas con el objetivo de reducir la huella ambiental del sector y movilizarlo como promotor de la salud y la justicia ambientales.

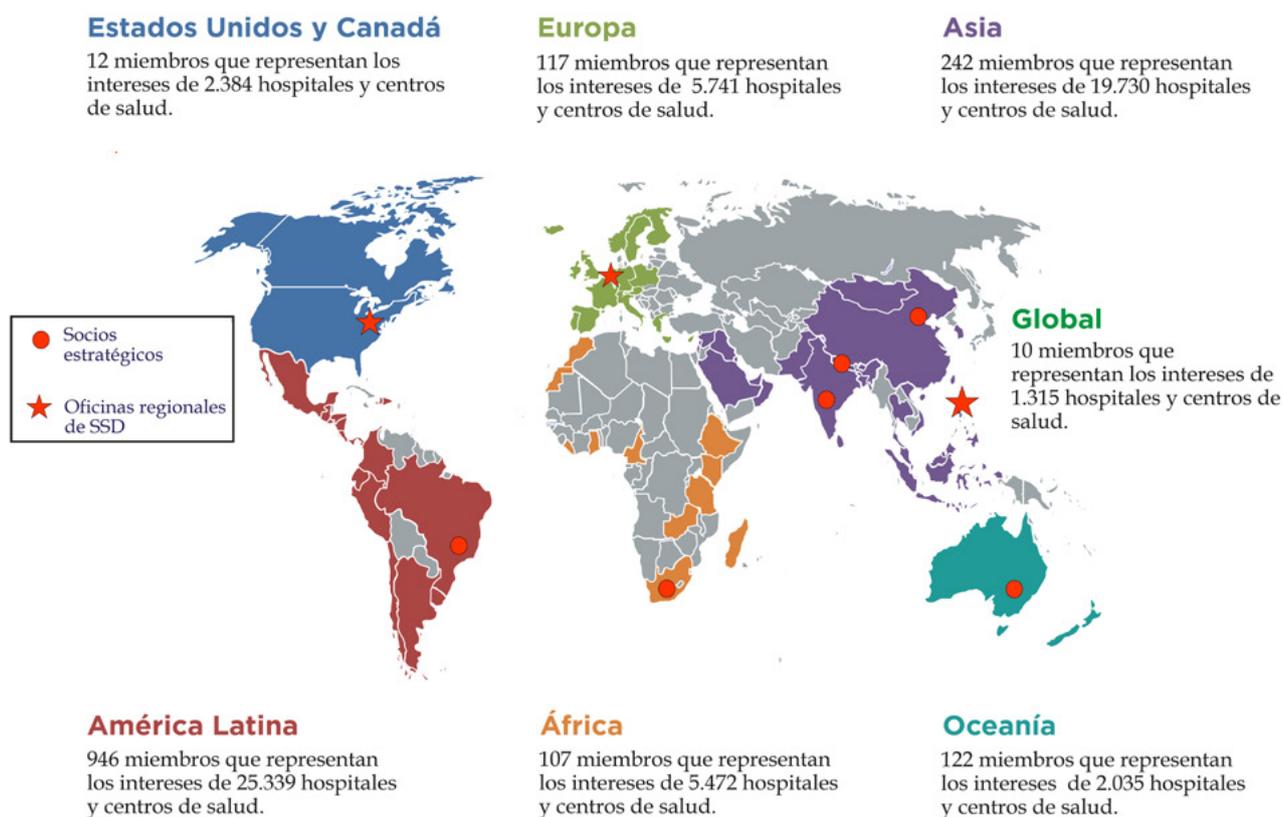
El modelo de Salud sin Daño se centra en influenciar las acciones a nivel local y luego, en forma colectiva, contribuir al desarrollo de la salud pública y planetaria en todo el mundo. Cuenta con una robusta cartera de programas, incluidos los siguientes:

- **Red Global de Hospitales Verdes y Saludables.** Se trata de una red internacional de hospitales, establecimientos, sistemas y organizaciones de salud que se centran en reducir su huella

ambiental y promover la salud pública y ambiental. Tiene más de 1.450 miembros que representan los intereses de 43.000 hospitales y establecimientos de salud en 72 países que se han comprometido a transformar el sector y forjar un futuro sostenible. La Red Global de Hospitales Verdes y Saludables ofrece una amplia variedad de programas y recursos para respaldar a sus miembros en el trabajo que realizan: desde plataformas en línea de

última generación que permiten que los miembros se conecten con colegas y personas expertas de todo el mundo, hasta herramientas y eventos educativos que los ayudan a estar al tanto de lo que pasa en el campo de la salud sostenible, así como iniciativas que reúnen al sector de la salud global para abordar temas ambientales y de salud pública.

Miembros de la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables (a marzo de 2021)



- **Cambio climático y salud.** Los efectos más nocivos del cambio climático se pueden prevenir; dicha prevención representa una oportunidad para que el sector de la salud asuma un rol de liderazgo en la implementación de estrategias de resiliencia y desarrollo con bajas emisiones de carbono, mientras influye en otros actores para que mitiguen el cambio climático y mejoren la salud de la población. Dado que el sector de la salud es un gran motor a nivel económico, político y moral prácticamente en todas las sociedades, tiene el potencial de asumir un rol de liderazgo en el abordaje del cambio climático en todo el mundo. La transición hacia una economía baja en

carbono puede prevenir los mayores impactos del cambio climático y, a la vez, mejorar los resultados sanitarios y la equidad en la salud.

- **Compras sostenibles en el sector del cuidado de la salud.** Se ha identificado a las compras como un punto de partida fundamental para promover patrones de adquisición y consumo más sostenibles. Se reconoce claramente la influencia del proceso de compras en el impacto ambiental de las operaciones del sector de la salud. Las compras sostenibles tienen la capacidad de disminuir, en gran proporción, las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) que

produce el sector. Las compras sostenibles, en particular cuando se pueden llevar a cabo a gran escala, pueden ser una estrategia fundamental para impulsar la demanda por procesos de fabricación y gestión de residuos sostenibles del sector de la salud a nivel global. En las últimas dos décadas, Salud sin Daño, Practice Greenhealth y otros actores importantes han utilizado este enfoque para lograr reducir considerablemente el impacto del sector de la salud en las personas y el ambiente.

- **Gestión de residuos sanitarios.** A medida que el sistema de la salud global se expande, alcanzando a más gente y ofreciendo tratamientos cada vez más sofisticados, una crisis silenciosa y —en gran parte— desatendida se va desarrollando. La creciente cantidad de residuos que se generan con estos avances no se trata correctamente, causando enormes daños, contaminación, emisiones de carbono innecesarias y desperdicio de recursos. La buena noticia es que existen soluciones para estos problemas y, al implementarlas, se desarrollan y vuelven populares tecnologías, productos y conceptos que ayudan a que la sociedad avance hacia una economía circular, con basura cero, baja en carbono y sin tóxicos.

- **El mercurio en el sector del cuidado de la salud.**

El sector del cuidado de la salud es una fuente significativa de contaminación por mercurio. En entornos sanitarios, este puede liberarse de termómetros, tensiómetros, dispositivos gastrointestinales y otros productos médicos. Los fijadores, conservantes, químicos de laboratorio, limpiadores y otros productos también pueden contener mercurio añadido intencionalmente, que, cuando entran en el flujo de residuos, provocan contaminación ambiental. Asimismo, muchos de los productos usados a nivel edilicio, como termostatos, manómetros e interruptores, también contienen mercurio. Afortunadamente, existen alternativas seguras y costo-efectivas para reemplazar prácticamente todos los usos del mercurio en el sector de la salud.

- **Productos químicos más seguros.** La exposición ubicua a químicos tóxicos en la vida cotidiana se ha convertido en un problema en aumento para la salud. Lamentablemente, muchos productos que se utilizan en el cuidado de la salud pueden contribuir a exposiciones peligrosas, incluidos los limpiadores y desinfectantes, los ftalatos que contienen los dispositivos médicos, los retardantes de llama en muebles y equipamiento electrónico, el formaldehído en muebles y los solventes en laboratorios, entre muchos otros. El número creciente de investigaciones científicas eleva la preocupación sobre el impacto en la salud de las exposiciones crónicas a productos químicos. Los establecimientos de salud tienen la responsabilidad ética de usar los productos que contengan los químicos que menos riesgos representen para la salud de las personas. Un número cada vez mayor de hospitales asumen un enfoque de prevención con respecto a los productos químicos, eliminando los peligros sospechados y optando por alternativas más seguras. Entre los beneficios fundamentales de este enfoque se incluyen la disminución en los costos de disposición de residuos, la disminución de la responsabilidad civil y mayor salud del personal, pacientes y comunidades cercanas.



Taller de cierre en San Juan, Argentina.

Salud, sistemas de refrigeración y clima

Temperaturas récord, eventos climáticos extremos, aumentos en el nivel del mar y más: una larga lista de informes científicos da cuenta de las consecuencias que el cambio climático seguirá provocando en todo el mundo, a menos que se tomen medidas contundentes para reducir las emisiones de GEI. Este es el objetivo principal del Acuerdo de París sobre el cambio climático, adoptado en 2015 por los países miembros de las Naciones Unidas para limitar el aumento de la temperatura a 2 °C, haciendo todo lo posible para restringirlo a 1,5 °C.

No obstante, las últimas cifras muestran que la mayoría de los países están lejos de cumplir con ese objetivo. En el *Informe sobre la brecha en las emisiones del 2020* del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se indica que las iniciativas actuales de mitigación nos encaminan hacia un aumento en la temperatura superior a los 3 °C (PNUMA, 2020). El promedio mundial de la temperatura ya aumentó en más de 1 °C, y se necesita mayor ambición por parte de todos los países y en todos los sectores para aplanar esa curva. Esto incluye al sector de la salud, que tiene un gran potencial para aplacar su propia huella climática.

Los establecimientos de salud suelen estar abiertos 24 horas al día y tener una actividad intensa, ya que miles de personas ocupan los edificios a diario, sea para trabajar, atenderse o realizar visitas. Pueden utilizar sistemas sofisticados de calefacción, ventilación y aire acondicionado para controlar la temperatura y el flujo de aire. Como resultado, suelen consumir una gran cantidad de energía y otros recursos, provocando emisiones de GEI. La reducción de estas emisiones, también conocida como “mitigación”, representa un enorme desafío para el sector. Sin embargo, hay una solución a mano que tiene gran potencial y numerosos cobeneficios. Se trata de abordar las propias emisiones de GEI causadas por los sistemas de refrigeración, que representan alrededor del 10 % de las emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) en todo el mundo, incluidas las emisiones por consumo de energía y la fuga de gases refrigerantes. Esto equivale a tres veces la cantidad producida por los sectores de aviación y transporte marítimo en conjunto (Birmingham, 2016).

La refrigeración se refiere a cualquier fenómeno natural, actividad humana, diseño o tecnología que extrae el calor y/o disminuye la temperatura. Normalmente, se incluyen en esta práctica los equipos de frío y aire acondicionado. Se trata de un recurso fundamental para la salud, ya que disminuye el estrés por calor y mejora el funcionamiento mental y el sueño. La refrigeración también evita que se echen a perder alimentos, medicamentos, vacunas y sangre. Por lo tanto, es lógico que los hospitales tengan una gran demanda de refrigeración para la seguridad y comodidad de las personas que se atienden allí, así como para la amplia variedad de productos médicos que necesitan baja temperatura. En la actualidad, con la pandemia de COVID-19, este punto ha cobrado especial importancia, con vacunas distribuidas en numerosos países y que deben almacenarse de manera segura y a temperatura adecuada.

Si bien la refrigeración suele darse por sentada en países desarrollados, el acceso a este recurso es particularmente problemático en aquellos en desarrollo. Más de mil millones de personas carecen de acceso adecuado a refrigeración para alimentos, salud y bienestar físico (Sustainable Energy for All, 2020). Esto se relaciona con los numerosos obstáculos que enfrentan los establecimientos de salud, como cadenas de frío insuficientes, equipos antiguos y dispositivos de mantenimiento y monitoreo inadecuados. Esto resulta en el corte de la cadena de frío, con pérdida de oportunidades de vacunación y acceso adecuado a la salud. Combatir este problema será fundamental en plena pandemia.

Las numerosas ventajas de la refrigeración para el sector de la salud, sin embargo, tienen también su lado negativo. El sector de refrigeración y aire acondicionado demanda mucha energía y es altamente contaminante. Esto se debe al uso extendido de equipos que no son energéticamente eficientes y al potencial de calentamiento global que presentan los refrigerantes más frecuentes, como los hidrofluorocarbonos (HFC), que es muy superior al del CO₂ (IPCC, 2014). Entre estos, el más abundante es el HFC-134a, el cual es 3.790 veces más dañino que el CO₂ en un período de 20 años. A nivel global, aproximadamente 365 MtCO₂e por año provienen

de la refrigeración de los hospitales. Esto equivale a las emisiones provocadas por más de 75 millones de automóviles en circulación o de 110 centrales eléctricas de carbón durante todo un año (K-CEP, 2018).

Los sistemas de refrigeración provocan emisiones directas e indirectas. Las emisiones directas ocurren cuando se liberan refrigerantes y representan un tercio de las emisiones por refrigeración. Esto puede suceder durante el funcionamiento normal debido a fugas en las tuberías y sus componentes, cuando se reemplaza el refrigerante o cuando se desarma una unidad. Por otra parte, las emisiones indirectas se relacionan con el consumo de energía de los equipos de refrigeración y representan los dos tercios restantes de las emisiones por refrigeración.

Las emisiones dependen de la fuente de electricidad y de la cantidad de CO₂ emitido durante su producción (Sustainable Energy for All, 2020).

Si bien en el Acuerdo de París se abordan las emisiones de GEI en forma integral, la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal es particularmente importante para reducir en gran medida la huella climática por refrigeración. En 2016, representantes de más de 150 países acordaron disminuir el consumo de HFC en un 80 % para 2047. La Enmienda entró en vigor en 2019. Esta reducción gradual evitará la liberación de más de 80.000 millones de toneladas métricas de emisiones de CO₂e para esa fecha, lo que significa que se evitará 0,1 °C de calentamiento global para 2050 y 0,4 °C para fines de este siglo (Center for Sustainable Cooling, 2020).

Sin embargo, el mundo se enfrenta a una batalla cuesta arriba para combatir las emisiones por refrigeración. El uso de refrigerantes nocivos como los HFC se ha generalizado y está aumentando con celeridad debido a la escalada global en la demanda por aire acondicionado (Reese, 2018), la escasez de innovación en la industria del aire acondicionado (O'Grady, Narsipur, 2018) y una legislación inadecuada en torno a su disposición (EIA, 2019). Se estima que para 2050, la cantidad de aparatos de refrigeración



Crédito: Campaña “This is cool” de la organización Sustainable Energy for All (SEforAll).

a nivel mundial aumentará de 3.600 millones a 9.500 millones con los incrementos en la temperatura y las olas de calor (Dreyfus, et al, 2020). Esto impacta significativamente en el consumo de energía del sector, que crecerá según el pronóstico de demanda a 9.500 TWh para 2050, superando el “presupuesto energético” de la Administración de Información Energética de Estados Unidos (Energy Information Administration, EIA) para refrigeración en el escenario de 2°C, por más de un 50 % (Peters, 2020).

Este incremento en la demanda de refrigeración podría empeorar la crisis climática, con un rápido aumento de las emisiones de los HFC utilizados en los equipos de refrigeración, al igual que de las emisiones de CO₂ y carbono negro que provienen de la energía —basada principalmente en combustibles fósiles— que actualmente alimenta a los sistemas de refrigeración. Sin cambios radicales en la industria, se proyecta que las emisiones de HFC contribuirán al calentamiento en un nivel equivalente al 20 % de la producción de CO₂ en 2050 (Dreyfus, et al, 2020).

La transición a sistemas de refrigeración respetuosos con el ambiente y energéticamente eficientes es, por lo tanto, necesaria y urgente. Esto evitaría que las emisiones continúen en la trayectoria ascendente y, a la vez, aseguraría el tan necesario acceso a la refrigeración, en especial en países en desarrollo.

Esto se agrupa bajo el concepto de “refrigeración limpia”, acuñado por Toby Peters, codirector del Centro para la Refrigeración Sostenible, con sede en Birmingham. El concepto promueve el uso de refrigerantes naturales en combinación con equipos y edificios que tengan una alta eficiencia energética. Es la opción más ambientalmente responsable para que tanto las personas como el planeta podamos estar frescos.

La refrigeración limpia se sitúa en la intersección entre el Acuerdo de París, la Enmienda de Kigali y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), por lo que brinda una oportunidad muy poco frecuente: alcanzar las tres metas en forma simultánea. Al hacerlo, el mundo puede garantizar el acceso global a una refrigeración sostenible, asequible y resiliente, y que el masivo aumento en la demanda de refrigeración se gestione dentro de los límites de los recursos naturales, atendiendo las crecientes emisiones de GEI provocadas por el sector de la refrigeración.

Se necesitan cadenas de frío estables que otorguen acceso universal a vacunas y medicamentos para

garantizar una vida sana y promover el bienestar, tal como se estipula en el **ODS 3**. Lograr una energía moderna y sostenible (**ODS 7**) será un gran desafío debido a la demanda adicional de servicios de refrigeración. Esto viene acompañado de una necesidad de profundizar la acción climática, reflejada en el **ODS 13**, el Acuerdo de París y la Enmienda de Kigali (Birmingham, 2016).

El sector de la salud, en forma integral, tiene una oportunidad única de disminuir considerablemente las emisiones de GEI en todo el mundo, en particular las que provienen de la refrigeración. Los establecimientos pueden responder a la emergencia climática desarrollando resiliencia frente a eventos climáticos extremos y, a la vez, disminuir —y eventualmente eliminar— todos los contaminantes que se liberan durante su operación. Trabajar específicamente en el sector de la refrigeración representa una excelente oportunidad para lograr la reducción rápida de emisiones con una buena relación costo-beneficio.



Crédito: Organización de las Naciones Unidas

Descripción del proyecto

Salud sin Daño desarrolló e implementó un programa centrado en la realización de auditorías energéticas y de sistemas de refrigeración, y en la adopción de sistemas de monitoreo de la energía en hospitales de China, Filipinas y Argentina. Estas acciones permitieron a los hospitales entender su consumo de energía en general, las emisiones de los GEI relacionadas con la refrigeración y los costos asociados, lo que los motivó a implementar los cambios necesarios para reducir considerablemente sus emisiones.

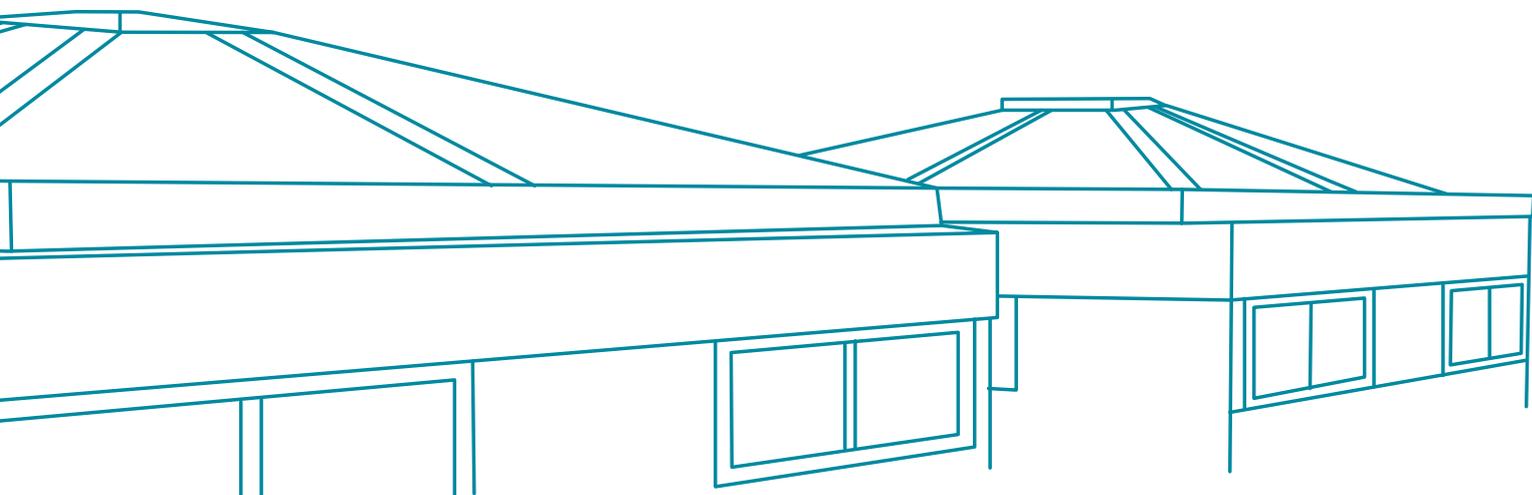
El proyecto tuvo tres componentes: técnico, de promoción y financiero. Salud sin Daño lideró el trabajo técnico, coordinando al equipo de consultoría de eficiencia energética y termomecánica con experiencia en auditorías energéticas en hospitales en cada uno de los países del proyecto. Salud sin Daño también lideró el componente de promoción y colaboró con K-CEP y otros actores, como las empresas de ahorro de energía, para abordar el componente financiero.

Trabajando con el personal y sus socios de China, Filipinas y Argentina, Salud sin Daño identificó como objetivo a diez hospitales para su participación en el programa. Las instituciones se seleccionaron entre los miembros de la Red Global de Hospitales Verdes y

Saludables, formada por hospitales, establecimientos, sistemas y organizaciones de salud que se han dedicado a reducir su huella ambiental y a promover la salud pública y ambiental.

Los hospitales participantes se comprometieron a la realización de una auditoría energética enfocada en los sistemas de refrigeración. Las auditorías fueron llevadas a cabo por personal calificado y con experiencia en los países en los que se encontraban los hospitales. En ellas, se identificó el consumo de energía actual como línea de base y se describió el equipamiento que se podría incorporar, reemplazar, reparar o modificar para reducir el consumo energético y las emisiones de GEI. Las estimaciones aproximadas de los costos de dichos cambios también se incluyeron.

Muchos hospitales no cuentan con la información o el equipamiento necesario para comprender qué parte de su consumo de energía proviene de la refrigeración y qué parte proviene de otros servicios esenciales. En algunos países existen políticas y normativas específicas para el sector de la salud en los que se prohíbe la ventilación natural y se exigen muchos recambios de aire, por lo que se transforman en impedimentos para lograr la eficiencia. Es por eso que las auditorías marcaron una gran diferencia dentro



del proyecto, ya que generaron información que los hospitales no tenían.

Salud sin Daño y sus socios utilizaron los resultados para promover la realización de auditorías energéticas y de refrigeración en establecimientos de salud, la implementación de los resultados más relevantes en hospitales seleccionados y el desarrollo de políticas que promuevan programas de eficiencia en refrigeración a nivel municipal y nacional. Se organizaron talleres para comunicar los resultados e identificar cambios en las políticas que puedan facilitar la refrigeración limpia en el sector de la salud en cada país. Asimismo, en América Latina, Salud sin Daño promovió el cálculo de la huella de carbono en los hospitales y la identificación de las emisiones relacionadas con la refrigeración, de las que no se contaba con datos previos.

Como parte del proyecto se desarrollaron herramientas de promoción, incluidas: estudios de casos para difundir a otras instituciones el aprendizaje de cada auditoría; recomendaciones de políticas para los ministerios de salud y sistemas de salud municipales, privados y nacionales; recomendaciones de políticas de financiamiento para el sector privado, y un conjunto para el sector público; y talleres en los que participaron personas responsables de elaborar políticas, a fin de compartir los resultados del proyecto.

Salud sin Daño trabajó en conjunto con K-CEP para identificar posibles fuentes de fondos y mecanismos de financiamiento para implementar los resultados más importantes de las auditorías energéticas. Salud sin Daño convocó a las gerencias financieras de los hospitales para informarles sobre los ahorros en costos que se podrían generar si se implementaran los resultados de las auditorías. Se mostraron pruebas de ahorros económicos a instituciones financieras socias de K-CEP que pueden otorgar préstamos a tasas preferenciales.

También se desarrolló una serie de proyectos de demostración en un subgrupo de los hospitales en los que se llevaron a cabo las auditorías energéticas. En estos proyectos, se implementaron soluciones innovadoras para los problemas identificados en las mismas. Los proyectos incluyeron tecnologías e intervenciones que demuestran soluciones ambientales de alto rendimiento, como refrigerantes de bajas emisiones, alternativas que utilizan energías renovables y tecnologías de alta eficiencia.

Este proyecto forma parte de una estrategia mayor desarrollada por Salud sin Daño para abordar el cambio climático, que según The Lancet es “la mayor amenaza para la salud del siglo XXI”. Con una estrategia en salud y clima a cinco años, que se actualizará en 2021, Salud sin Daño sienta las bases para que el sector de la salud se convierta en un rubro descarbonizado y climáticamente inteligente —en cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París— y asuma el liderazgo en la protección de la salud pública y planetaria de los impactos del cambio climático.



Auditoría energética y de sistemas de refrigeración en San Juan, Argentina

Información general del proyecto

El Proyecto K-CEP de auditorías energéticas con enfoque en refrigeración y proyectos demostrativos en hospitales se implementó en Argentina, China y Filipinas entre 2019 y 2021. Si bien tuvo una estrategia general común en los tres países, la experiencia se vio influenciada por características de cada país como aspectos culturales, tecnológicos, climáticos, económicos y sociales.

Paso a paso

El proyecto se lanzó en 2019 en Argentina, China y Filipinas. En la siguiente cronología, se detalla el desarrollo general del proyecto:

Paso 1. Selección del equipo de consultoría

Luego de publicar un documento de términos de referencia, y siguiendo las normas y reglamentaciones internas de Salud sin Daño para la convocatoria y selección de contratistas, se seleccionó una empresa de consultoría.

Paso 2. Selección de los hospitales

Se tuvieron en cuenta hospitales que pertenecen a la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables, los cuales trabajan constantemente para reducir su huella ambiental y promover la salud pública y ambiental.

Paso 3. Taller de lanzamiento

El equipo de auditoría, representantes de los hospitales seleccionados y el personal de Salud sin Daño se reunieron en un taller de lanzamiento para lograr un entendimiento en común de lo que implicaba el proyecto. El objetivo del taller fue lanzar el proyecto, garantizar que las expectativas estuvieran en consonancia y confirmar el compromiso de los hospitales seleccionados. Se brindó información sobre las metas y aspectos fundamentales, y se describió en detalle el plan de trabajo.

Más información sobre el taller de lanzamiento en Argentina [aquí](#).

Más información sobre el taller de lanzamiento en Filipinas [aquí](#) (en inglés).

Paso 4. Auditorías energéticas y de refrigeración, e informes finales

Se llevaron a cabo las auditorías energéticas y de sistemas de refrigeración en los hospitales seleccionados. El equipo de consultoría presentó reportes finales con información detallada sobre las tendencias de uso y consumo; el tipo, la cantidad y las características de los equipos de refrigeración; oportunidades para mejorar la eficiencia del sistema; y una lista de recomendaciones para lograr una gestión energética y de refrigeración que sea limpia y climáticamente inteligente, con sus posibles beneficios económicos y ambientales.

Los equipos de consultoría realizaron las auditorías mediante:

- Información preliminar basada en un formulario que debían completar las autoridades de las instituciones.
- Visitas a los establecimientos para la inspección, la medición y el monitoreo de los equipos.
- Reuniones y entrevistas.
- Análisis de los datos históricos e información sobre el consumo de electricidad, las horas de funcionamiento de los equipos, la ocupación de las salas, las temperaturas de los espacios y otros datos relacionados.
- Determinación del desempeño energético de los equipos e identificación de oportunidades para mejorar la eficiencia energética y potenciales ahorros.

Paso 5. Taller de cierre

Se organizó un taller final en cada país donde se presentaron y debatieron los principales resultados de las auditorías. Entre otros, participaron representantes de los hospitales seleccionados, el equipo de consultoría, el equipo de Salud sin Daño y autoridades de los distintos departamentos de los países involucrados.

Más información sobre el taller final en Argentina [aquí](#).

Más información sobre el taller final en Filipinas [aquí](#) (en inglés).

Más información sobre el taller final en China [aquí](#) (en inglés).

Paso 6. Planes de acción

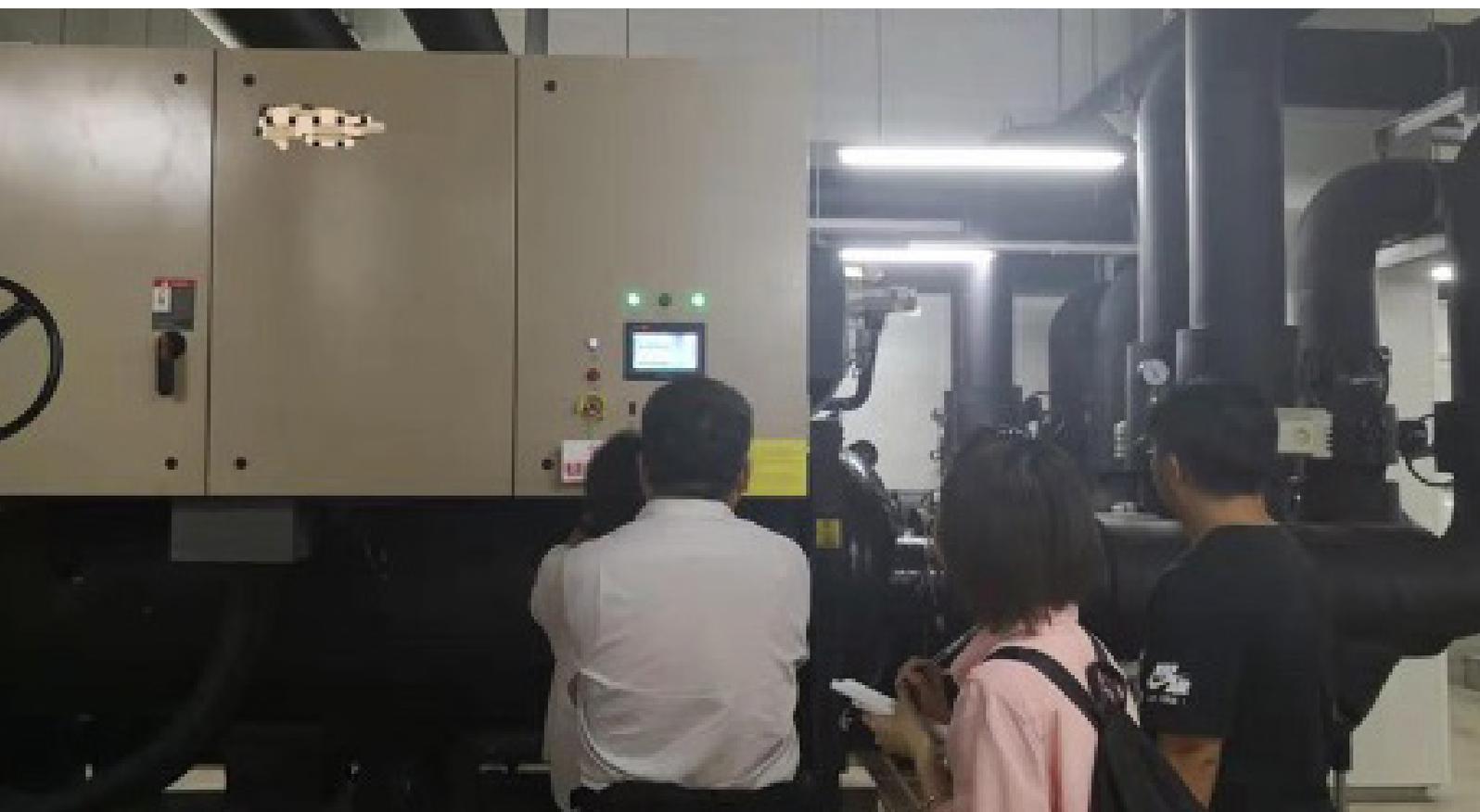
Luego de recibir los informes finales y reunirse con el equipo de consultoría, todos los hospitales evaluaron las recomendaciones y diseñaron estrategias para mejorar la eficiencia energética y de refrigeración.

Paso 7. Implementación de la prueba piloto

Se eligió a un hospital de cada país para que implementara una recomendación del informe final de la auditoría a fin de mejorar la eficiencia energética de los sistemas de refrigeración, medir los resultados, identificar los beneficios ambientales y económicos, y compartir la experiencia para promover la replicación de este proyecto en otros establecimientos.

Estos fueron los hospitales seleccionados:

- Argentina: Hospital Dr. J. Giordano de Albardón.
- Filipinas: Hospital St. Paul de Iloilo.
- China: Hospital Huilongguan de Pekín.



Observación del equipamiento mecánico durante la auditoría de los sistemas de refrigeración en el Hospital Huilongguan de Pekín.

Hallazgos y resultados principales

CHINA

La Academia China de Investigación en Construcción (CABR, por sus siglas en inglés), fundada en 1953, es la institución de investigación de mayor envergadura y diversidad de la industria de la construcción en China. CABR ha desarrollado e implementado numerosos proyectos de demostración y estándares para los edificios verdes, incluido el *Estándar de evaluación para la construcción de hospitales verdes*. Por su experiencia e influencia en el desarrollo de políticas de este campo, se invitó a CABR para que se uniera a la implementación del proyecto con la realización de auditorías energéticas en los hospitales y el respaldo de la comunicación del proyecto.

Como primer paso, para garantizar que se lograra el compromiso necesario de los hospitales en el proyecto, el Rock Environment and Energy Institute (REEI) trabajó en conjunto con CABR para crear la convocatoria para el proyecto. Finalmente, cuatro hospitales confirmaron su participación: el Hospital Huilongguan de Pekín, el Hospital Ditan de Pekín, el Hospital Fuwai de Pekín y el Hospital Maternoinfantil de Qinhuangdao. Los establecimientos ya habían implementado iniciativas para el ahorro de energía antes, incluidas la renovación de los sistemas de aire acondicionado y mejoras en la práctica. A través de su participación en el proyecto, esperaban contar con un diagnóstico más profundo del consumo de energía del sistema de refrigeración.

La “Guía para la auditoría energética en edificios públicos” es una guía nacional que emite el Departamento de Conservación de la Energía en Edificios, Ciencia y Tecnología, perteneciente al Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano y Rural. Luego de consultar los términos de referencia que desarrolló el equipo latinoamericano y los requisitos del proyecto, el equipo del proyecto de China redactó una guía complementaria para la auditoría. CABR llevó a cabo la auditoría en cumplimiento de la guía nacional y la guía complementaria.

Hospital Fuwai de Pekín

El Hospital Cardiovascular Fuwai de la Academia China de Ciencias Médicas se fundó en 1956. Se trata de un hospital especializado en atención cardiovascular de tercer nivel de complejidad, y es también sede del Laboratorio Estatal de Enfermedades Cardiovasculares y del Centro Nacional de Medicina Clínica en Enfermedades Cardiovasculares. El hospital cuenta con un campus de medicina clínica y otro de investigación para la prevención. La auditoría energética se llevó a cabo en el campus de medicina clínica, que ocupa una superficie de 55.300 m² con una superficie construida total de 157.000 m². El centro cuenta con 1.279 camas disponibles, y el campus tiene tres sistemas de aire acondicionado. Durante el proyecto se auditó el sistema de aire acondicionado del edificio nuevo, que tiene una superficie construida total de 88.087 m².

Hospital Ditan de Pekín

El Hospital Ditan de Pekín, asociado a la Universidad Médica Capital, fue fundado en 1946. Se trata de un hospital general de gran tamaño en el que se brinda diagnóstico y tratamiento de enfermedades infecciosas. A su vez, es el establecimiento escuela del Hospital Asociado a la Universidad Médica Capital, del Departamento de Medicina de la Universidad de Pekín y de la Universidad de Medicina Tradicional China de Pekín. El hospital está compuesto por tres edificios principales provistos de un sistema de aire acondicionado central. Estos edificios incluyen un complejo de administración y capacitación; un edificio de investigación en tecnología, emergencias y atención ambulatoria; y un edificio con pabellones. El establecimiento tiene alrededor de 600 camas y una superficie de refrigeración de 74.787 m².

Hospital Maternoinfantil de Qinhuangdao

El Hospital Maternoinfantil de Qinhuangdao se fundó en 1953 y es el único hospital especializado en salud materna y pediátrica de tercer nivel de complejidad en la ciudad de Qinhuangdao, provincia de Hebei. Se encarga de guiar y supervisar a los servicios de salud maternoinfantil de la ciudad. El hospital cuenta con

600 camas y ocupa una superficie de 30.000 m², con un área construida total de 68.000 m².

El edificio de Obstetricia y Ginecología, y su edificio administrativo, cuentan con un sistema de aire acondicionado central independiente. El edificio del complejo y el de atención infantil cuentan con aires acondicionados en las habitaciones.

Hospital Huilongguan de Pekín

El Hospital Huilongguan de Pekín es el hospital de salud mental público más grande de China. Es el hospital escuela de la Facultad de Medicina Clínica de la Universidad de Pekín y del Instituto de Psicología de la Academia China de Ciencia. Es también un Centro de Cooperación para la Capacitación e Investigación en la Prevención de Crisis Psicológicas de la OMS y un

Hospital para la Cooperación y las Relaciones Chino-francesas.

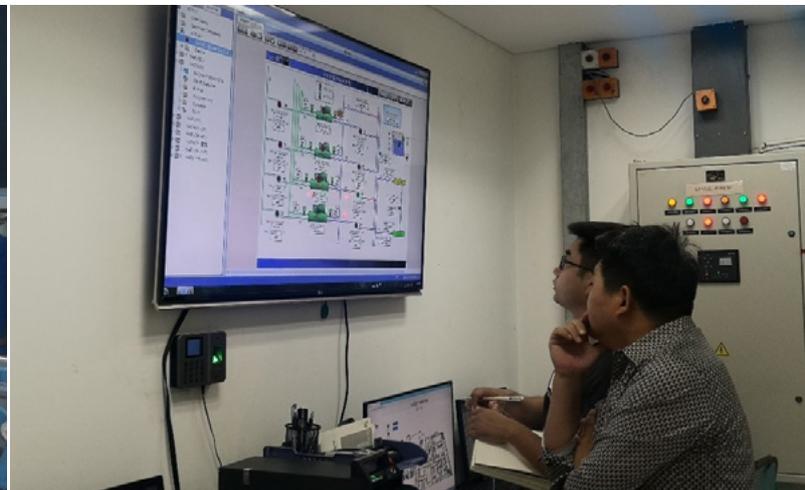
El hospital ocupa una superficie de 147.000 m². Su superficie construida total es de 68.000 m² y tiene 1.369 camas. El establecimiento cuenta con dos grupos de sistemas de aire acondicionado central, y la fuente de frío es una unidad con bomba de calor geotérmica. Los dos sistemas proveen refrigeración al complejo de edificios para pacientes ambulatorios y emergencias, y al edificio del Pabellón 1 en verano. Las superficies de refrigeración de los edificios son de 22.052 m² y 12.744 m², respectivamente. Otros edificios del hospital se enfrían con equipos de aire acondicionado en las habitaciones.

Auditoría

Las auditorías energéticas y de sistemas de refrigeración se llevaron a cabo entre agosto y octubre de 2019, y podían abarcar todo el hospital o edificios específicos. Estas incluyeron el consumo de energía y recursos, así como el uso energético de los sistemas de refrigeración de los establecimientos



Evaluación del equipamiento del techo durante la auditoría energética y de refrigeración en el Hospital Ditan de Pekín.



Sistema de monitoreo de energía en el Hospital Fuwai de Pekín durante la auditoría energética y de sistemas de refrigeración.

El equipo calculó el consumo total de energía de los establecimientos durante los últimos tres años en función de los datos aportados por ellos. El uso de energía del Hospital Maternoinfantil de Qinhuangdao se calculó en base a su consumo durante 2018 y 2019.

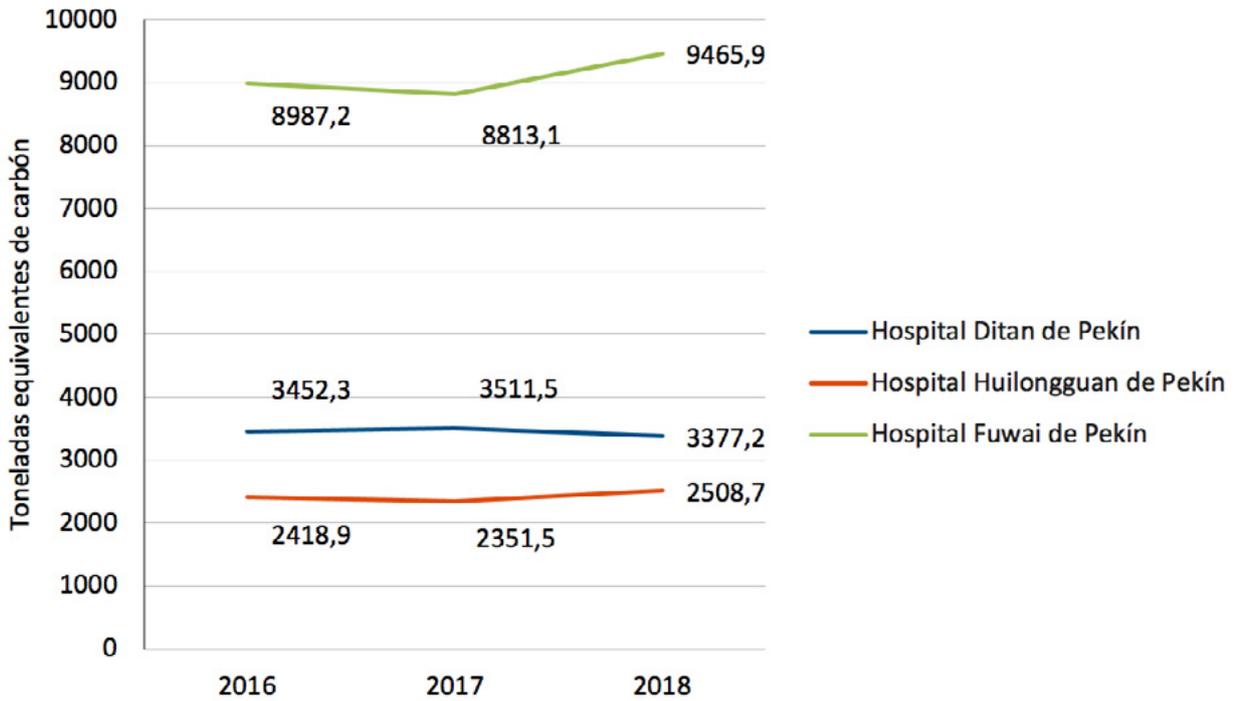


Gráfico 1. Consumo total de energía de los hospitales auditados (toneladas equivalentes de carbón)

Si bien el sistema de medición y monitoreo energético de los hospitales no puede separar el consumo energético de los sistemas de refrigeración, el

equipo de auditoría realizó una estimación en función del uso de energía mensual y los parámetros de funcionamiento del sistema de refrigeración.

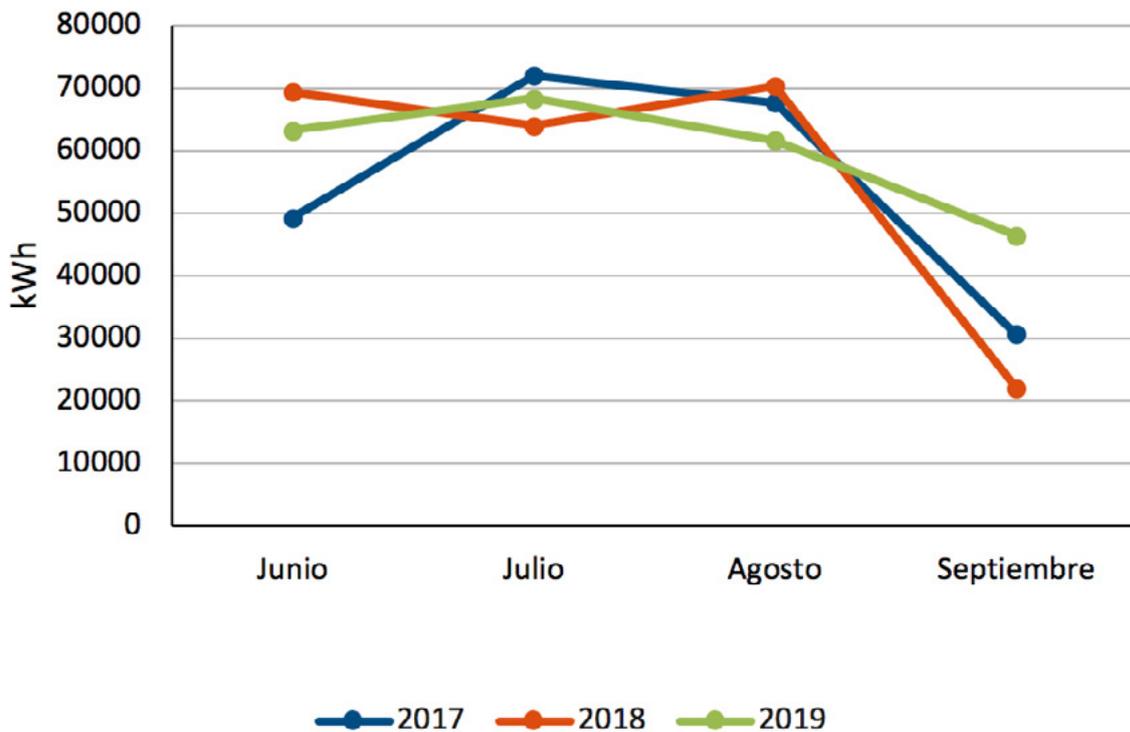


Gráfico 2. Consumo mensual de energía del sistema de refrigeración del complejo para pacientes ambulatorios/as y emergencias del Hospital Huilongguan de Pekín (kWh)

En general, la cantidad de personas que tienen acceso a los sistemas de refrigeración (principalmente el personal del hospital) no se ha modificado. Sin embargo, gracias a la implementación de la prueba piloto, el sistema ahora es más eficiente y ha aumentado el acceso a una refrigeración sostenible.

Conclusiones clave de la auditoría

1. Se identificaron medidas de protección solar inadecuadas que generan pérdida de la capacidad de refrigeración.
2. En algunos hospitales, los equipos de refrigeración son antiguos y la eficiencia energética del sistema general es baja.
3. En algunos establecimientos el aislamiento de las cañerías está dañado y la válvula, oxidada.
4. En los sistemas de agua, la temperatura del agua de retorno no es uniforme y las ramificaciones están desequilibradas.
5. Hay poca diferencia de temperatura entre el agua de suministro y de retorno, y el sistema funciona con una gran diferencia de temperatura y poco caudal.
6. El nivel de funcionamiento y gestión del sistema es irregular.
7. Los sistemas de monitoreo no pueden separar el uso de energía para refrigeración del consumo de otros sistemas.
8. Tres de los cuatro hospitales tienen sistemas de medición y monitoreo de energía, pero los sistemas están a distintos niveles y en todos los casos hay aspectos por mejorar.
9. La conciencia de los usuarios con respecto al cuidado de la energía no es suficiente.

Sugerencias de mejoras

1. Renovar y actualizar la estructura del cerramiento.
2. Reemplazar las unidades de refrigeración que tienen baja eficiencia energética.
3. Inspeccionar exhaustivamente cañerías, válvulas y otros sistemas de transmisión y distribución. De ser necesario, repararlos para evitar fugas y disminuir la pérdida de capacidad de refrigeración del sistema.
4. Reforzar la capacitación del personal con respecto a la gestión y operación del sistema de refrigeración.
5. Crear un sistema de submedición completo y recabar datos de consumo de energía del sistema de refrigeración.

6. Mejorar la plataforma de monitoreo centralizada, controlar el ambiente y otros indicadores, y lograr una gestión unificada de los aires acondicionados de tipo “split” y del sistema central.

7. Completar la puesta en servicio del balance hídrico en el sistema de agua y el sistema de aire para reducir la tasa de desequilibrio hidráulico.

8. Cambiar los hábitos de uso de energía de las personas usuarias y aumentar la conciencia sobre el cuidado de la energía.

9. Convertir el sistema actual de aire acondicionado de tipo “split” en un sistema multiconectado, y lograr la gestión unificada.

Planes de acción

El **Hospital Fuwai de Pekín** facilita el control de calidad logística de los más de 100 hospitales que hay en Pekín. Uno de los problemas que se identificó en la auditoría es que el personal operativo no tiene la capacidad suficiente para llevar a cabo la gestión de la eficiencia energética. La persona que representa al Hospital Fuwai de Pekín expresó su interés en la capacitación del personal para mejorar los conocimientos y las capacidades de ahorro de energía.

En el **Hospital Ditan de Pekín**, se está evaluando la posibilidad de implementar sugerencias del equipo de auditoría que se encuentran en etapas preliminares.

Las personas involucradas del **Hospital Maternoinfantil de Qinhuangdao** mostraron interés en llevar a cabo una renovación del sistema de refrigeración que permita ahorrar energía, sobre la base de los problemas identificados en la auditoría energética. Es posible que esta renovación no abarque medidas de alto costo, como el reemplazo de las unidades de refrigeración. En función de los resultados de la auditoría, se diseñó un presupuesto para la renovación general que fue presentado a las autoridades del hospital.

El **Hospital Huilongguan de Pekín** fue el hospital seleccionado para llevar a cabo la experiencia piloto. El establecimiento fue uno de los hospitales más activos, con un liderazgo eficaz y una gran participación del personal en el proyecto. El hospital reemplazó una de las unidades de refrigeración en el edificio para pacientes internados/as en octubre de 2019, justo después de la auditoría energética. Las autoridades tenían interés en conocer el desempeño energético del equipo nuevo y compararlo con el anterior (que se había incluido en la auditoría). La comparación ofreció información valiosa sobre el

impacto en el ahorro de energía del hospital, al igual que de otros establecimientos que están en la etapa de reemplazo del sistema de refrigeración.

El estudio de caso “**Proyecto K-CEP en China: Hospital Huilongguan de Pekín**” incluye más información sobre la implementación de la experiencia piloto.

ARGENTINA

La Red Global de Hospitales Verdes y Saludables tiene más de 900 miembros en América Latina y 41 específicamente en Argentina (hasta marzo de 2021). El principal objetivo del proyecto fue llevar a cabo auditorías energéticas y de refrigeración en tres hospitales. Con ese fin, el equipo de Salud sin Daño en Latinoamérica seleccionó tres instituciones con una larga trayectoria como miembros de la Red Global. Se confió en que estos diversos establecimientos de salud usarían los resultados de manera estratégica, como un impulso para desarrollar acciones nacionales y subnacionales, y para monitorear y mitigar las emisiones de GEI mediante el trabajo en eficiencia energética y de refrigeración.

El equipo de Salud sin Daño en América Latina decidió trabajar exclusivamente con hospitales públicos y buscó miembros en los que se anticipaba un consumo alto de aire acondicionado, con distintos niveles de complejidad y ubicados en zonas geográficas diversas.

Hospital Dr. J. P. Garrahan

El Hospital Dr. J. P. Garrahan, una institución especializada en pediatría, fue uno de los tres establecimientos argentinos seleccionados para participar en el proyecto. Se trata de un hospital de alta complejidad ubicado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La institución es miembro fundador de la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables en Argentina, y es uno de los hospitales más importantes de Sudamérica. Se inauguró en 1987 y fue uno de los primeros establecimientos argentinos en trabajar en salud ambiental. Fue pionero en la eliminación del uso de mercurio, y actualmente participa en el proyecto de Compras sostenibles en salud ([Sustainable Health in Procurement Project, SHIPP](#)). El hospital calcula y reporta su huella de carbono desde 2019, y ha recibido la distinción de Salud sin Daño por su trabajo en liderazgo, residuos y químicos.

El Hospital Dr. J. P. Garrahan cuenta con 534 camas y atiende a más de 600.000 personas por año. Su superficie cubierta es de 120.000 m² y cuenta con más de 7.000 personas que trabajan en la institución.

Por su liderazgo en la región, su alto nivel de complejidad y su prestigio médico y académico, el establecimiento es una institución muy influyente que sienta el ejemplo para otros centros, multiplicando su impacto en todo el país.

Hospital Dr. J. Giordano de Albardón

El Hospital Dr. J. Giordano de Albardón es un establecimiento de mediana complejidad ubicado en la provincia de San Juan. Se inauguró en 2014 como parte de una estrategia de salud pública que incluyó la construcción de varios hospitales en toda la provincia: cuatro se encuentran en construcción, y otros dos están en etapas preliminares de diseño.

El Hospital Dr. J. Giordano tiene 51 camas y atiende alrededor de 90.000 personas por año. La superficie cubierta es de 4.970 m², y cuenta con casi 160 personas en su plantilla: 60 empleados y empleadas, y 97 profesionales de la salud. Es la primera vez que este establecimiento trabaja en conjunto con Salud sin Daño, aunque la relación del sistema de salud de San Juan con la organización se remonta al año 2011.

Centro de Especialidades Médicas Ambulatorias de Rosario (CEMAR)

El CEMAR se encuentra en la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe. Es un hospital de mediana complejidad inaugurado en 1999 con el objetivo de asistir a las personas de la ciudad y del resto de la provincia que deben recibir atención especializada, aunque sin necesidad de internación. En 2006, se anexó el área de Maternidad Martín en los pisos superiores.

Salud sin Daño comenzó a trabajar con la Secretaría de Salud de Rosario en el año 2000 en programas de gestión de residuos. Desde ese momento, han cooperado en programas de sustancias químicas, como la eliminación del uso de mercurio y la instalación de espacios en los que se reciben los medicamentos de uso domiciliario vencidos.

A través de la Secretaría de Salud, se eligió al CEMAR para el proyecto, ya que había inquietudes con respecto a algunas de las características del edificio que podrían resultar en una falta de eficiencia en

refrigeración. De esta manera, las posibilidades de mejora eran enormes.

En conjunto, el CEMAR y la Maternidad Martin cuentan con 42 camas y atienden a alrededor de 185.000 pacientes por año. La superficie cubierta es de cerca de 20.000 m². Cuenta con 450 empleados

y empleadas, y 531 profesionales de la salud. Los servicios del CEMAR incluyen un banco de sangre, laboratorio, odontología, fisioterapia, cirugía ambulatoria y un centro de audición, entre otros.

Auditoría

La recopilación de los datos de consumo se vio dificultada por no disponer de información energética medida y confiable de los últimos tres años. Sin embargo, con la información disponible, el equipo de consultoría calculó el consumo anual de electricidad, gas natural y energía total de cada hospital. Como sucede en el resto de los países, no se pudo diferenciar el consumo de energía específico de los sistemas de refrigeración. Tampoco se disponía de información integral sobre los gases refrigerantes, y uno de los hospitales no pudo llevar a cabo un inventario completo, aunque se lograron identificar algunas prioridades para su sustitución.

Los tres hospitales difieren en cuanto a la cantidad de camas, el nivel de complejidad y el perfil de pacientes. El Hospital Dr. J. P. Garrahan tiene la mayor cantidad de camas y el nivel de complejidad más alto, mientras que el CEMAR ofrece atención ambulatoria casi exclusivamente, por lo que, aunque tenga menos camas, atiende a más de 185.000 personas por año. Por este motivo, el indicador que responde al consumo de energía por cama no será representativo. En los gráficos que aparecen a continuación se muestran algunos de los indicadores.

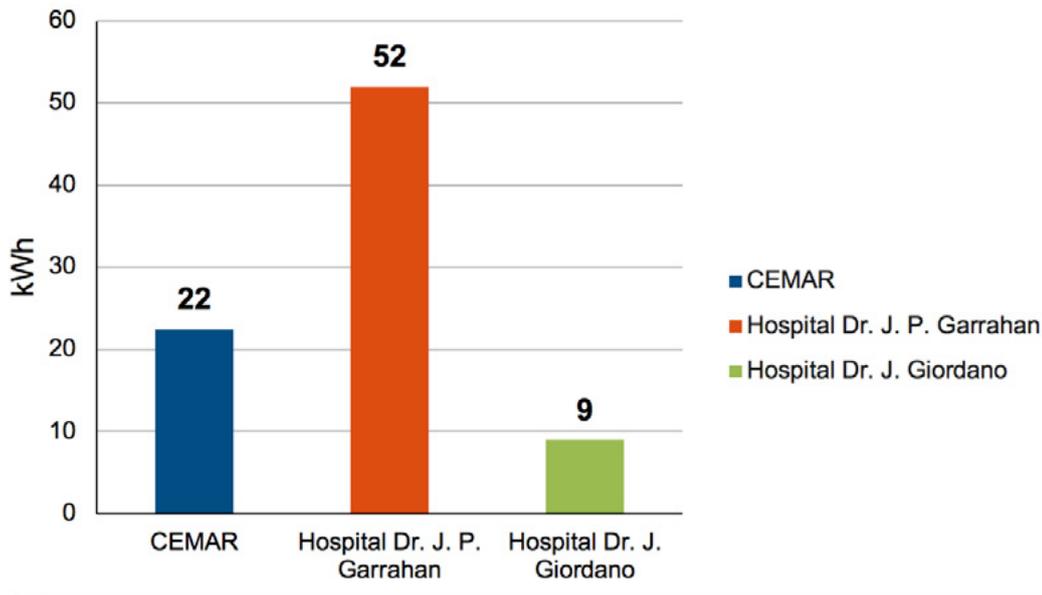


Gráfico 3: Consumo anual de energía por paciente (kWh)

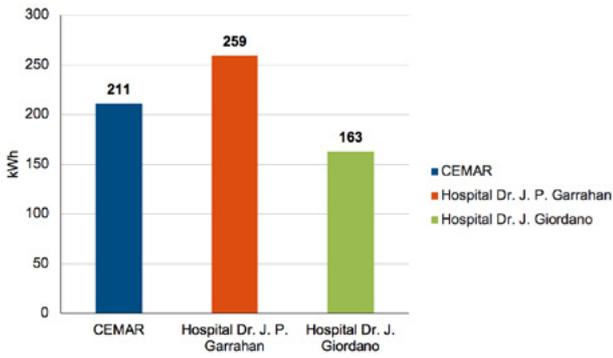


Gráfico 4: Consumo anual de energía por superficie cubierta (kWh/ m²)

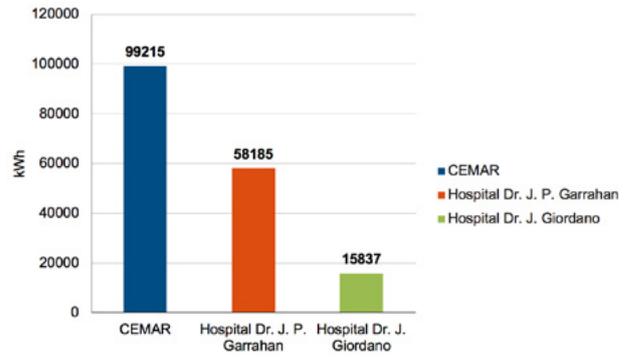


Gráfico 5: Consumo anual de energía por cama (kWh)

Los tres hospitales utilizan electricidad, gas natural y —en situaciones específicas y poco habituales— diésel para los generadores de respaldo.

El gas natural se usa principalmente para la calefacción general, el calentamiento del agua, la preparación de comidas y las estufas. En uno de los hospitales, también se usa en verano para los equipos fan-coil. Por su parte, la electricidad se utiliza para iluminación, confort térmico (refrigeración y calefacción) y el funcionamiento del equipamiento del hospital. En los tres hospitales, el consumo de electricidad alcanza su pico en verano y en momentos de altas temperaturas.

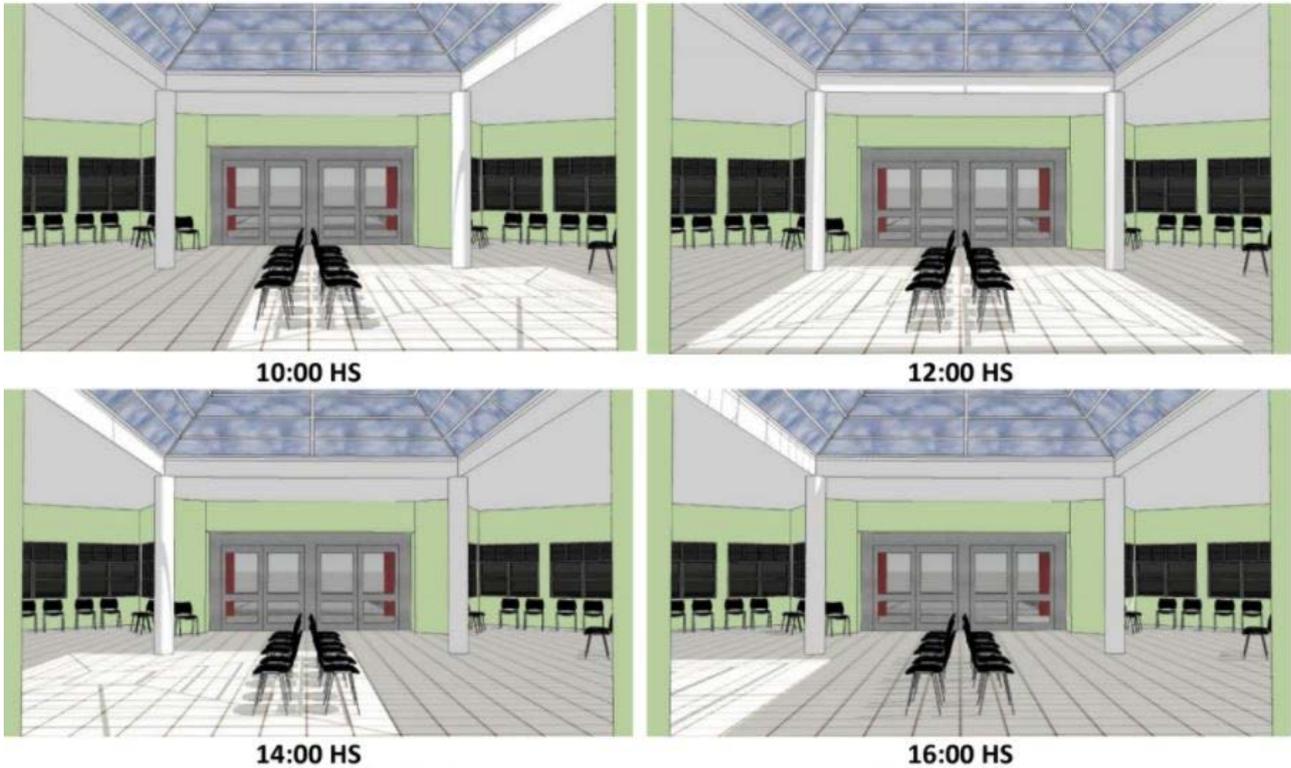
Conclusiones clave de la auditoría

1. Algunos de los equipos de refrigeración son antiguos e ineficientes. Muchas de las unidades de aire acondicionado son artefactos de categoría C y D en la clasificación de eficiencia energética, lo que significa que su potencial de refrigeración y calefacción es bajo. Asimismo, muchos de estos equipos se instalaron como una solución provisoria, ya que el aire acondicionado central no era suficiente para manejar la carga térmica de los edificios que no fueron diseñados con eficiencia energética. Por lo tanto, esta instalación improvisada no siempre fue eficaz. Hubo que renovar algunas de estas unidades a los pocos años de su instalación y muchas de ellas usan R22 como gas refrigerante.

2. Se identificaron sistemas de refrigeración inadecuados en áreas especiales, ya que no permiten el recambio de aire necesario para estas áreas y no se pueden limpiar completamente.



Claraboyas en el Hospital Dr. J. Giordano. San Juan, Argentina



Análisis de la luz solar en un área cubierta por claraboyas en el Hospital Dr. J. Giordano. San Juan, Argentina
 Crédito: Equipo de consultoría y de auditoría en Argentina, SurSolar.

3. El aislamiento de las cañerías en algunos establecimientos está dañado, lo que representa una gran pérdida de energía.

4. La estructura del edificio, los materiales de las paredes y los techos no cuentan con el aislamiento térmico suficiente y su eficiencia se encuentra por debajo de los estándares recomendados.

5. Los diseños arquitectónicos de los hospitales no son energéticamente eficientes:

A. En el Hospital Dr. J. Giordano, el 6,62 % de la superficie del techo está cubierta por claraboyas. La radiación solar que ingresa es de gran intensidad, causando el aumento de la temperatura interior hasta el punto del sobrecalentamiento, además de generar resplandor.

B. En el CEMAR, la fachada norte es una gran pared vidriada que no es apta para la adaptación climática y tiene un gran impacto en la demanda de energía necesaria para lograr el confort durante todo el año.

C. El Hospital Dr. J. P. Garrahan tiene una gran superficie en contacto con el exterior, por lo que se necesita más energía que la esperada para mantener el confort térmico. El edificio cuenta con un entrepiso técnico para favorecer su funcionamiento, pero



Vista exterior del CEMAR: norte
 Crédito: Equipo de consultoría y de auditoría en Argentina, SurSolar.



Vista exterior del CEMAR: sur
 Crédito: Equipo de consultoría y de auditoría en Argentina, SurSolar.

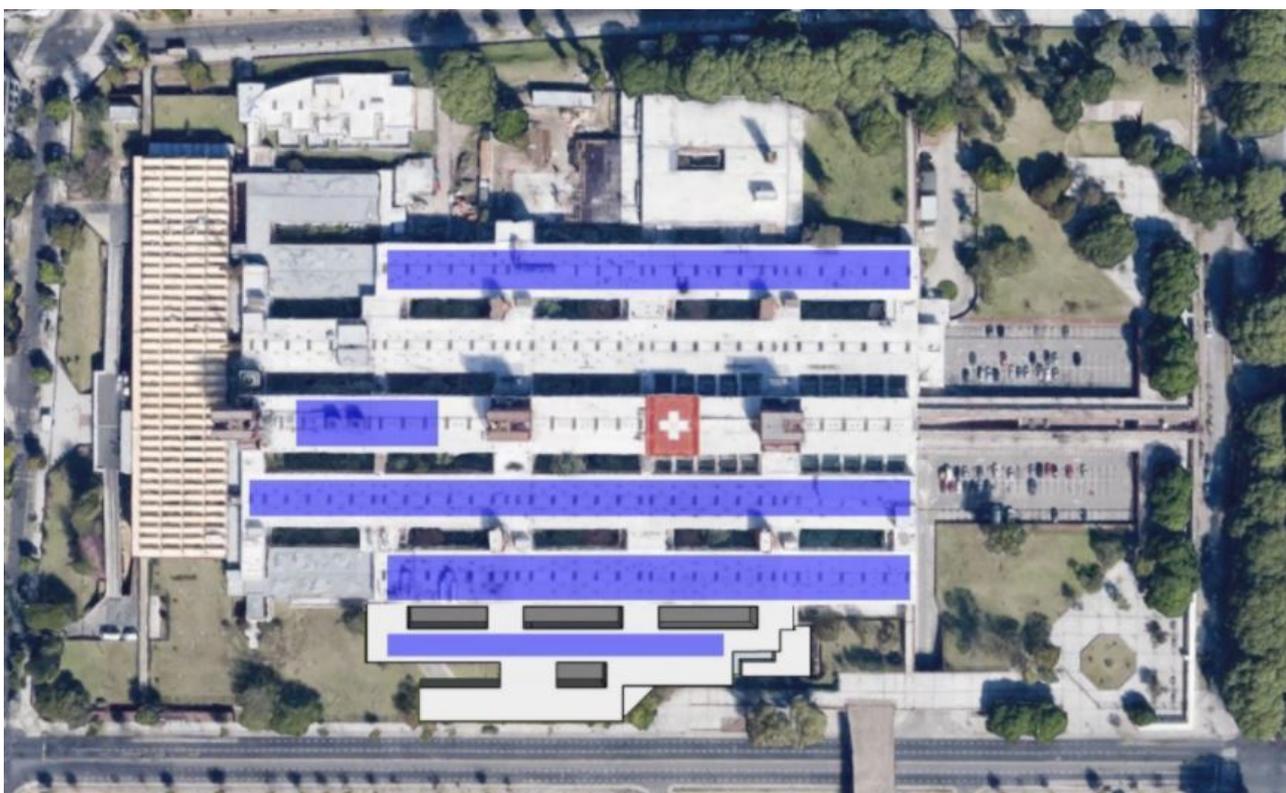
aumenta la pérdida de calor porque no cuenta con la protección adecuada.

Sugerencias de mejoras

1. Renovar y actualizar la estructura de cerramiento. Para hacerlo, por ejemplo, se puede mejorar el aislamiento de las paredes y el techo, o se puede reemplazar la carpintería que esté dañada o no sea eficiente.
2. Reemplazar las unidades de refrigeración que tienen baja eficiencia energética.
3. Inspeccionar y reparar las cañerías para disminuir la pérdida en la capacidad de refrigeración del sistema.
4. Reemplazar sistemas inadecuados en áreas especiales.

5. En áreas especiales, el ventilador de inyección de los filtros HEPA que se encuentra en la salida del equipo en el techo debe funcionar continuamente. Si se detiene la circulación del aire y no fluye por el filtro, demora de 24 a 36 horas en recuperar la asepsia necesaria para llevar a cabo cirugías.

6. Implementar o aumentar el uso de energías renovables. Por su ubicación, los tres hospitales seleccionados tienen un gran potencial de radiación solar, que alcanza los 6-7 kWh por día en verano. El uso de energía solar térmica y energía solar fotovoltaica podría permitir ahorros importantes, en especial si se combinan con otras medidas de eficiencia energética.



Área de posible captura de energía solar fotovoltaica en el Hospital Dr. J. P. Garrahan. Buenos Aires, Argentina
Crédito: Equipo de consultoría y auditoría en Argentina, SurSolar.

7. Monitorear y analizar el consumo de energía del establecimiento mediante el acceso a las facturas de electricidad y gas natural. Contar con información periódica puede motivar a las autoridades a que trabajen en la eficiencia en la refrigeración y fijen objetivos de ahorro económico y de energía.

Al implementar las recomendaciones del equipo de consultoría, alrededor de 870.000 pacientes por año y 8.000 personas que trabajan en estas instituciones podrían tener acceso a una refrigeración más limpia y eficiente.

Planes de acción

Hospital Dr. J. P. Garrahan

Luego de completar la auditoría, las autoridades del Hospital Dr. J. P. Garrahan decidieron avanzar hacia un sistema de energía y refrigeración más eficiente, por lo que planificaron dos iniciativas:

1) Creación de una Comisión de Energía

En función de las recomendaciones del informe final de la auditoría, el hospital decidió designar un equipo para la gestión energética de la institución. El plan

consistió en la creación de una Comisión de Energía formada por la coordinadora de Salud Ambiental y Hospital Sostenible, un ingeniero en termomecánica, un técnico en electromecánica, un licenciado en Seguridad e Higiene, el gerente de Mantenimiento e Infraestructura y un miembro del área de Prensa y Comunicación del Hospital.

Los objetivos de la Comisión incluían:

- Monitorear el consumo de energía y analizar las opciones de optimización.
- Identificar las desviaciones en el consumo y analizar las causas.
- Monitorear el mantenimiento de los equipos para evitar aumentos en el consumo.
- Promover la conciencia del personal con respecto a la eficiencia energética y al ahorro de energía.
- Fijar objetivos de ahorro y definir estrategias para lograrlos.
- Garantizar el seguimiento de las acciones que se lleven a cabo para implementar las estrategias.
- Presentar informes periódicos a las autoridades del hospital.

2) Diseño y lanzamiento de una campaña de comunicación

Con una plantilla de más de 7.000 personas que asisten al hospital cada día, es fundamental incluir y motivar a todo el personal para que adopte prácticas de consumo energéticamente eficientes y con inteligencia climática. El objetivo era promover la conciencia con respecto a la eficiencia energética, el uso correcto del equipamiento y la implementación de un enfoque sostenible para la refrigeración de los espacios. La campaña incluía talleres, visitas a áreas con gran demanda de energía o ineficientes, capacitaciones y la difusión de los resultados de la auditoría.

En diciembre de 2019 cambiaron las autoridades administrativas y médicas del hospital. Por lo tanto, el informe final de la auditoría fue presentado a la nueva dirección, explicando los resultados y describiendo los planes. A comienzos de 2020, la pandemia de COVID-19 obligó a la nueva gerencia a dirigir sus esfuerzos hacia una respuesta rápida y eficiente, por lo que la creación de la Comisión de Energía se vio demorada. Con respecto a la campaña de comunicación, a medida que la pandemia se extendía en Argentina, un gran porcentaje del personal regular del hospital tomó licencia por motivos familiares o médicos. De esta manera, la campaña no llegaría a

la audiencia prevista, y se decidió posponer hasta un momento más adecuado.

De todas maneras, persiste la intención de retomar los planes mencionados durante 2021.

CEMAR

El CEMAR utilizó los resultados de la auditoría para fortalecer programas que ya estaban en curso, incorporar criterios de sostenibilidad en las compras y el diseño de nuevos establecimientos de salud, y para avanzar en el desarrollo de un programa de monitoreo digital.

1) Reemplazo de la iluminación por unidades LED

Si bien el reemplazo comenzó antes de la auditoría, el plan se fortaleció luego de ver los resultados. El programa en curso se basa en el uso de lámparas LED cuando se reemplazan las unidades de iluminación que dejan de funcionar.

2) Incorporación de conceptos ambientales a los edificios nuevos

Durante 2020 se construyeron numerosos establecimientos de salud. Al diseñar y construir estos edificios nuevos, se incorporaron criterios de eficiencia energética y se incluyeron colectores solares para el calentamiento de agua y unidades de captación del agua de lluvia. El plan es replicar este enfoque en cada nuevo establecimiento, especialmente en centros de baja complejidad.

3) Criterios de compra

En función de las recomendaciones del equipo de consultoría, el CEMAR y el Ministerio de Salud están priorizando la compra de equipos de aire acondicionado más eficientes, como unidades con sistema “inverter”. Sin embargo, como dependen de la calidad de la electricidad para funcionar correctamente, no se pueden instalar en lugares que tienen muchas fluctuaciones de tensión e interrupciones frecuentes del servicio. Actualmente, se han instalado 12 unidades de aire acondicionado con sistema “inverter” en distintos establecimientos y las autoridades evaluarán su desempeño para determinar si son aptas para su uso en otros centros.

4) Sistema de monitoreo digital

La Universidad Tecnológica Nacional desarrolló un sistema de monitoreo digital para su uso en el CEMAR. El sistema está compuesto por sensores que miden y registran la información en una base de datos centralizada a la que se puede acceder en

forma remota. Actualmente, el sistema funciona en el centro de vacunación registrando la temperatura de los equipos de refrigeración y enviando mensajes de alarma cuando los valores de los sensores se encuentran por fuera de los parámetros establecidos.

Se planea ampliar el sistema hacia otras áreas, equipos y usos. Por ejemplo, se tiene la intención de monitorear y evaluar el desempeño de los tanques de agua. Dado que la disminución en el uso de agua potable también reducirá la demanda de energía para su purificación y movilización desde el área subterránea (donde se encuentran los tanques) hasta los pisos superiores, esta iniciativa es una de las prioridades del equipo del CEMAR.

Entre otros objetivos a futuro, se incluyen la implementación de un proceso definitivo para que las autoridades del hospital puedan tener acceso a la información sobre los costos y el consumo de electricidad, gas natural y agua; el establecimiento de programas de capacitación y conciencia sobre la eficiencia energética; y la designación de una persona encargada de la gestión ambiental para articular, promover y ejecutar proyectos relacionados con el ambiente, la eficiencia, la salud y la innovación.

Finalmente, los planes más ambiciosos se relacionan con la pared vidriada del edificio y con el laboratorio. Con respecto a la pared vidriada, se ha implementado una iniciativa temporal: usar films reflectivos en el quinto y sexto piso. Sin embargo, la idea es seguir analizando cuál es el mejor recubrimiento y la solución más adecuada. En cuanto al laboratorio, con el reemplazo de las unidades de aire acondicionado por un sistema de flujo de refrigerante variable (FRV), el consumo puede reducirse en un 26 % y, a la vez, mejorar la capacidad de refrigeración. La estrategia consiste en implementar esta recomendación como una experiencia piloto y medir los resultados. De esta forma, se podrá evaluar el retorno de la inversión en términos de costos, disminución del uso de energía y

de emisiones de GEI, para, eventualmente, replicar la iniciativa en otros sectores.

Hospital Dr. J. Giordano

El Hospital Dr. J. Giordano fue el hospital seleccionado para llevar a cabo la experiencia piloto. A medida que la auditoría avanzaba, se determinó que las claraboyas eran un enorme problema para la eficiencia energética, ya que calientan en exceso el área y provocan un resplandor que alcanza niveles molestos. Además, se instalaron unidades de aire acondicionado de tipo “split” por todo el edificio sin previa planificación tratando de compensar la carga térmica, lo que hizo que el sistema fuera costoso e ineficiente.

A pesar de la pandemia de COVID-19, las autoridades lograron hacer mejoras como el reemplazo de los elementos de iluminación por tecnología LED, la sustitución de las unidades de aire acondicionado antiguas por equipos más eficientes y la eliminación de la compra de aires acondicionados de tipo “split”.

Dado que la falta de información y el acceso a los detalles del consumo representaban un gran desafío (ya que el hospital no recibía las facturas), las autoridades decidieron tomar las medidas necesarias para comenzar a obtenerlas a fin de poder monitorear el uso de electricidad y gas natural, y medir los resultados de las intervenciones realizadas.

El proyecto de demostración tuvo dos ejes: la instalación de energía fotovoltaica y la mejora de las claraboyas.

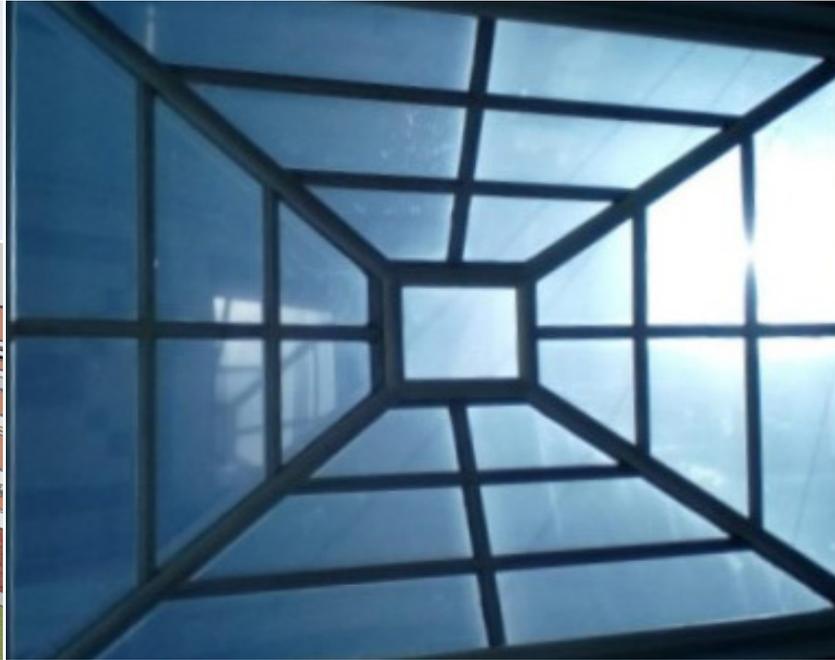
El proceso de implementación comenzó en enero de 2021 con la compra de generadores de energía fotovoltaica. Luego de una exhaustiva planificación y de la colaboración entre el equipo de consultoría, las autoridades del hospital, el equipo de Salud sin Daño y el Ministerio de Salud provincial, se instaló un sistema de 10 kWp, que comenzó a funcionar en marzo de 2021.

Con respecto a las claraboyas, se evaluaron numerosas propuestas, incluidas la instalación de lamas metálicas, la utilización de films reflectivos y la protección vegetal. Al analizar el costo-beneficio, la recomendación final fue usar la protección con plantas y films reflectivos.



Aires acondicionados de tipo “split” en el laboratorio del CEMAR. Santa Fe, Argentina

Con la combinación de la instalación de equipos de energía fotovoltaica y la mejora de las claraboyas, se puede ahorrar **hasta un 10 % en el consumo de energía.**



Proyecto de protección verde en el Hospital Dr. J. Giordano. San Juan, Argentina.
Crédito: Equipo de consultoría y auditoría en Argentina, SurSolar.

Polarizado de protección en las claraboyas en el Hospital Dr. J. Giordano. San Juan, Argentina.



Instalación de paneles fotovoltaicos (energía solar) en el Hospital Dr. J. Giordano. San Juan, Argentina.

Estas acciones y la experiencia piloto se describen con más detalles en el estudio de caso del **Proyecto K-CEP en Argentina: Hospital Dr. J. Giordano**

Filipinas

Con el objetivo de maximizar el impacto del proyecto, los hospitales seleccionados por el equipo de Salud sin Daño en el Sudeste Asiático son instituciones de influencia y/o los hospitales más importantes en sus comunidades.

El equipo de Salud sin Daño en el Sudeste Asiático ha venido trabajando con el Departamento de Salud de Filipinas a través de los años. En 2020, aunaron sus esfuerzos y crearon una hoja de ruta a veinte años en materia de infraestructura sanitaria resiliente. Asimismo, llevaron a cabo una capacitación orientativa sobre centros de salud resilientes, a la que asistió la dirección y el personal de todos los hospitales pertenecientes al Departamento de Salud.

En 2021, el Departamento de Salud de Filipinas solicitó a todos los hospitales que “promuevan la transformación ambiental en sus centros, mediante, por ejemplo, la mejora de la eficiencia energética y del uso del agua, sistemas de refrigeración sostenibles, y la gestión sostenible de los residuos sanitarios, teniendo en cuenta que los hospitales y otros establecimientos de salud son vulnerables al cambio climático y a otras tensiones ambientales”. Esto se alinea con una política similar incluida en su presupuesto nacional de 2021.

Los tres hospitales que fueron seleccionados para el proyecto fueron los siguientes:

Hospital St. Paul de Iloílo

El Hospital St. Paul de Iloílo (SPHI, por sus siglas en inglés) fue uno de los tres hospitales elegidos para hacer la auditoría e implementar el piloto. Es un hospital privado de alta complejidad que está ubicado en la ciudad de Iloílo, en la isla filipina de Panay. Está compuesto por seis edificios emplazados en una superficie total de 24.993 m², y tiene un área cubierta de 46.204 m². El hospital cuenta con 265 camas y ofrece atención médica a alrededor de 11.000 pacientes al año. El SPHI forma parte de la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables y trabaja constantemente en áreas como residuos, agua, sustancias químicas, edificios y energía.

En 2020, fue designado Campeón del Clima por Salud sin Daño.

Centro Médico Amang Rodriguez Memorial

El Centro Médico Amang Rodriguez Memorial (ARMMC, por sus siglas en inglés) es un hospital de alta complejidad compuesto por cuatro edificios. Actualmente, se está construyendo un quinto edificio, que tendrá ocho pisos. En términos generales, cuenta con 1.000 personas empleadas, entre profesionales de la salud y personal. El centro tiene una superficie cubierta de aproximadamente 21.000 m², cuenta con 300 camas y atiende a más de 124.000 pacientes por año.

El ARMMC es una institución que ha estado trabajando en eficiencia energética. El diseño de los edificios posee adecuada ventilación natural provista por ventanas con paños móviles en escaleras y pasillos. Una claraboya en uno de los edificios permite que ingrese luz natural desde el sexto piso hasta la planta baja. Asimismo, la gerencia implementó una política del uso de unidades de aire acondicionado que estipula que solo deben funcionar durante el día y de lunes a viernes (excepto feriados). Las áreas críticas quedan exceptuadas de dicha política.

Hospital General de Filipinas

El Hospital General de Filipinas está compuesto por distintos edificios emplazados en un terreno de 100.000 m². Igualmente, las autoridades pidieron que se evalúen solo dos de ellos: el Departamento de Pacientes Ambulatorios (OPD, por sus siglas en inglés) y el Centro Oftalmológico José Rizal (SOJR, por sus siglas en el idioma original). Estos dos edificios cuentan con su propio sistema de suministro eléctrico, así como su propio medidor de electricidad y contrato con la empresa de distribución eléctrica.

El OPD se inauguró en 1989 y ofrece asistencia médica de lunes a viernes de 8 a 17 h. El SOJR atiende en el mismo horario y ofrece servicios de oftalmología.

	OPD	SOJR
Número de camas	0	29
Número de personas empleadas	57	55
Número de profesionales de la salud	80	129
Superficie cubierta (m ²)	14.707	5.000
Promedio de pacientes	81.164/mes	83.797/año

Auditoría

Las auditorías de los tres hospitales se realizaron entre julio y agosto de 2019. Su objetivo fue determinar el consumo energético total y el uso de energía para refrigeración.

El porcentaje estimado de energía utilizada para refrigeración superó el 50 % en todas las instituciones auditadas, con un mínimo del 51 % y un máximo del 66 % (Gráfico 6).

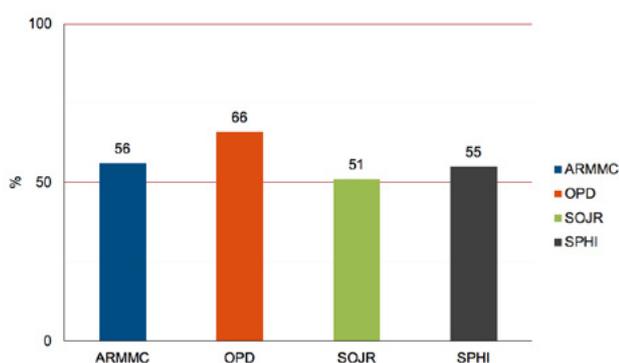


Gráfico 6: Porcentaje de consumo eléctrico usado para el aire acondicionado.

Salvo en el SPHI, los costos mensuales de electricidad han ido en aumento durante los últimos años, representando un gasto considerable para los hospitales. El consumo también ha aumentado, salvo en el SPHI y en el OPD, donde se registró un mínimo descenso entre 2018 y 2019 (Gráfico 7).

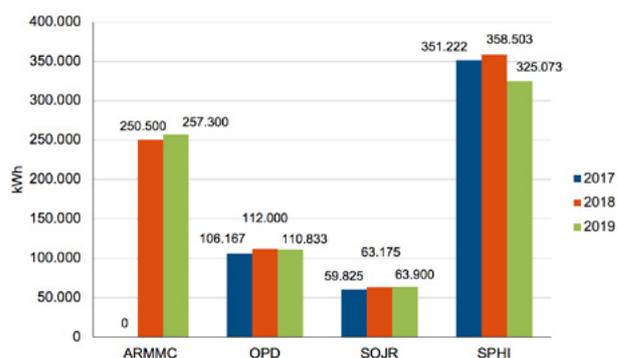


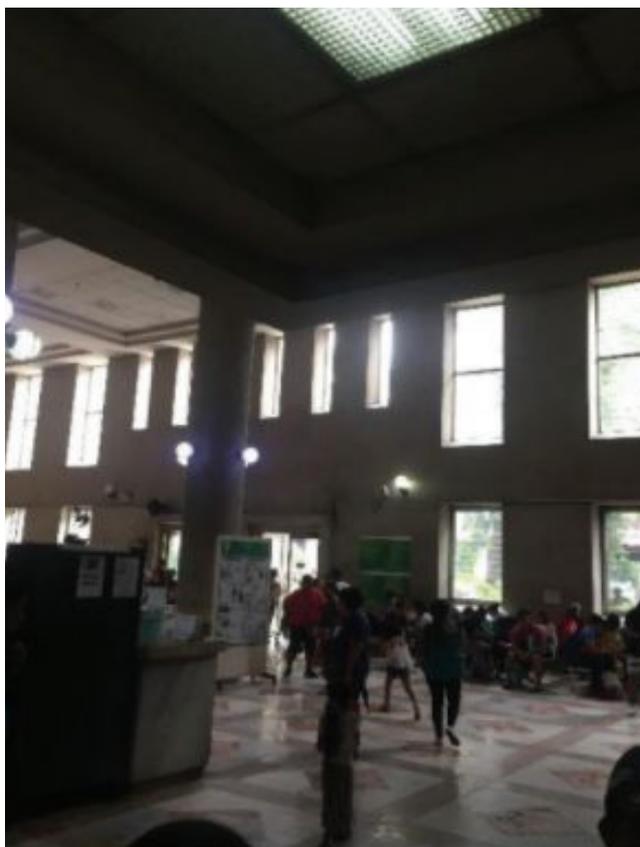
Gráfico 7: Consumo promedio mensual de electricidad, en kWh. *2019 abarca el consumo eléctrico entre enero y junio.

Conclusiones clave de la auditoría

- 1) La electricidad es la principal fuente de energía que se consume en los hospitales.
- 2) Los equipos de refrigeración son antiguos en algunos de los hospitales, y la eficiencia energética del sistema en general es baja.
- 3) Muchas unidades de aire acondicionado y equipos de refrigeración todavía usan R22 como gas refrigerante.
- 4) No hay una plataforma unificada de monitoreo del sistema.
- 5) Se identificaron medidas inadecuadas de protección contra el sol que generan una pérdida de la capacidad de refrigeración.
- 6) Muchos edificios de los hospitales seleccionados cuentan con ventilación e iluminación naturales gracias a techos altos, ventanas con paños móviles y claraboyas.



Luz natural que pasa por claraboyas en el ARMMC, ciudad de Marikina, Filipinas



Ventilación natural mediante ventanas abiertas en el Hospital General de Filipinas, Manila, Filipinas

7) La infiltración de aire cálido es un problema importante en todos los edificios auditados, particularmente en las zonas de alto tránsito.

8) El personal de los hospitales está consciente de la conservación de la energía; sin embargo, hay poco conocimiento sobre la eficiencia y gestión energéticas. Solo una pequeña parte del personal entrevistado ha recibido capacitación formal al respecto.

9) No se realiza un monitoreo de la temperatura ambiental, excepto por algunas unidades de aire acondicionado que tienen indicadores de temperatura. Se observaron diferentes configuraciones de temperatura entre las distintas salas y pisos.

10) Hay algunas áreas en las que no se hace un uso eficiente de la luz natural, por ejemplo, salidas de emergencia con ventanas pequeñas y salas en las que hay cortinas oscuras o persianas.

11) El personal de los hospitales es quien suele hacer el mantenimiento durante su horario habitual o a demanda, según cada institución. Todavía no se ha implementado un monitoreo con historial de mantenimiento de cada unidad de aire acondicionado.

Uno de los edificios auditados cuenta con un sistema de gestión de edificios (BMS, por sus siglas en inglés) que controla el equipo de refrigeración centralizado. Sin embargo, el BMS se usa simplemente como dispositivo de encendido y apagado, sin aprovechar las funciones de configuración de temperatura y monitoreo de equipos.

Sugerencias de mejoras:

1) Definir normas sobre temperaturas de los espacios. Las [“Directrices sobre la conservación de la energía en el diseño de edificios y sistemas de servicios”](#), publicadas por el Departamento de Energía de Filipinas, definen que la temperatura de los espacios debe ser de 25 °C, y la humedad relativa del 55 %. Algunas salas se refrigeran a una temperatura menor a la necesaria, en particular durante las estaciones frías y de lluvia. Se puede ahorrar un 1 % de la energía de refrigeración por cada 1 °C que se ajusta en la temperatura de un espacio. Debería considerarse la posibilidad de tener un higrómetro que controle en forma constante la temperatura y la humedad ambiente en las áreas de servicio. Solo el personal de enfermería y otras personas autorizadas deberían poder cambiar la configuración de temperatura.

- 2) Reducir la infiltración de aire cálido mediante la instalación de cortinas de aire en las entradas o la colocación de puertas donde no las haya.
- 3) Renovar y actualizar la estructura del cerramiento.
- 4) Reemplazar las unidades de refrigeración que tienen baja eficiencia energética y las que utilizan R22 como gas refrigerante.
- 5) Reemplazar las luminarias por unidades LED. Utilizar focos de luz de baja potencia también ayuda a disminuir la carga calorífica.
- 6) Implementar un sistema de monitoreo y de fichero manual de antecedentes para las unidades de aire acondicionado. Una alternativa sería instalar un sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS, por sus siglas en inglés). Según el equipo auditor, estos métodos brindan información acerca de las unidades de aire acondicionado que tienen un mantenimiento costoso, la necesidad de repuestos y la correcta planificación de actividades de mantenimiento. Las unidades de aire acondicionado con un mantenimiento deficiente gastan más energía y pueden aumentar su consumo anual en un 5 %. Además de la pérdida energética, el equipo puede eventualmente fallar y llevar a trabajos de reparación costosos y discomfort.
- 7) Reforzar la concientización y el entrenamiento del personal para mejorar su capacidad de operar y gestionar el sistema de refrigeración.
- 8) Instalar un sistema de submedición y recopilar información sobre el consumo energético del sistema de refrigeración.
- 9) Considerar la posibilidad de implementar un sistema de gestión de la energía conforme a la norma ISO 50001. Este es un enfoque que ayuda a las organizaciones a ser eficientes en materia energética y a lograr ahorros de consumo de energía y económicos. De acuerdo con el equipo de consultoría, “los registros de implementación de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial muestran que se ahorra entre un 3 y un 10 % de consumo energético en el primer año luego de completada la implementación”. El equipo explica que este sistema ofrece “capacitaciones técnicas en gestión energética, análisis de datos, planificación y monitoreo de acciones”.

Si los establecimientos auditados llevaran a cabo algunas de estas recomendaciones, más de 1.000.000 de pacientes anuales y 2.200 personas que trabajan en los hospitales podrían disfrutar de una refrigeración más limpia y eficiente.

Planes de acción

Hospital St. Paul de Iloilo (SPHI)

El SPHI ha hecho grandes esfuerzos en pos de la eficiencia energética y de los sistemas de refrigeración, no solo mediante el proyecto de demostración piloto —que se basa en la compra de un equipo de monitoreo que podrá desglosar el consumo energético según uso final y área—, sino también mediante la implementación de varias recomendaciones.

Algunas de las recomendaciones son:

- Comunicar y trabajar con la comunidad hospitalaria en torno a la eficiencia energética y de los sistemas de refrigeración. Algunas de las estrategias consisten en compartir los resultados de la auditoría y promover la reducción del consumo energético, por ejemplo, apagando las computadoras mientras no se usan, y celebrando la “Hora del Planeta” semanal en la que se apagan todas las unidades de aire acondicionado de las áreas donde no hay pacientes.
- Designar un grupo de trabajo multidisciplinario sobre eficiencia energética y refrigeración para que brinde orientación, asista e implemente proyectos relacionados con energía.
- Hacer un inventario y reemplazar los focos de luz que no sean LED por unidades con esa tecnología.
- Hacer un inventario y reemplazar las unidades de aire acondicionado que no tengan tecnología “inverter” por equipos que sí lo tengan.
- Implementar un cronograma de limpieza y mantenimiento preventivo periódico de los equipos de refrigeración, con registro de fichas de servicio que documenten la fecha y el trabajo realizado (limpieza general, control, reparación) cada tres meses.
- Planificar la compra de energía renovable.
- Implementar un enfoque climáticamente inteligente en relación a los edificios, las construcciones futuras y las renovaciones, teniendo en cuenta la luz y ventilación natural, la protección contra el sol, y el uso de plantas y vegetación en áreas externas, entre otros aspectos.

Estas acciones y la experiencia piloto se describen con más detalles en el estudio de caso **Proyecto K-CEP en Filipinas: Hospital St Paul de Iloilo**.

Centro Médico Amang Rodriguez Memorial

Tal como se mencionó, el ARMMC trabaja en eficiencia energética hace muchos años. Las autoridades del ARMMC están interesadas en reducir el consumo eléctrico y las emisiones de GEI a través de estrategias que van desde el diseño de construcciones climáticamente inteligentes, hasta la creación e implementación de políticas de refrigeración para el uso de aires acondicionados.

En esa línea, el ARMMC fue seleccionado inicialmente para ejecutar el proyecto piloto, el cual consistía en reemplazar las unidades de aire acondicionado tradicionales por otras con tecnología “inverter”. Sin embargo, esta elección se vio modificada y, en enero de 2021, se escogió al Hospital St. Paul de Iloilo. El cambio se debió a dos razones: la primera fue la pandemia de COVID-19, que retrasó seis meses la implementación programada; la segunda estuvo asociada a una grave inundación causada por un tifón durante el último trimestre de 2020, que afectó el sótano del establecimiento.

Pese a que el hospital no pudo desarrollar el piloto, sí pudo implementar algunas recomendaciones brindadas por la auditoría energética. Por ejemplo, reforzó las buenas prácticas en el hospital como la configuración de una temperatura estándar en 25 °C y la divulgación de guías y consejos sobre eficiencia energética. Por otro lado, uno de sus mayores logros fue la creación de una Comisión de Hospital Verde y Saludable. Este grupo está compuesto por dos directores de comités y cuatro subcomisiones: Energía, Alimentos/Nutrición, Plásticos y Plantas. Las subcomisiones de Energía y Alimentos/Nutrición están compuestas por once personas cada una. La subcomisión de Plásticos cuenta con siete integrantes, mientras que la de Plantas tiene ocho. En total, treinta y nueve personas integran la Comisión.

El equipo de Salud sin Daño en el Sudeste Asiático espera continuar trabajando con el ARMMC una vez que se recupere de los efectos del tifón.

Hospital General de Filipinas

El Hospital General de Filipinas es uno de los establecimientos de salud más importantes del país. Durante 2020, no fue posible avanzar mucho en materia de eficiencia de sistemas de refrigeración porque fue el hospital principal designado como

primera línea de atención durante la pandemia de COVID-19. Por lo tanto, la mayoría de los recursos y los proyectos se concentraron en brindar atención médica a la población filipina.

Independientemente de esto, el establecimiento tiene intenciones de trabajar en eficiencia energética tan pronto sea operativamente posible.

RECOMENDACIONES GENERALES Y POLÍTICAS

Recomendaciones sobre compras sostenibles

1. Optimizar la estrategia de diseño y operación en la primera etapa; elegir un sistema de energía y equipos de refrigeración que tengan la mejor capacidad para reducir los costos de adquisición, y evitar el consumo energético y emisión de GEI innecesarios.
2. Adquirir puertas, ventanas e instalaciones de protección contra el sol de alto rendimiento y aislación térmica, con el objetivo de mejorar el desempeño de la envolvente y reducir el consumo energético del edificio.
3. Elegir sistemas de enfriamiento y bombas de agua con tecnología de alta eficiencia energética.
4. Controlar la calidad de la construcción en forma estricta.
5. Instalar sistemas de submedición y crear plataformas que monitoreen el consumo energético, a fin de descubrir oportunidades para conservar energía.
6. Ajustar el sistema de aire acondicionado luego de finalizado un proyecto; realizar periódicamente diagnóstico, evaluación y puesta en servicio de los sistemas en los edificios existentes; y reemplazar equipos y unidades antiguos en forma oportuna.
7. Energías renovables: en función de la ubicación de los hospitales, instalar energía solar y fotovoltaica puede resultar en una reducción significativa del consumo eléctrico y de gas natural, así como también de las emisiones de GEI. Asimismo, instalar paneles solares en las terrazas puede servir para dar sombra y disminuir la carga de calor de los techos.

Recomendaciones sobre los edificios

1. Reducir el efecto isla de calor:
 - a. Mantener áreas de suelo abierto y plantar intercaladamente césped o arbustos; rodear los

edificios con espacios abiertos para lograr un efecto refrescante.

b. Usar ladrillos ranurados de arcilla en los caminos.

2. Tener en cuenta la orientación del sol y su efecto calorífico en la envolvente del edificio.

3. Ventanas:

a. Usar cortinas de colores claros y materiales livianos que reflejen la luz y el calor.

b. Las persianas brindan protección contra el calor del sol y permiten que haya buena circulación de aire. Extender los techos de las galerías captura el calor del sol, minimizando la emisión térmica hacia salas y pasillos.

c. Colocar toldos sobre las ventanas vidriadas provee reparo del sol durante las horas pico.

d. Agrandar las ventanas en las salidas de emergencia permite la entrada de luz suficiente durante el día, sin necesidad de consumir energía.

4. Techo:

a. Los techos verdes brindan refrigeración adicional a los edificios.

b. Las claraboyas permiten el ingreso de luz natural. Sin embargo, su diseño, altura y las características climáticas del lugar deberían tenerse en cuenta, puesto que, si no están bien diseñadas, pueden ser contraproducentes.

c. Pintar los techos de blanco refleja la luz y el calor.

a los establecimientos a nivel financiero y social, demostrando compromiso con la mitigación climática.

2. Mejorar el sistema de medición y monitoreo de los hospitales para comprender su situación en términos de consumo de energía e identificar oportunidades de mejora en eficiencia energética.

3. Organizar programas de capacitación y comunicación para el personal de los hospitales.

4. Promover, crear y designar a un equipo de gestión energética que se encargue de monitorear y optimizar la eficiencia y el consumo de energía.

Recomendaciones en materia de políticas

1. Hacer análisis frecuentes de los costos del consumo energético del hospital para identificar oportunidades de ahorro de energía y concientizar a las autoridades sobre los cobeneficios de contar con sistemas de refrigeración eficientes que favorecen



Taller de lanzamiento en China.

Desafíos y lecciones aprendidas

Desafíos

El desarrollo del proyecto presentó numerosos desafíos. Uno de los más significativos fue el hecho de que los sistemas de medición y monitoreo energético en varios hospitales no pueden distinguir el consumo energético del sistema de refrigeración. Si bien los equipos de consultoría pudieron estimarlo sobre la base del consumo energético total y de los parámetros de funcionamiento del sistema de refrigeración, las cifras no tienen la precisión que tendrían los datos medidos en forma independiente.

Otra dificultad que enfrentaron algunos equipos de auditoría fue la falta de información. En muchos hospitales, no había información disponible de los años anteriores, por lo que resultó necesario tomar acciones adicionales, como comunicarse con los proveedores eléctricos para que estos pusieran a disposición las facturas de consumo o pedirles información económica a las agencias gubernamentales. En otros, la información disponible era confusa y estaba desorganizada. En los edificios más antiguos, faltaban datos detallados sobre el sistema eléctrico. Pese a los esfuerzos, no fue posible recuperar toda la información necesaria.

Asimismo, en la mayoría de los establecimientos, la falta de capacitación y conocimiento del personal, y la dificultad de acceder a equipos de refrigeración en ciertos edificios se volvieron un obstáculo para evaluar las funciones y el rendimiento de los sistemas.

Los cambios de autoridades e integrantes de los equipos también dificultaron el desarrollo del proyecto. Una cantidad considerable de participantes debieron desvincularse del proyecto por razones políticas y personales, entre ellos, autoridades de los hospitales e integrantes de los equipos de coordinación.

Cabe mencionar que, en el último trimestre de 2020, Filipinas sufrió un tifón que causó inundaciones y daños importantes al ARMMC, así como a la ciudad. Por ello, el piloto que iba a implementarse en el hospital tuvo que demorarse, en un principio, y luego cancelarse, ya que el personal y las autoridades

debían trabajar en reparar el edificio y los equipos. Esta decisión se tomó en enero de 2021, por lo que el piloto en SPHI no pudo desarrollarse en su totalidad hacia el final de este proyecto.

Por último, es importante resaltar el nivel de interrupción que generó la pandemia de la COVID-19 en los sistemas sanitarios a nivel mundial. Las instituciones de salud estuvieron en la primera línea y las autoridades de los hospitales debieron organizar, planificar y desplegar recursos con el objetivo de gestionar la crisis sanitaria. Esto significó postergar planes, reasignar activos financieros e invertir la mayor parte de su tiempo en preparar la mejor estrategia de respuesta posible.

Lecciones aprendidas

Además de los resultados y las recomendaciones, las demostraciones piloto y el fortalecimiento del vínculo con los hospitales participantes, el proyecto K-CEP de auditorías energéticas con enfoque en refrigeración dio lugar a varios aprendizajes que se tendrán en cuenta en iniciativas similares a futuro:

1. Para garantizar la implementación sin inconvenientes de una auditoría energética es importante trabajar tanto con autoridades del hospital, como con el personal de operaciones desde el comienzo del proyecto. Las personas en puestos de liderazgo pueden tomar decisiones y sumar recursos al proyecto, mientras que el proceso de auditoría exigirá una cooperación estrecha con el personal.
2. Los términos de referencia hicieron necesario que el equipo de consultoría lleve a cabo las auditorías de conformidad con las directrices nacionales (según el país), así como con los requisitos adicionales identificados en el marco del proyecto. Es útil hacer una revisión periódica de los términos de referencia junto al equipo de auditoría mientras el proceso está en curso; de lo contrario, es posible que se omitan algunos requisitos.
3. Los problemas básicos del consumo energético existen en establecimientos de salud nuevos y viejos, por ejemplo, el aislamiento térmico deficiente y la

necesidad de limpiar los equipos. Es necesario realizar auditorías energéticas frecuentes, incluso en los establecimientos recientemente renovados.

4. La conciencia de quienes ocupan puestos de liderazgo en los hospitales respecto de la importancia de la eficiencia energética y de los sistemas de refrigeración —tanto para el hospital, como para la mitigación del cambio climático— es un factor fundamental para promover estas acciones.

5. Es clave coordinar la colaboración entre el hospital participante y la empresa que realiza el piloto. La comprensión mutua y la conciencia sobre la importancia del proyecto pueden lograrse gracias a una comunicación y un intercambio asiduos entre todas las partes.

6. Los vínculos entre el desarrollo sostenible, el acceso a la salud y las políticas y los proyectos sobre el cambio climático son cada vez más claros. A partir del proyecto, la eficiencia energética y de refrigeración son temas que se abordan en forma sistemática en numerosas reuniones y proyectos de Salud sin Daño.



Taller de lanzamiento en Buenos Aires, Argentina

Oportunidades identificadas

Capacitación, herramientas y directrices

1. Adaptar los términos de referencia que se usan para contratar equipos de consultoría y crear una versión genérica que puedan usar aquellos hospitales que deseen hacer auditorías de energía y sistemas de refrigeración (Anexo).
2. Desarrollar programas de capacitación presencial y en línea sobre eficiencia energética, enfoques climáticamente inteligentes respecto de los sistemas de refrigeración, y reducción de las emisiones de GEI para quienes diseñan establecimientos de salud.
3. Desarrollar programas de capacitación presencial y en línea sobre eficiencia energética, enfoques climáticamente inteligentes respecto de los sistemas de refrigeración, y reducción de las emisiones de GEI en establecimientos de salud, que puedan aplicarse a las prácticas de compras sostenibles.
4. Desarrollar directrices y herramientas para identificar alternativas sostenibles de refrigeración, evaluar proyectos y propuestas, identificar necesidades, y establecer prioridades al implementar planes energéticos sostenibles.
5. Desarrollar herramientas para evaluar el abordaje de los establecimientos en materia de eficiencia energética y facilitar los primeros pasos hacia la reducción del consumo energético y de refrigeración, así como también de las emisiones de GEI. Por ejemplo, el equipo de consultoría en Argentina elaboró una lista de verificación para establecimientos de salud que se presentará y compartirá a nivel general en 2021 (Anexo).

Coordinación con otras iniciativas

6. Usar los resultados del K-CEP para reforzar el trabajo del proyecto SHiPP sobre eficiencia energética y reducción de emisiones de GEI. Salud sin Daño lanzó la [Guía para la gestión de compras sostenibles en salud](#), tanto en español, como en inglés. Esta guía aborda las intervenciones bajas en carbono e incluye la refrigeración sostenible. El resumen ejecutivo está a disposición del público, mientras que el documento completo solo puede ser consultado por miembros de

la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables.

7. La herramienta de [Monitoreo del impacto climático](#) para establecimientos de salud, desarrollada e implementada por Salud sin Daño, incorpora una sección con información más detallada sobre la eficiencia energética y los sistemas de refrigeración. La sección cuenta con datos simplificados sobre equipos de refrigeración; consumo de electricidad, gas y diésel; así como información sobre los gases refrigerantes que usan las unidades de aire acondicionado.

Esta herramienta contiene una planilla sobre refrigeración, de modo tal que los establecimientos puedan incluir los resultados en sus planes de mitigación y compras sostenibles. La herramienta permite a los miembros identificar los orígenes de sus emisiones de refrigeración y resaltar qué gases es prioritario reemplazar.

Comunicación

8. Comunicar la experiencia y los resultados para inspirar a las autoridades, partes interesadas y representantes políticos de los establecimientos de salud. Estos son algunos canales de divulgación: sitios web regionales y global de Salud sin Daño, Red Global de Hospitales Verdes y Saludables, y REEI.
9. Identificar y publicar estudios de caso sobre refrigeración sostenible aplicados al sector de la salud y enfocados en las compras sostenibles y el diseño edilicio. Como resultado del proyecto, Salud sin Daño compartirá los estudios de caso y los aprendizajes en Argentina, China y Filipinas. El equipo de América Latina también incluirá estudios de caso en el informe anual [Hospitales que curan el planeta](#).
10. El equipo de Salud sin Daño en América Latina lanzará una serie en formato pódcast durante 2021, y ya grabó un episodio sobre eficiencia energética y refrigeración con el equipo de consultoría que realizó la auditoría.

Política

11. El equipo de Salud sin Daño en América Latina está participando de la mesa redonda con la sociedad

civil del gabinete nacional en materia de políticas climáticas y ha establecido distintas alianzas con otras ONG que trabajan en cuestiones climáticas y de sostenibilidad.

12. Los aprendizajes se incorporarán al trabajo en políticas con los Ministerios de Ambiente y Salud. Por ejemplo, dado que China se compromete a tener una huella de carbono neutra para 2060, el contexto político y normativo puede brindar mayor apoyo al proceso.

13. Salud sin Daño trabajó recientemente con el Banco Mundial en el desarrollo de un documento técnico sobre cuidado de la salud climáticamente inteligente en el contexto de la respuesta a la COVID-19. Este documento se publicará durante el primer trimestre de 2021. El documento menciona la importancia de la refrigeración sostenible y las cadenas de frío.

14. Salud sin Daño colaboró en la elaboración de las Orientaciones de la OMS sobre "[Establecimientos de Salud Resilientes al Clima y Ambientalmente Sostenibles](#)", documento en el que se mencionan los vínculos entre la refrigeración con baja emisión de carbono y los sistemas de salud resilientes.

Ampliación

15. Construir sobre la experiencia del proyecto para amplificar el resultado de la mejora en la eficiencia de los sistemas de refrigeración:

a. Argentina

Al incorporar una sección sobre eficiencia energética y de sistemas de refrigeración en la herramienta de Monitoreo del impacto climático para establecimientos de salud, los hospitales participantes estimaron su línea base. Tener esta información es el primer paso para abordar la eficiencia energética. Distintos establecimientos de la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables solicitaron la herramienta y planean comenzar a trabajar en una refrigeración climáticamente inteligente.

El proyecto se comunicó al Ministerio de Salud argentino, que expresó su interés en conocer la herramienta. Del mismo modo, ministerios de otros países latinoamericanos, como Chile y Colombia, se comunicaron con Salud sin Daño para conocer más sobre la eficiencia de sistemas de refrigeración y sobre la herramienta, a fin de evaluar la mejor manera de comenzar a trabajar en este tema. El impacto del proyecto podría ampliarse a niveles internacionales, si los países de la región adoptan la herramienta formalmente.

b) China

Se presentó una propuesta ante el Programa de Pequeñas Donaciones del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), con resultados positivos. Los fondos adicionales permitieron extender la iniciativa a un hospital en el sur de China, y definieron una nueva asociación con un equipo de profesionales de la Universidad de Tongji, con experiencia en eficiencia energética a nivel hospitalario. Esta experiencia puede replicarse en otros establecimientos.

En esta línea, se han mantenido conversaciones con la oficina de Pekín de la Energy Foundation, en busca de oportunidades para ampliar el impacto del proyecto mediante el uso de la plataforma.

c) Filipinas

Hay actores y partes interesadas de Filipinas que pueden ayudar a mantener algunos componentes del proyecto K-CEP. Por ejemplo, la Comisión por el Cambio Climático está buscando la manera de apoyar a Salud sin Daño para que implemente la iniciativa Hospitales Verdes en Filipinas, que incluirá sistemas de refrigeración eficientes en establecimientos de gran tamaño. Del mismo modo, el Departamento de Energía puede ayudar a instruir a los hospitales acerca de la nueva ley de eficiencia energética.

El Departamento de Salud comenzará a calcular la huella de carbono de todos los establecimientos de salud a nivel nacional y está buscando ayuda para definir la metodología y el proceso que usará para abordar esta tarea tan importante. El proyecto K-CEP puede ofrecer sus experiencias y procesos de auditoría en materia de energía para sistemas de refrigeración.

OPORTUNIDADES DE ACCIÓN A NIVEL HOSPITALARIO, DEL SISTEMA DE SALUD Y DE LAS POLÍTICAS NACIONALES

En diciembre de 2020 se cumplió el quinto aniversario del Acuerdo de París, el compromiso de casi todos los países con mantener el calentamiento global muy por debajo de los 2 °C. Es un objetivo ambicioso, y el tiempo apremia. La temperatura del planeta ya ha aumentado aproximadamente 1 °C desde el comienzo de la era industrial (IPCC, 2019). Desde todas partes del mundo se han sugerido visiones audaces para ralentizar el calentamiento global y hay países e industrias que se comprometieron a impulsar una

transición a cero emisiones. El sector de la salud comprende su responsabilidad en este desafío. Esto significa que hospitales independientes, sistemas de salud y asociaciones de profesionales de la salud, e incluso ministerios nacionales, tomen medidas concretas para abordar las emisiones del sector.

La huella climática del sector de la salud equivale a alrededor del 4,4 % de las emisiones netas globales, es decir, a dos gigatoneladas de dióxido de carbono (CO₂). Esto representa las emisiones de gases de efecto invernadero anuales de 514 centrales eléctricas de carbón. Si fuera un país, el sector de la salud sería el quinto emisor más grande del planeta. Las emisiones son producto del consumo energético (transporte, electricidad, calefacción y refrigeración), así como también de la fabricación, el uso y la disposición de productos. Más del 70 % de las emisiones derivan de la cadena de suministro del sector de la salud, mientras que el resto emanan directamente de los establecimientos de salud o, indirectamente, de la compra de fuentes de energía ([Salud sin Daño, 2019](#)).

Una acción climática por parte del sector de la salud que se encuadre dentro de la ambición del Acuerdo de París implica que los establecimientos y los sistemas de salud, al igual que los países, trabajen con fabricantes y proveedores de bienes y servicios para alcanzar cero emisiones en 2050, o antes. No será una tarea sencilla, pero el sector ya cuenta con numerosas herramientas disponibles para descarbonizarse y concretar un aporte significativo hacia la transición global a cero emisiones, con ejemplos pertinentes a nivel mundial.

Cinco años después del Acuerdo de París, el mundo hoy comprende que alcanzar cero emisiones sería imposible si alguno de los actores clave no siguiera ese camino, y esto incluye al sector de la salud.

Numerosos sistemas de salud importantes de todo el mundo ya están avanzando en materia de descarbonización. En el Reino Unido, el Servicio Nacional de Salud (NHS, por sus siglas en inglés) quiere convertirse en el primer servicio nacional de salud del mundo en alcanzar emisiones netas

cero, al igual que el gobierno de ese país, que se comprometió a ser neutro en carbono para 2050. Desde 2008, el NHS hace el seguimiento y reporta su huella de carbono y, de acuerdo con sus cálculos más recientes, es responsable de un 4-5 % de la huella de carbono de Inglaterra. A partir de esa línea base, el NHS definió una serie de metas: alcanzar para 2040 la carbono neutralidad en lo relativo a las emisiones bajo su control directo, y para 2045 sobre las que puede influenciar. Para lograrlo, llevará a cabo un conjunto de acciones que reduzcan las emisiones, como por ejemplo actualizar el aire acondicionado y los sistemas de refrigeración actuales de los edificios, y asegurarse de que los hospitales nuevos se construyan de modo tal que faciliten la reducción de emisiones a cero. Solo las propiedades del NHS y sus establecimientos complementarios representan un 15 % del perfil de emisiones totales de carbono del NHS ([NHS, 2020](#)).

En otras partes del mundo, hospitales independientes y otros servicios de salud han tomado medidas similares. En los Estados Unidos, por ejemplo, Kaiser Permanente, uno de los sistemas de salud sin fines de lucro más importantes del país, se comprometió a tener un impacto de carbono neto positivo para 2025; mientras que el sistema de salud de la Universidad de California apunta a tener una huella de carbono neutra para 2025. En Europa, se ha avanzado mucho en la región escandinava y los Países Bajos, con organizaciones que se comprometieron a alcanzar la neutralidad en carbono y a usar tecnologías climáticamente inteligentes. Mientras tanto, en América Latina, más de 175 hospitales de la región trabajan con la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables de Salud sin Daño, han calculado sus huellas climáticas y están actualmente definiendo las metas de reducción. Asia también ha progresado, con nuevas normativas sobre la conservación de energía a nivel municipal, provincial y nacional en China, por ejemplo ([Salud sin Daño, 2019](#)).

Los hospitales, los sistemas de salud y los países deben tener una línea base robusta para comprender qué cuestiones deben abordar en materia de su huella climática, en especial en lo relativo a la refrigeración, que actualmente se estima que representa un 10 % de las emisiones globales de GEI (Strahan, 2016). Este es particularmente el caso en la actualidad, con la COVID-19, ya que el desafío de hacer campañas de vacunación masiva ha resaltado la necesidad de considerar la refrigeración en forma integral.

El punto de partida es una evaluación sólida y rigurosa de necesidades, con el objetivo de identificar no solo las percibidas en materia tecnológica o energética,

sino también la cartera y el volumen de las demandas de refrigeración, las cuestiones sociales más urgentes que deben abordarse y la magnitud del problema. Este enfoque también permitirá hacer un seguimiento del progreso a lo largo del tiempo. Una evaluación permite modelar las necesidades de servicios de refrigeración y analizar en qué medida la demanda de estos servicios podrá cubrirse con las trayectorias actuales o cómo evolucionará en respuesta al cambio de las condiciones climáticas. Además, permite calcular las implicancias económicas, sociales, energéticas y de emisiones de la brecha entre la trayectoria actual y los servicios de refrigeración, y explorar una cartera de opciones en materia de comportamiento, operación, tecnología y agregación (Peters, et al, 2020).

En 2020, un trabajo colaborativo entre la Universidad Heriot-Watt, el Centro para la Refrigeración Sostenible (CSC, por sus siglas en inglés) y Energía Sostenible para Todos (SEforAll) creó la “Evaluación de necesidades de refrigeración para todas las personas”, una herramienta marco que los países pueden usar para cuantificar sus necesidades de refrigeración, a fin de respaldar estrategias de mitigación enfocadas en las soluciones. Está diseñada para que quienes formulan políticas comprendan y gestionen las necesidades de refrigeración actuales y futuras, y para ayudarlos a desarrollar Planes de acción nacionales de refrigeración (NCAP, por sus siglas en inglés), en los que deberían abordar medidas normativas, tecnológicas, de creación de capacidades y financieras. Los NCAP son herramientas útiles para que los países promuevan acciones integradoras entre distintos sectores de la refrigeración y para que vinculen las elecciones tecnológicas de estos sectores con la eficiencia energética y el acceso a la refrigeración, sin dejar de reducir los impactos ambientales nocivos de las sustancias controladas por el Protocolo de Montreal. Estos planes ayudan a que los países comprendan y definan prioridades de refrigeración y a que puedan planificar a largo plazo, con distintos ministerios y partes interesadas pertinentes. Idealmente, deberían incluir un horizonte a largo plazo (veinte años o más) y ser compatibles con planes existentes y futuros de reducción progresiva de HFC, así como con los planes de mitigación climática más generales de los países (K-CEP, 2020a). Más de veinticinco países están trabajando actualmente en sus NCAP, que incluyen medidas como la supresión progresiva de hidroclorofluorocarbonos (HCFC), la reducción progresiva de HFC, la eficiencia energética, y el acceso a la refrigeración (K-CEP, 2019).



Crédito: Campaña “This is cool”. SEforAll

Uno de los primeros países en responder fue la India, que presentó su NCAP en 2019. El plan contempla una perspectiva a veinte años e incluye objetivos específicos, como reducir la demanda de refrigeración en todos los sectores entre un 20 y un 25 % para el período 2037-2039 y capacitar y certificar a 100.000 técnicos y técnicas (India, 2019). Trinidad y Tobago también presentó en 2020 una estrategia de refrigeración (Trinidad y Tobago, 2020) que incluye una amplia gama de instrumentos normativos como, por ejemplo, estándares mínimos de eficiencia energética (MEPS, por sus siglas en inglés). Esto se alinea con las directrices del Programa de Eficiencia de Enfriamiento de Kigali (K-CEP), que fomentan que en los NCAP se incluyan MEPS y etiquetas claras, así como refrigerantes naturales, normas de seguridad y mecanismos financieros (K-CEP, 2020).

A medida que elaboran sus NCAP, quienes formulan políticas alrededor del mundo han trabajado en actualizar sus Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) para abordar las emisiones totales de GEI. Conforme a lo definido en el Acuerdo de París, cada cinco años, los países deben presentar compromisos climáticos nuevos y más ambiciosos. Esto es muy importante ya que, con los compromisos actuales, el mundo se dirige hacia un calentamiento de 3 °C para 2100, en lugar de los 2 °C definidos en París (ONU Informe sobre la Brecha de Emisiones, 2020). Al momento de la publicación de este informe, treinta y nueve países más la Unión Europea ya han presentado sus NDC actualizadas (Climate Action Tracker, 2020).

El sector de la salud se menciona específicamente en algunas de las NDC nuevas y más ambiciosas, en lo que respecta a la adaptación o la mitigación. En el caso de Argentina, por ejemplo, el gobierno incluyó a la salud como uno de los quince principios rectores de su nueva NDC, que presentó en 2020, con el objetivo

de que para 2030 se hayan reducido las emisiones del sector y abordado las nuevas enfermedades vinculadas con el cambio climático ([Argentina, 2020](#)). Colombia también está trabajando en un plan climático sectorial para la salud, que fue uno de los seis ámbitos priorizados por el gobierno en su plan de desarrollo 2014-2018 ([Colombia, 2015](#)). Es probable que más países tomen medidas similares. En 2020, el NDC Support Facility (NDC-SF) (Crédito de respaldo de las NDC) de K-CEP otorgó financiamiento a un grupo de diez países, con el objetivo de que mejoren sus NDC mediante un nuevo trabajo sobre refrigeración eficiente e inocua para el clima. El trabajo abordará distintos aspectos del sector de refrigeración, incluidas las cadenas de frío sostenibles ([K-CEP, 2020](#)).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomendó explícitamente a los países que incluyan al sector de la salud en sus NDC, y expresó que pueden reforzarlas con metas y políticas climáticas que incluyan y promuevan la salud ([OMS, 2019](#)). La OMS revisó las NDC de los países y observó que el 70 % de las presentaciones (129 de 184) hechas a 2019 incluían consideraciones en materia de salud. Esto coincide con las conclusiones del informe de The Lancet Countdown, que determinó que los gobiernos están prestando cada vez más atención a los vínculos entre la salud y el cambio climático. Uno de los indicadores que se usaron en el informe fue el rol de la salud dentro de las NDC, con un análisis de las referencias y de su relevancia dentro del texto. The Lancet Countdown observó que 135 (73 %) de 185 NDC contenían consideraciones sobre salud pública. Esto es particularmente válido en el caso de las NDC de los países menos adelantados, una categoría que usa la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Por el contrario, las NDC de Europa y los Estados Unidos no incluyeron referencia alguna a la salud. De todas maneras, se espera que este año Europa y los Estados Unidos presenten nuevas NDC, que podrían incluir una referencia al sector de salud ([Lancet, 2020](#)).

Además de actualizar sus NDC, los países han comenzado a trabajar en sus estrategias de desarrollo a largo plazo de bajas emisiones (LT-LEDS, por sus siglas en inglés). Estas estrategias son una herramienta normativa fundamental que puede ayudar a contextualizar acciones a corto plazo dentro de los cambios estructurales a largo plazo necesarios para hacer la transición a una economía resiliente y baja en carbono para 2050. Tienen muchos beneficios, como orientar a los países para que eviten hacer inversiones costosas en tecnologías con grandes volúmenes de emisiones y planificar nuevas infraestructuras

sostenibles (Waisman, et al, 2016). El sector de la salud puede tener un rol activo como parte de las LT-LEDS, con metas de mitigación que, por ejemplo, ayuden a planificar el futuro de la refrigeración. Hasta el momento de publicación de este informe, veintinueve países han presentado sus estrategias, lo que representa un 27,9 % de las emisiones globales ([Climate Watch, 2020](#)). La estrategia a largo plazo de España, por ejemplo, se compromete a reducir las emisiones de gases fluorados, como los HFC, en un 94 % para 2050 ([España, 2020](#)).

La vigesimosexta Conferencia de las Partes (COP 26, por sus siglas en inglés), cumbre climática programada para noviembre de 2021 en el Reino Unido, será una oportunidad para que quienes formulan políticas muestren un férreo compromiso en pos de la acción climática, con nuevas NDC y LT-LEDS. Al ser un ámbito relevante en términos de emisiones de GEI, el sector de la salud puede ayudar a que los países cumplan con sus metas climáticas y alcancen cero emisiones para 2050, conforme a lo estipulado en el Acuerdo de París. Esto es particularmente relevante en el caso de la refrigeración, una actividad de alto consumo energético y muy contaminante, pero con una posibilidad real de alcanzar cero emisiones para 2050. La transición de la refrigeración podría duplicar los efectos de mitigación climática de la supresión progresiva de HFC, de conformidad con la Enmienda de Kigali, sin dejar de generar beneficios a nivel de la economía, la salud y el desarrollo ([Carbon Trust, et al, 2020](#)).

COBENEFICIOS DE LA INTEGRACIÓN DE LA MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN CLIMÁTICAS

Los establecimientos de salud son la primera y la última línea de defensa frente a los impactos del cambio climático. Son responsables de grandes emisiones de GEI y, al mismo tiempo, brindan los servicios necesarios y asisten a las personas que se ven afectadas por el clima extremo y otros peligros climáticos a largo plazo. Sin embargo, a medida que el clima sigue cambiando, los riesgos a los sistemas y establecimientos de salud —como hospitales, clínicas y establecimientos primarios de salud— aumentan, mientras que las y los profesionales de la salud tienen cada vez menos posibilidades de proteger a las comunidades frente a los distintos peligros climáticos. Entre 2000 y 2018, la mortalidad por calor en personas mayores de sesenta y cinco años aumentó

un 53,7 %. Por otra parte, también aumentó el número de días que la gente estuvo expuesta a riesgo muy alto o extremadamente alto de peligro de incendio en 2016-19 en comparación con 2001-04, entre muchos otros desafíos que ha traído el cambio climático ([Lancet, 2020b](#)).

Esto presenta un desafío multidimensional, al que la pandemia de coronavirus le agrega más presión, con gobiernos que trabajan en el alcance, los requisitos y la escala de la cadena de frío y las soluciones de refrigeración (K-CEP, 2020b). Sin embargo, el sector de la salud está trabajando para estar a la altura del desafío: construyendo resiliencia ante eventos climáticos extremos y tensiones a largo plazo, y reduciendo —para, eventualmente, eliminar— todas sus emisiones de GEI.

Implementar estas medidas lo antes posible permitiría tener hospitales, clínicas y centros comunitarios resilientes y con baja huella de carbono que, además, se encuadren dentro del Acuerdo de París, los ODS y la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal.

Construyendo resiliencia

Hay una amplia gama de herramientas disponibles para los establecimientos de salud —desde el uso de energías renovables hasta la mejora en el diseño de construcciones— que han demostrado ser útiles en el proceso de adaptación a los efectos del cambio climático y de mitigación de las emisiones.

El término “resiliencia” se refiere a la capacidad y agilidad holística que tiene un sistema para cambiar conforme a las circunstancias, y para seguir funcionando bajo presión mientras cambia. Es mucho más que la falta de vulnerabilidad, sino que tiene que ver con la capacidad del sistema en general. Este término tiene una relación estrecha con la adaptación al cambio climático, pero no significan lo mismo. Según lo definido por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), la adaptación es “el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos” ([IPCC, 2019](#)). Con respecto al sector de la salud, la resiliencia tiene que ver con la capacidad que tiene dicho sector de sobrellevar y gestionar riesgos sanitarios de modo tal que se mantengan las funciones esenciales, la

identidad y la estructura de los sistemas de salud. Agregar un enfoque resiliente al clima en los sistemas de salud ayuda a garantizar el desempeño del sistema y, por lo tanto, a sostener y maximizar el valor de las inversiones en salud. La OMS define a un sistema de salud resiliente al clima como “uno que puede prever conmociones y presiones relacionadas con el clima, darles respuesta, superarlas, recuperarse y adaptarse a ellas para mejorar constantemente la salud de la población a pesar de la inestabilidad del clima” ([OMS, 2015](#)).

Por lo tanto, la vulnerabilidad de los hospitales y las clínicas que no son verdaderamente resilientes puede aumentar. Los eventos climáticos extremos pueden desencadenar emergencias de salud pública que saturan la capacidad de los establecimientos de salud, alterar los servicios o incluso dañar infraestructuras, con el consiguiente impacto en las personas atendidas y el personal de la salud. Los establecimientos de salud dependen mucho de los servicios comunitarios, como la electricidad y el agua potable, que son vulnerables a interrupciones del servicio energético. Al mismo tiempo, estudios demuestran que el cambio climático aumentará el riesgo de perder infraestructura debido a inundaciones, lo que obliga a los establecimientos a adaptar sus sistemas en forma acorde ([Geroy, Pesigan, 2011](#)). Esto generará costos imprevistos asociados con los impactos del cambio climático, y exacerbará las ya conocidas dificultades financieras, además de limitar la capacidad funcional de los sistemas de salud a nivel comunitario ([Paterson, et al, 2014](#)).

Desarrollar un sistema de salud verdaderamente resiliente al cambio climático es parte de un proceso

La continuidad y la calidad de los servicios brindados en establecimientos de salud se enfrentan con el desafío del cambio climático en medio de eventos climáticos extremos cada vez más frecuentes y graves, así como mayores riesgos sanitarios.

acumulativo. El primer paso consiste en lograr que la resiliencia sea una meta real, manteniendo las metas actuales que buscan mejorar la salud de las personas, dar respuesta y ser eficientes, y brindar protección social y financiera. Esto significa que el sistema de salud debe construir capacidades para reconocer, monitorear y gestionar los riesgos sanitarios relacionados con el clima, adaptar sus operaciones para cambiar las condiciones

de riesgo, recuperarse de dificultades con poca ayuda externa, aprender de la experiencia, y mejorar sus capacidades para el futuro. Cada parte del sistema debe volverse resiliente: desde la fuerza laboral y el liderazgo, hasta los productos médicos y la financiación. Para la OMS, esto se da de dos maneras. En primer lugar, con la reducción de la vulnerabilidad mediante inversiones destinadas a disminuir la pobreza, promover el acceso universal a servicios esenciales y las buenas prácticas de gobernanza en salud. En segundo lugar, mediante el desarrollo de capacidades. Esto significa entender de qué manera el cambio climático afectará a la población del sistema de salud, evaluar la efectividad de las intervenciones y mejorar la capacidad institucional.

En su marco operacional para el desarrollo de sistemas de salud resilientes al clima, la OMS define diez componentes que, juntos, brindarán un enfoque abarcativo para integrar la resiliencia al clima en los sistemas de salud existentes. Estos son: liderazgo y gobernanza; personal sanitario; evaluación de la vulnerabilidad, la capacidad y la adaptación; vigilancia integrada de riesgos y alerta temprana; salud e investigación climatológica; tecnologías e infraestructura resilientes al clima y sostenibles; gestión de los determinantes ambientales de la salud; programas sanitarios informados con relación al clima; preparación y gestión de emergencias; y financiación para la salud y el clima. La OMS postula que los diez elementos pueden brindar a los establecimientos de salud y a los sistemas en general la estructura necesaria para implementar un plan de adaptación que incluya la asignación de funciones y responsabilidades, así como los recursos humanos y financieros. Es un marco flexible, capaz de adaptarse a los contextos nacional y local, y que puede usarse como guía para el desarrollo de planes de acción en salud y cambio climático (OMS, 2015).

Si bien algunas intervenciones requieren grandes inversiones iniciales —por ejemplo, la instalación

Algunas de las intervenciones para generar resiliencia en los establecimientos de salud incluyen el fortalecimiento del personal sanitario y la mejora del acceso a alimentos, agua y servicios sanitarios mediante el monitoreo; la mejora del acceso y la confiabilidad de las fuentes de energía; y la adaptación de infraestructuras y tecnologías.

de sistemas de energías renovables—, también crean nuevos puestos de trabajo, generan retornos económicos en el mediano plazo e impulsan el crecimiento económico. Cada vez hay más ejemplos de países que celebran acuerdos de compra de energía (PPA, por sus siglas en inglés), que permiten a instituciones como hospitales contratar energía renovable sin necesidad de aportar los fondos iniciales para la inversión de capital, por ejemplo (IRENA, 2012). Implementar programas educativos entre el personal sanitario también puede dar resultados importantes, y su costo puede recuperarse en apenas un año (OMS, 2015).

Un paso adelante en la mitigación

El funcionamiento del sector de la salud depende a diario de la energía, la refrigeración y la calefacción térmica. Esto incluye a la iluminación, refrigeración, ventilación, comunicaciones, cocina, limpieza, lavadero y sistemas informáticos. También se requieren para el funcionamiento de dispositivos médicos, como equipos de diagnóstico, y para la gestión segura de residuos médicos. Sin embargo, todas estas actividades consumen gran cantidad de energía, lo que hace que los establecimientos de salud sean responsables de un volumen importante de emisiones de GEI. La refrigeración, particularmente, es la que genera el mayor impacto climático en los hospitales; si no se toman medidas para mejorar la eficiencia y descarbonizar la matriz energética, los valores actuales de las emisiones que genera esta actividad podrían cuadruplicarse para 2040 (K-CEP, 2018). Esto se debe, en gran medida, a que el cambio climático hace necesaria una mayor refrigeración. China, Estados Unidos e India actualmente generan el 45 % de las emisiones hospitalarias por refrigeración, mientras que muchos establecimientos de salud en países menos desarrollados carecen de un acceso adecuado a energía. El informe **2020 Chilling Prospects** demostró que más de mil millones de personas en cincuenta y cuatro países están en riesgo por carecer de acceso a refrigeración (SEforALL, 2020). Ampliar la refrigeración en países que actualmente no tienen un acceso adecuado podría tener consecuencias ambientales severas. Esto evidencia la necesidad urgente de que el sector de la salud y los países tomen medidas de modo tal que la refrigeración no solo sea accesible para todas las personas, sino que además tenga cero emisiones.

La Coalición para la Refrigeración Limpia y Eficiente (Cool Coalition), que agrupa a más de cien partes asociadas que impulsan cambios en el sector de la refrigeración, ha planteado una ruta de acción climática para que la refrigeración alcance la carbono neutralidad para 2050,

de conformidad con el Acuerdo de París. Para lograrlo, la Coalición insta a enfocarse en tres áreas de impacto: la refrigeración pasiva, mediante la adopción masiva de medidas que disminuyan la necesidad de refrigeración mecánica; equipos y electrodomésticos supereficientes, que además deberían funcionar con energía sin emisiones; y refrigerantes y gases de espuma aislante con potencial de calentamiento global extremadamente bajo, implementados en todos los sectores y aplicaciones de refrigeración. Lograr una refrigeración sin emisiones de GEI en estas tres áreas de impacto complementaría otras rutas de acción climática, como los asentamientos humanos, el transporte, la energía y la resiliencia. Esto generará numerosos beneficios a nivel social y económico, como acelerar la transición a la generación de energía cero emisiones, crear nuevas oportunidades laborales, reducir la contaminación del aire y minimizar las muertes por calor ([Carbon Trust, et al, 2020](#)).

Energía Sostenible para Todos (Sustainable Energy for All, SEforAll), una organización internacional cuyos objetivos incluyen hacer campañas de refrigeración para todas las personas, ha instado a sistemas de salud y gobiernos a que se enfoquen en un conjunto de intervenciones normativas, financieras, tecnológicas y de servicios en aras de avanzar en la refrigeración sostenible. La organización explica que, si bien la tecnología suele ser la primera intervención en plantearse, es necesario combinar todas las acciones para crear un entorno apto para recibir inversiones en soluciones de refrigeración más sostenibles. Las soluciones financieras incluyen medidas de financiación directa e indirecta que pueden influir en el costo de los planes de refrigeración; mientras que las soluciones de servicios comprenden actividades que apoyan la creación o implementación de soluciones de refrigeración más sostenibles. Las soluciones normativas se refieren a medidas legalmente vinculantes (o “sanciones”), de educación y motivacionales (o “incentivos”); mientras que las medidas tecnológicas apuntan al uso de materiales, productos y dispositivos que ayuden a disminuir el volumen de emisiones del sector de refrigeración. Cada tecnología tiene un rango de sostenibilidad alcanzable, y las más eficientes y con menores emisiones suelen ser más sostenibles que el resto. Las intervenciones pueden variar desde tomar medidas en un hospital específico hasta redefinir la matriz energética de un país para que tenga una mayor participación de las energías renovables (SEforALL, 2020).

Una estrategia que da buenos resultados consiste en tener mejores diseños edilicios que pueden reducir —o, incluso, evitar— la demanda energética para la refrigeración de espacios. Según el Programa de Eficiencia Energética en Edificios (PEEB, por sus siglas en

inglés), las envolventes de edificios de alto desempeño pueden reducir la demanda de refrigeración entre un 30 y un 50 % ([PEEB, 2020](#)). Ciertas medidas brindan grandes posibilidades de reducir la demanda energética de la refrigeración, por ejemplo, las envolventes de edificios adaptadas al clima, los colores de las paredes exteriores, las ventanas, la ventilación natural, la orientación y la vegetación. Al mismo tiempo, si se adaptan los edificios al clima local y se usan técnicas de refrigeración pasiva, estas construcciones pueden mantenerse frescas en forma natural. En los climas húmedos, el PEEB sugiere crear estructuras de peso liviano a medio y disposiciones abiertas y espaciosas que fomenten la ventilación natural constante. Por el contrario, en climas secos, los edificios deberían ser de gran tamaño, para bloquear el calor durante el día y enfriarse naturalmente durante la noche. Por lo tanto, las políticas deberían abordar no solo la mejora en los diseños de los edificios, sino también las tecnologías de refrigeración eficientes. Esto concuerda con las recomendaciones de K-CEP, que sugieren el uso de materiales para techos fríos, menos vidrio y control de temperatura por zonas. Si bien muchas de estas medidas pueden implementarse en los hospitales existentes, se espera que sean más rentables cuando se incluyan en la planificación y el diseño de hospitales nuevos ([K-CEP, 2018](#)).

La transición de la refrigeración hacia energías renovables también puede hacer una gran diferencia, pero hasta el momento, la atención se ha limitado a las políticas necesarias para que esto ocurra. Según la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA, por sus siglas en inglés), a fines de 2019, solo cuarenta y nueve países —principalmente, dentro de la Unión Europea— contaban con objetivos nacionales en materia de calefacción y refrigeración renovables, contra 166 que tenían la meta de generar electricidad con fuentes renovables. Para descarbonizar la energía que se usa en refrigeración, IRENA insta a los gobiernos a que implementen paquetes de políticas que prioricen la energía renovable y que lleven adelante una supresión progresiva de los combustibles fósiles. Esto es incluso más crítico en el contexto de la pandemia de COVID-19, que ha disminuido la demanda de servicios de refrigeración basados en renovables. IRENA sugirió una serie de caminos para la transición hacia la refrigeración con renovables: abandonar los combustibles fósiles y adoptar tecnologías eléctricas eficientes que se alimenten de electricidad renovable, como las bombas de calor y los electrodomésticos; usar gases renovables, como el hidrógeno verde, el biogás y el biometano, para reemplazar a los gases fósiles; usar energía térmica solar en los aires acondicionados; y usar energía geotérmica para calefaccionar y refrigerar espacios ([IRENA, 2020](#)).

Próximos pasos

Salud sin Daño está incorporando las lecciones aprendidas a partir del proyecto en cada iniciativa que implementa a nivel global, al igual que sus socios y las oficinas regionales. Los miembros de la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables continuarán aprendiendo a monitorear sus emisiones de GEI, incluida la refrigeración, elaborando planes de acción para la mitigación climática y desarrollando políticas de compras sostenibles que incluyan la eficiencia energética y de sistemas de refrigeración.

Basada en la herramienta desarrollada por el equipo de América Latina, Salud sin Daño ha lanzado una herramienta de Monitoreo de impacto climático para que miembros de todo el mundo de la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables calculen la huella de carbono, con instrucciones paso a paso, una plataforma en línea y un programa de capacitación. Los resultados generarán datos valiosos y útiles para que el sector de salud desarrolle planes de acción en materia climática a nivel mundial.

Asimismo, Salud sin Daño lanzó en 2021 una [Hoja de ruta global para la descarbonización del sector de la salud](#), que en 2022 se complementará con una metodología para medir a nivel nacional la huella de carbono del sistema sanitario, planificar acciones y hacer seguimientos. Por último, se lanzará en 2021 una herramienta para descarbonización en la cadena de suministro, que ayudará a quienes trabajan en sostenibilidad y adquisiciones a identificar prioridades en materia de compras bajas en carbono.

Contar con un sector de la salud sostenible y resiliente en todos los países es un gran desafío, y Salud sin Daño continuará trabajando para integrar la sustentabilidad y la resiliencia de la salud como elementos fundamentales de su estrategia climática global. Salud sin Daño aprovechará la diversidad de experiencias y las redes de sus oficinas regionales y socios estratégicos, así como las de instituciones internacionales como la OMS, y pronto comenzará a desarrollar un marco para la resiliencia climática de la salud que considere tres dimensiones vinculadas: la resiliencia de establecimientos e infraestructuras, de sistemas y de comunidades. El desarrollo y la

implementación de este marco se alinearán con el enfoque previsto por la vigesimoséptima Conferencia de las Partes (COP27, por sus siglas en inglés) sobre adaptación y resiliencia.

En última instancia, Salud sin Daño continuará trabajando con socios gubernamentales y no gubernamentales para avanzar en la refrigeración sanitaria eficiente a nivel energético e inocua para el clima. Con la experiencia, el conocimiento y las alianzas logradas gracias a este proyecto, Salud sin Daño entiende el gran potencial que tiene el desarrollo de planes nacionales de acción en materia de refrigeración sanitaria, que reforzarán la ambición climática global, sin dejar de mejorar el acceso a la refrigeración y de apoyar la cobertura sanitaria universal. Al reflexionar sobre los valores fundacionales de Salud sin Daño, queda claro que lograr una adecuada refrigeración en el sector de la salud no solo “no dañará” sino que, además, generará beneficios en pos de la visión de personas sanas, en comunidades sanas, en un planeta sano.



Reunión entre representantes de los hospitales, el equipo de consultoría y el equipo de Salud sin Daño. Argentina.

Bibliografía

- Carbon Trust, Coalición para la Refrigeración Limpia y Eficiente, High-Level Champions, Programa de Eficiencia de Enfriamiento de Kigali, Oxford Martin School en la Universidad de Oxford (2020). Climate Action Pathway: Net-zero Cooling.
- Center for Sustainable Cooling (Centro para la Refrigeración Sostenible) (2020). A Cool World. Defining the Energy Conundrum of Cooling for All.
- Dreyfus, G., Borgford-Parnell, N., Christensen, J., Fahey, D.W., Motherway, B., Peters, T.,
- Energía Sostenible para Todos (2020). Chilling Prospects. Tracking Sustainable Cooling for all.
- EIA (Environmental Investigation Agency) (2019). Doors Wide Open. Europe's flourishing illegal trade in hydrofluorocarbons (HFCs).
- Geroy, Lester y Pesigan, Arturo (2011). Disaster risk reduction for health facilities in the Western Pacific Region.
- Gobierno nacional de Argentina (2020). Segunda Contribución Determinada a Nivel Nacional.
- Gobierno nacional de Colombia (2015). Plan de desarrollo 2014-2018.
- Gobierno nacional de España (2020). Estrategia de descarbonización a largo plazo.
- Gobierno nacional de India (2019). India Cooling Action Plan Launched.
- Gobierno nacional de Trinidad y Tobago (2020). Estrategia de refrigeración nacional de Trinidad y Tobago.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (2014). Cambio climático 2014 Informe de síntesis.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (2019). Special Report on Global Warming of 1.5°C.
- IRENA (Agencia Internacional de las Energías Renovables) (2012). Financial Mechanisms and Investment Frameworks for Renewables in Developing Countries.
- IRENA (Agencia Internacional de las Energías Renovables) (2020). Renewable Energy Policies in a Time of Transition: Heating and Cooling.
- K-CEP (Programa de Eficiencia de Enfriamiento de Kigali) (2018). Global Climate Impact from Hospital Cooling.
- K-CEP (Programa de Eficiencia de Enfriamiento de Kigali) (2019). Principles for National Cooling Plans.
- K-CEP (Programa de Eficiencia de Enfriamiento de Kigali) (2020a). Tackling the Cooling Challenge with National Cooling Action Plans.
- K-CEP (Programa de Eficiencia de Enfriamiento de Kigali) (2020b). Understanding the cold-chain challenge for COVID-19 vaccination.
- NHS (Servicio Nacional de Salud del Reino Unido) (2020). Delivering a 'Net Zero' National Health Service.
- O'Grady, Elizabeth, Narsipur, Saarthak (2018). The AC Industry Conundrum: Cooling Is Warming the Planet, but Market Failures Are Preventing the AC Industry from Innovating. RMI.
- Organización Mundial de la Salud (2015). Marco operacional para el desarrollo de sistemas de salud resilientes al clima.
- Organización Mundial de la Salud (2019). Health in the Nationally Determined Contributions.

- Organización Mundial de la Salud (2020). Establecimientos de Salud Resilientes al Clima y Ambientalmente Sostenibles - Orientaciones de la OMS.
- Paterson, Jaclyn, Berry, Peter, Ebi, Kristie y Varangu, Linda (2014). Health Care Facilities Resilient to Climate Change Impacts.
- PEEB (Programa de Eficiencia Energética en Edificios) (2020). Better Design for Cool Buildings.
- Peters, Toby, Bing, Xu y Debnath, Kumar (2020). Cooling for All: Needs-based assessment.
- Piccolotti, R., Shah, N., y Xu, Y (2020). Assessment of Climate and Development Benefits of Efficient and Climate-Friendly Cooling.
- PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2021). Informe sobre la Brecha de Emisiones.
- Reese, April (2018). As countries crank up the AC, emissions of potent greenhouse gases are likely to skyrocket. Science.
- Salud sin Daño (2019). Huella climática del sector de la salud.
- Stausholm, Tine (2019). UN Secretary-General Wants National Cooling Action Plans. R744.
- The Lancet (2020). The 2020 report of the Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises."
- Universidad de Birmingham (2016). Clean Coal and the Global Goals.

Anexos

Ejemplo de términos de referencia para auditorías energéticas y sistemas de refrigeración en establecimientos de salud

Versión 1. Marzo de 2021

1- Sobre el proyecto

Esta sección debería incluir una descripción breve del proyecto, que incluya:

- **Contexto:** el contexto general sobre la eficiencia energética y los sistemas de refrigeración; las razones y los motivos para la implementación del proyecto.
- **Objetivo:** una explicación breve del objetivo final del proyecto y de los beneficios adicionales que se podrían obtener.
- **Oportunidades:** las formas de utilizar los resultados. El abordaje de los problemas actuales y propuestas para futuras aplicaciones.

2- Objetivos de la consultoría

Fijar objetivos claros e identificar la información necesaria. Establecer un objetivo principal y listar los objetivos específicos conforme a los requisitos del establecimiento.

Las instituciones de salud deben asumir el compromiso de aportar la información que el equipo de auditoría solicite, como así también asignar personal específico para acompañar al equipo durante el proceso.

Ejemplo

Objetivos generales:

Realizar una auditoría energética que deberá centrarse en los equipos de frío y aire acondicionado, además de brindar un panorama general del consumo energético del establecimiento de salud y establecer

cuáles son las emisiones equivalentes de gases de efecto invernadero (GEI) derivadas del consumo de energía total y del sistema de refrigeración en particular.

Objetivos específicos:

- Describir el potencial del establecimiento para la implementación de medidas de eficiencia energética (EE) en los equipos de frío y aire acondicionado.
- Realizar un análisis en general del potencial de la implementación de EE en lo referente al desempeño térmico del edificio.
- Presentar recomendaciones de eficiencia energética y describir los detalles técnicos y económicos de la propuesta.
- Los resultados e indicadores deben permitir la comparación con otros establecimientos de salud, atendiendo a las diferencias socioculturales, de infraestructura, climáticas o de otro tipo.

3- Producto de la consultoría y resultados esperados

Describir el producto y los resultados esperados. Indicar la información específica solicitada y los formatos deseados, la audiencia que los recibirá y los datos de respaldo.

Ejemplo

El equipo de auditoría seleccionado deberá entregar un informe en formato digital con los detalles y las conclusiones según los resultados esperados, además de una planilla de cálculo con los datos para la

confección del informe. En particular, deberá incluir:

3.1 Sobre el establecimiento de salud

- Nivel de complejidad.
- Superficies: superficie total, superficie cubierta.
- Número de camas.
- Cantidad de personas que trabajan en la institución.
- Cantidad de pacientes anuales.
- Cantidad y nombre de los servicios.

3.2 Sobre las condiciones edilicias

- Listado de la normativa nacional relacionada al comportamiento higrotérmico y la eficiencia energética del edificio.
- Coordenadas geográficas del establecimiento de salud.
- Zona bioclimática en la que se encuentra y datos climáticos de referencia según lo establezca la normativa del país.
- Estado edificio en relación con sus condiciones y desempeño térmico, transmitancia de la envolvente y superficie vidriada.
- Balance térmico de verano según la normativa nacional.
- Caracterización de eficiencia energética del edificio según la normativa de cada país.
- Orientación del edificio respecto del sol.

3.3 Sobre el consumo de energía

- Reconocimiento y caracterización de las fuentes energéticas utilizadas en el establecimiento de salud.
- Si el establecimiento de salud utiliza energías renovables, descripción del sistema y de su utilización.
- Generación de línea base de al menos 3 años de consumo total de energía eléctrica y de gas (en unidad equivalente de energía).
- Generación de línea base de otra fuente de energía, en caso de que se la utilice (leña, carbón, etc.).
- Energía eléctrica generada en el establecimiento de salud (generadores de emergencia) y consumo de combustibles para la generación de energía eléctrica en el establecimiento de salud (en unidades volumétricas y equivalente energético en kWh, MWh, etc.).

- Consumo de energía de equipos de frío y aire acondicionado.
- Confección de la matriz de consumo de energía (iluminación, agua caliente sanitaria, calefacción, aire acondicionado, otros).
- Distribución de los costos de energía, de electricidad, de gas y otros.
- Confección de indicadores de base anual:

Energía total (electricidad + gas + otros) e indicadores de energía total por unidad de superficie cubierta, por cama, por trabajador/a de la salud, por empleado/a y por paciente.

Energía eléctrica total e indicadores de energía eléctrica total por unidad de superficie cubierta, por cama, por trabajador/a de la salud, por empleado/a y por paciente.

Gas total [kWh o MWh] e indicadores de gas total por unidad de superficie cubierta, por cama, por trabajador/a de la salud, por empleado/a y por paciente.

Emisiones de CO₂ equivalente debido al consumo total de energía, de electricidad y de gas.

Emisiones de CO₂ equivalente por paciente y por cama.

- Revisión de los gases refrigerantes utilizados en los equipos de frío:

Emisiones de CO₂ equivalente de los gases refrigerantes utilizados en los equipos de frío.

Clasificación de los gases refrigerantes conforme al Protocolo de Montreal y la Enmienda de Kigali.

Indicador del porcentaje de gases refrigerantes que cumplen con los requisitos del Protocolo de Montreal y la Enmienda de Kigali sobre el total de los gases refrigerantes utilizados en el establecimiento.

3.4 Sobre los equipos de frío y aire acondicionado

- Lista de la normativa nacional que establezca niveles de eficiencia energética sobre equipos de frío y aire acondicionado.
- Inventario y caracterización de equipos de aire acondicionado.
- Nivel de eficiencia de los equipos inventariados.
- Vida útil de los equipos inventariados.

3.5 Eficiencia energética

- En relación con el inventario de los equipos de frío y aire acondicionado, establecer el potencial de ahorro energético, especificando la metodología (recambio de equipamiento, medidas de mantenimiento, etc.).
- Describir si el establecimiento de salud posee personal capacitado en eficiencia energética y/o gestión de la energía.
- Describir si el establecimiento de salud implementa medidas de eficiencia energética o tiene proyectos en este sentido.
- Describir si la incorporación de un sistema de monitoreo de consumo de energía para los sistemas de refrigeración es factible técnicamente. Indicar qué tipo de sistema e inversión serían necesarios.

4- Propuesta económica

Los equipos de auditoría deberán entregar una propuesta de trabajo en donde se especifique:

- Propuesta económica.
- Planificación y cronograma del proyecto y entrega de informes.
- Equipamiento que se utilizará para la ejecución de las auditorías.
- Detalles del equipo de trabajo que participará del desarrollo de la auditoría, con indicación del nombre, apellido, breve descripción de su trayectoria profesional y CV.
- Antecedentes de trabajos con un alcance similar.

Lista de verificación de eficiencia energética y refrigeración para establecimientos de salud

Versión 3. Junio 2021

El objetivo de esta lista de verificación, diseñada especialmente para los miembros de la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables (GGHH por su sigla en inglés), es tener una herramienta de uso rápido y sencillo para evaluar el trabajo del establecimiento en eficiencia energética y de refrigeración, e implementar

mejoras energéticas y ambientales. Los datos obtenidos serán de utilidad para la estimación de indicadores, la realización de un diagnóstico y, en muchos casos, suficientes para el trazado de metas y plazos para alcanzarlas. El formato de presentación y la metodología de llenado se desarrollaron para simplificar su uso.

Parte 1 - Información general

Nombre de la institución:	
Persona de contacto 1	Mail
Persona de contacto 2	Mail
Dirección	Código postal
Ciudad	Provincia
Superficie total cubierta	Área total
Personal de la salud	Personal total
Número de camas	Pacientes anuales

Parte 2 - Capacidad técnica e información de base sobre agua y energía

Pregunta / Respuesta	No	En curso / parcialmente	Sí	No lo sé
Cuenta con una persona responsable de gestión ambiental				
Cuenta con una persona responsable de gestión energética				
Cuenta con un grupo de trabajo interdisciplinario responsable de la gestión ambiental o funciones similares				
Información disponible				
Cuenta con registros de consumos eléctricos de los últimos 3 años				
Cuenta con registros de consumo de gas natural de los últimos 3 años				
Cuenta con registros de consumo de diésel de los últimos 3 años				
Cuenta con registros de consumo de otras fuentes de energía de los últimos 3 años				
Cuenta con registros de consumo de agua de los últimos 3 años				
Cuenta con documentación sobre las características arquitectónicas y detalles técnicos del edificio, muros, ventanas, puertas, etc.				

Parte 3 - Gestión energética, instalaciones termomecánicas y calidad del aire

Proveedor de electricidad		
Proveedor de gas natural		
¿Utiliza energías renovables?	Sí / No	¿Cuáles?
Si usa energía renovable, ¿se genera en el sitio o es un contrato de compra?	In situ	Contrato de compra
Otros recursos energéticos utilizados		

Pregunta / Respuesta	No	En curso / parcialmente	Sí	No lo sé
Gestión energética				
Se trabaja bajo criterios de eficiencia energética				
Cuenta con sistemas de monitoreo de energía				
Cuenta con sistemas de medición específicos para diferentes edificios, servicios, etc.				
Hay planes o metas de eficiencia energética				
Se realizan auditorías energéticas anuales				
Hay campañas de concientización y capacitación en eficiencia energética y refrigeración				
Instalaciones termomecánicas				
Cuenta con una persona responsable de las instalaciones termomecánicas				
Las instalaciones termomecánicas de las diferentes áreas fueron diseñadas de acuerdo a las normas ASHRAE * vigentes				
Los sistemas termomecánicos funcionan según las normas ASHRAE * vigentes				
Cuentan con un plan de mantenimiento predictivo de los equipos termomecánicos				
Cuentan con un plan de mantenimiento predictivo para el cambio de filtros				
Cuentan con un plan de mantenimiento predictivo de limpieza de conductos				
Se controla el estado de los conductos y sus aislaciones al menos 3 veces por año				
Calidad de aire				
Se monitorea anualmente la calidad de aire interior				
Se monitorea anualmente la calidad de aire exterior				

Parte 4 - Refrigeración y enfriamiento

Pregunta / Respuesta	No	En curso / parcialmente	Sí	No lo sé
Aire acondicionado				
Cuenta con información sobre el porcentaje de energía total usado para enfriamiento				
Hay control del uso del aire acondicionado				
Hay estándares de temperatura ambientales para evitar un enfriamiento excesivo				
Cuenta con un inventario actualizado de equipos de aire acondicionado				
El equipo de enfriamiento es energéticamente eficiente				
El equipo de enfriamiento tiene menos de cinco años de uso				
Los equipos de aire acondicionado y de enfriamiento obsoletos o dañados son reemplazados por unidades de máxima calificación en eficiencia energética				
Cuando se retira el equipo de enfriamiento, los refrigerantes se recuperan y/o reciclan				
La apertura de puertas y ventanas es controlada exclusivamente por personal de la institución				
El aire acondicionado es centralizado				
Las unidades de aire acondicionado utilizan únicamente refrigerantes aprobados				
El aumento de la potencia de refrigeración se lleva a cabo dentro de un plan global y bajo las normas ASHRAE *				
Las instalaciones de aire acondicionado cuentan con paneles eléctricos independientes				
Refrigeración				
Los refrigeradores y congeladores son de máxima calificación en eficiencia energética				
Los refrigeradores y congeladores utilizan refrigerantes aprobados				
Los refrigeradores y congeladores tienen menos de cinco años de uso				
Los refrigeradores y congeladores obsoletos o dañados son reemplazados por unidades energéticamente eficientes				
Cuando se retira el equipo de refrigeración, los refrigerantes se recuperan y/o reciclan				
La temperatura de los refrigeradores y congeladores se monitorea / data logging				

Los refrigeradores y congeladores se descongelan según su manual de usuario o cuando la capa de hielo llega a 10 mm de espesor				
Los cuartos fríos se controlan y monitorean según su manual de usuario				
Cuenta con un sistema de alerta para temperaturas fuera de los parámetros establecidos				
Cuenta con un protocolo de respuesta a situaciones de emergencia				
Vacunas				
Cuenta con una persona responsable de la infraestructura de cadena de frío de las vacunas				
Cuenta con planes para mejorar la eficiencia energética en la infraestructura de la cadena de frío relacionada con las vacunas				
La cadena de frío de las vacunas se mantuvo estable durante todo el año (sin fallas)				
Alimentos				
Cuenta con una persona responsable de la infraestructura de cadena de frío de los alimentos				
Cuenta con planes para mejorar la eficiencia energética en la infraestructura de cadena de frío de los alimentos				
La cadena de frío de alimentos se mantuvo estable durante todo el año (sin fallas)				
Medicación				
Existe una persona responsable de la infraestructura de la cadena de frío de los medicamentos				
Hay planes para mejorar eficiencia energética en la infraestructura de la cadena de frío relacionada los medicamentos				
La cadena de frío de los medicamentos se mantuvo estable durante todo el año (sin fallas)				

Parte 5 - Arquitectura

Pregunta / Respuesta	No	En curso / parcialmente	Sí	No lo sé
Cuenta con medidas de protección solar (persianas, toldo, cortinas, etc)				
Cuenta con medidas para disminuir la carga de calor en los alrededores del edificio (suelo abierto, plantas y césped alrededor del edificio, etc.)				
El diseño de las obras de renovación y nuevas construcciones considera la eficiencia en refrigeración (orientación solar, aislamiento térmico, ventanas, puertas de alto rendimiento, etc.)				
Las circulaciones y sectores de espera tienen ventilación natural				

Parte 6 - Cambio climático: mitigación y resiliencia

Pregunta / Respuesta	No	En curso / parcialmente	Sí	No lo sé
Mitigación				
Se conoce y calcula la huella de carbono relacionada con las emisiones de refrigeración				
La huella de carbono del hospital incluye las emisiones relacionadas con la refrigeración y los refrigerantes				
Cuenta con objetivos formales de mitigación del cambio climático				
Los objetivos formales incluyen la sustitución de refrigerantes con alto PCG**				
Cuenta con estrategias de compras sostenibles que incluyen criterios de eficiencia energética y mitigación del cambio climático				
Cuenta con estrategias de compras sostenibles que incluyen la priorización de equipos de enfriamiento y refrigeración que utilizan refrigerantes con bajo PCG ** y bajo potencial de agotamiento de la capa de ozono				
Se usan energías renovables o hay proyectos concretos para su implementación				
Cuenta con calentadores de agua solares				

Resiliencia				
Se ha realizado una evaluación de riesgos				
Cuenta con sistema de energía de emergencia en caso de interrupción del suministro				
Los generadores de emergencia se controlan de acuerdo a su manual de usuario				
Los dispositivos eléctricos de emergencia pueden cubrir la demanda energética en áreas de emergencia y críticas				
Cuenta con un plan de autoabastecimiento con energía renovable en caso de interrupción del suministro				
La energía renovable es suficiente para cubrir la demanda energética en áreas de emergencia y críticas				
El equipo de emergencia (generadores de emergencia, instalaciones de energía solar, etc.) es capaz de resistir eventos climáticos extremos.				

Comentarios:

* American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

** Potencial de calentamiento global

Más información:

[Kigali Cooling Efficiency Program \(2018\). Global Climate Impact from Hospital Cooling](#)

[World Health Organization \(2020\). WHO Guidance for climate-resilient and environmentally sustainable health care facilities](#)

[World Health Organization \(2021\). Checklists to Assess vulnerabilities in Health Care Facilities in the Context of Climate Change](#)

Estudio de caso: Argentina

Hospital Dr. J. Giordano de Albardón

Marzo 2021

Introducción

El Hospital Dr. J. Giordano de Albardón está ubicado en el oeste argentino, en la provincia de San Juan. La región tiene un clima árido y las pocas precipitaciones ocurren durante el verano, generalmente en forma de

tormentas eléctricas. El establecimiento forma parte de una de las tres instituciones argentinas seleccionadas para participar en el proyecto y la única que realizará la demostración piloto. Las características del hospital se pueden resumir en la siguiente tabla.

Nivel de complejidad	Secundario (medio)
Número de camas	51
Número de trabajadores/as sanitarios/as	157
Número de pacientes / año	91.686
Superficie cubierta	4.970 m ²
Número de departamentos	21

El hospital consta de 11 consultorios externos, sectores de farmacia, radiología, ecografía, mamografía, laboratorio, banco de sangre, kinesiología, salas de parto y habitaciones con 27 camas para personas adultas y 24 para atención pediátrica.

Las personas del hospital involucradas en el proyecto incluyen: la representante de Salud Ambiental de la provincia, el director administrativo del hospital y el director de la Región de Salud, así como el personal que colaboró con el equipo de consultoría al brindar información y unirse a las visitas en la institución.

Fase 1: auditoría de energía y refrigeración

La auditoría se realizó entre julio y octubre de 2019. Algunos de los desafíos encontrados incluyeron:

- **Falta de información:** recopilar los datos de consumo fue un proceso difícil. El hospital no había recibido **facturas de electricidad y gas natural** porque las abona directamente el estado. Por esta razón, se debieron tomar varios pasos antes de que los representantes del hospital pudieran tener

acceso a información detallada sobre el consumo y los costos económicos.

- **Capacitación insuficiente:** el equipo de mantenimiento está subcontratado y las personas empleadas no tenían formación y conocimientos suficientes sobre refrigeración y eficiencia energética.

Informe final

Equipamiento

- El equipo de refrigeración consiste principalmente en **A/C de expansión directa**, la mayoría de ellos splits calor/frío **de alto consumo eléctrico**. Estas unidades tienen baja eficiencia y calidad, y después de 3 años ya necesitan ser reemplazadas.
- En áreas especiales, el enfriamiento se logra con equipos de techo. Este tipo de equipos no se recomiendan para estas áreas porque necesitan tener la posibilidad de ser limpiados por completo. El sistema tiene aislamientos internos que pueden mojarse, dañar el sistema y permitir la proliferación

de microorganismos. Además, según el personal de mantenimiento, muchas veces **no alcanzan las temperaturas requeridas** porque son sistemas on-off y no modulantes.

Características del edificio

- La **envolvente, los muros y las cubiertas del edificio** tienen un aislamiento térmico insuficiente y su **eficiencia está por debajo de los estándares recomendados**.
- El hospital cuenta con varias lucarnas que representan el 6,62% de la superficie del techo. Estas claraboyas son el **mayor problema de diseño climático detectado**. La entrada de radiación solar de alta intensidad provoca dos perjuicios simultáneos: eleva la temperatura interior hasta el sobrecalentamiento y genera deslumbramiento. El sobrecalentamiento se mitiga con equipos de refrigeración y el deslumbramiento no se controla.
- El **tipo de carpintería** que se utiliza en el hospital tiene un **bajo rendimiento** y un muy **alto nivel de infiltración de aire**.

Tendencias de uso y consumo

La siguiente información está basada en datos de 2016-2018 y expresada en promedio anual. No hubo información sobre el consumo de gas natural entre 2016 y 2018 porque el medidor instalado no estaba funcionando. Los datos se calcularon según el clima, los usuarios y la eficiencia del equipo utilizado.



Tragaluces en el Hospital Dr. J. Giordano

La **electricidad** se utiliza principalmente para la iluminación, el confort térmico (refrigeración y calefacción) y funcionamiento de equipos hospitalarios. Por lo tanto, el consumo eléctrico del Hospital Dr. J. Giordano **depende en gran medida de factores climáticos**. A medida que las temperaturas se alejan de la temperatura de confort de 25 °C, la demanda aumenta.

	Anual (KWh)	Anual por cama (kWh)	Anual por paciente (kWh)	Anual por m ² cubierto (kWh)	Emisiones de GEI (kgCO ₂)
Consumo promedio de electricidad	495 643	9718	5,4	100	237 909
Consumo promedio de gas natural	309 351	6066	3,4	62	148 489
Consumo promedio de diésel	2716	53	0	0,5	1303
Consumo total promedio de energía	807 710	15 837	9	163	387 701

	Anual	Anual por cama	Anual por paciente	Anual por m ² cubierto
Emisiones totales de GEI (kg de CO₂)	387 701	7602	4	78

El **gas natural** se utiliza para el calentamiento de agua, en la cocina y en estufas. No se utiliza gas para climatización en instalaciones termomecánicas. Como se mencionó anteriormente, la información sobre el consumo de gas es escasa y los datos fueron estimados.

El hospital utiliza **diésel** para los grupos electrógenos que producen electricidad en caso de corte de luz y para realizar tareas de mantenimiento. Desde 2016 ha habido un **aumento constante** de su consumo.

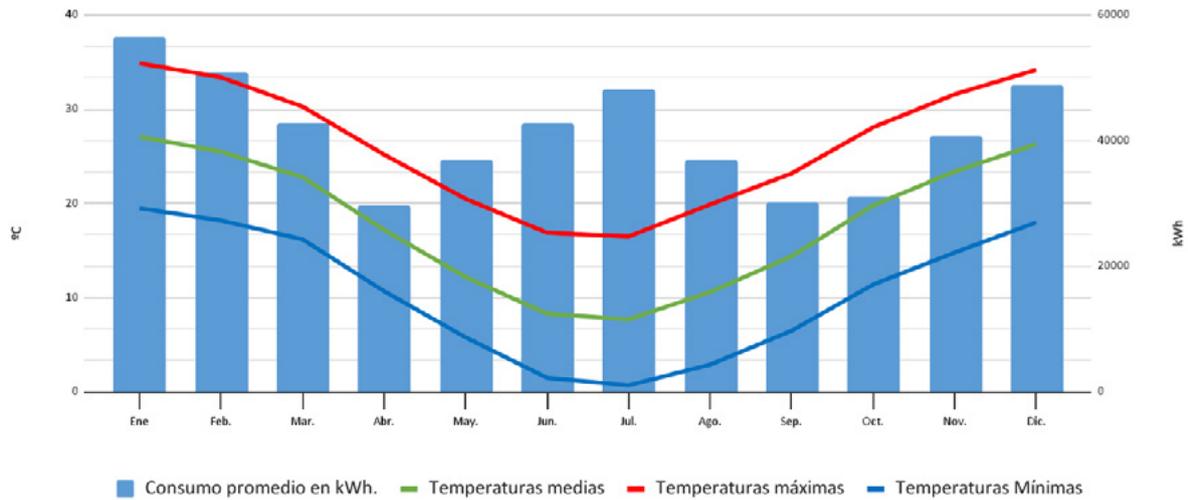


Gráfico 1. Consumo promedio de electricidad por mes (kWh) (2016-2018)

Anualmente, la electricidad es la principal fuente de energía, seguida del gas natural. La contribución del diésel es inferior al 1 %.

La información de los costos de energía se basa en las facturas de diciembre de 2018. Los datos están expresados en pesos argentinos (ARS) y dólares estadounidenses (USD) según el tipo de cambio de

ese mes. El costo de la electricidad por kWh es de 0.09 USD, por lo que los costos anuales totales rondan los 42.000 USD. Los costos del diésel fueron de casi USD 230. No se disponía de datos sobre los costos del gas natural.

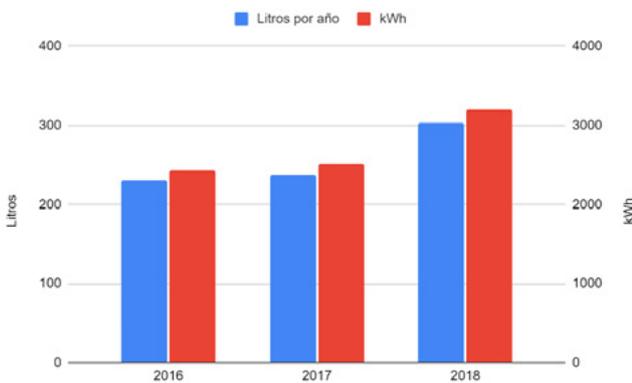


Gráfico 2. Consumo anual de diésel 2016-2018

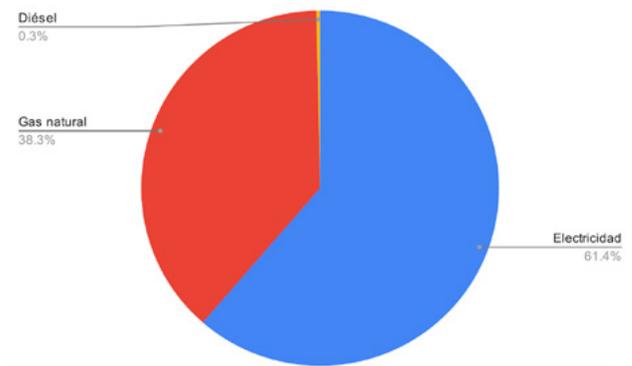


Gráfico 3. Distribución del consumo anual de energía (promedio 2016-2018)

Recomendaciones

Optimización de la arquitectura

La falta de aislamiento térmico de las cubiertas y paredes, los defectos de la carpintería y las lucarnas

sin control solar son las deficiencias más destacadas del edificio.

PROPUESTAS DE MEJORA

Cubiertas

Alternativas propuestas	Ventaja	Desventaja
Aislación (lana de vidrio o planchas de poliestireno) sobre las placas del cielorraso suspendido	Simple y económica	Esta solución no se puede aplicar en todo el edificio por razones estructurales
Aislación por debajo de la cubierta	Procedimiento rápido y simple	El procedimiento produce polvo y ruido en el interior del edificio, interrumpiendo su funcionamiento.
Aislación por encima de la cubierta	El procedimiento se realiza en el exterior sin perturbar el normal funcionamiento del edificio.	Costoso

Muros

Alternativas propuestas	Ventaja	Desventaja
Adición de una capa aislante en el lado interior del muro	Procedimiento sencillo	El procedimiento debe realizarse dentro del edificio, alterando su funcionamiento normal. Provoca un aumento de 45 mm en el espesor de la pared, reduciendo el espacio de la habitación.
Adición de una capa aislante en el lado exterior de la pared	Procedimiento tiene lugar en el exterior del edificio	

Carpintería

La carpintería debería ser reemplazada. Aunque es costoso, se puede realizar en diferentes etapas y con intervenciones sencillas. Las áreas priorizadas deben ser las de uso frecuente como oficinas y salas de atención médica. Podrían dejarse pasillos y salas de espera para la etapa final.

Lucarnas

Las lucarnas han sido identificadas como **el mayor problema de diseño climático** detectado. Las

recomendaciones surgen de los siguientes conceptos:

- Durante la primavera, verano y otoño, se debe reducir drásticamente el impacto de la radiación y la transferencia de calor al interior.
- En invierno, las claraboyas se pueden utilizar como calefacción pasiva, especialmente en las horas de la mañana.
- En las horas más frías será necesario minimizar las pérdidas de calor por infiltración.
- A lo largo del año será importante reducir

significativamente la luz entrante, la cual está por encima de los niveles de comodidad.

Las alternativas propuestas incluyen lamas metálicas,

protección vegetal y la instalación de films reflectivos. Más información en "**Fase 2: demostración piloto**".



Infiltración de aire y entrada de luz a través de las lucarnas

Mejora de la eficiencia de los equipos

1. Actualmente, algunas unidades de A/C tipo split ya han sido retiradas por haber cumplido su vida útil. El corto tiempo de funcionamiento coincide con su bajo precio de mercado. El deterioro y la mano de obra necesaria para mantenerlos operativos, además de su elevado consumo eléctrico, exigen un **cambio de criterio en la compra de equipos de refrigeración**.

2. Un **plan de reemplazo** de equipos ineficientes e inadecuados podría ahorrar hasta un **40 % del consumo de energía**. Esto incluye la sustitución de unidades split por un **sistema de recuperación de calor VRF (flujo de refrigerante variable)** en las habitaciones de pacientes y una bomba de calor para las salas de consulta, así como la sustitución de los equipos de refrigeración en áreas especiales por otros más adecuados.

Como cada sistema es independiente, el reemplazo puede realizarse en diferentes pasos sin la necesidad de una gran inversión inicial.

Si no hay posibilidad de implementar estos cambios, se recomienda reemplazar las unidades de A/C viejas o ineficientes con equipos nuevos que cumplan con los **estándares recomendados**.

Implementación de energías renovables

- El potencial de radiación solar en San Juan es significativo en comparación con otros lugares y puede alcanzar los 7 kWh durante el verano.

- **Energía solar térmica:** para una demanda diaria de 300 litros de agua a 50 °C, la instalación de equipos solares para el precalentamiento del agua podría ahorrar **más del 80 % del consumo energético anual utilizado para este fin**.
- **Energía solar fotovoltaica:** la instalación de generadores fotovoltaicos es una alternativa para reducir el consumo eléctrico. Esta opción es una de las recomendaciones seleccionadas para ser implementadas en el piloto. Más información en "**Fase 2: demostración piloto**".

Gestor energético

La recomendación final consiste en asignar un equipo o gerente de Gestión Energética a cargo de monitorear y optimizar el consumo y la eficiencia energética.

Plan de acción

La auditoría proporcionó información valiosa sobre la eficiencia energética y de refrigeración del hospital, deficiencias, oportunidades y recomendaciones. Durante el proceso, se hizo evidente que la preocupación por las lucarnas estaba justificada. Es fundamental **modificar los diseños de los futuros edificios y concientizar** sobre su impacto sobre la eficiencia y los costos. Asimismo, la **falta de especialistas y capacitación del personal** llevó a las autoridades a instalar A/C tipo split en todo el edificio sin planificación o análisis previo para hacer frente

a la carga térmica, lo que hizo que el sistema sea ineficiente y costoso.

A pesar de que 2020 obligó a las autoridades hospitalarias a involucrarse en la pandemia de COVID-19, decidieron tomar acciones en pos de la eficiencia energética mediante:

- El reemplazo de luminarias por **unidades LED**.
- El reemplazo de unidades de aire acondicionado antiguas por otras **más eficientes y la eliminación de la compra A/C tipo split**.
- Gestiones para **acceder a las facturas de consumo** con el fin de monitorear el uso de electricidad y gas natural, así como medir los resultados de las intervenciones implementadas.

Fase 2: implementación del proyecto piloto

El Hospital Dr. J. Giordano fue seleccionado para realizar la demostración piloto. Durante el proceso, se evaluaron varias alternativas y se realizó una propuesta formal en febrero de 2021. La presentación tuvo dos ejes principales: el mejoramiento de las lucarnas y la instalación de equipos de energía renovable.

Lucarnas

Como se mencionó anteriormente, las lucarnas son responsables de dos problemas importantes: el calentamiento excesivo de la zona y el deslumbramiento que llega a niveles de discomfort. Para abordar estos problemas se propusieron diferentes soluciones:

- **Lamas metálicas:** pueden filtrar la radiación de verano y permitirla durante el invierno. El mantenimiento es bajo, ya que solo es necesario asegurarse de que no haya corrosión realizando inspecciones y repintando una o dos veces al año. El impacto visual externo e interno puede ser negativo y la inversión inicial es considerable.
- **Protección vegetal:** las especies autóctonas y caducíferas pueden adaptarse a los requisitos anteriormente indicados. Pueden proporcionar protección solar y térmica durante el verano y, a medida que las hojas caen durante el otoño, permiten la radiación solar durante el invierno. El riego puede ser proporcionado por un tanque de agua principal, junto con el producto de condensación del equipo de aire acondicionado. El mantenimiento sería medio, enfocándose en monitorear el correcto funcionamiento del sistema de riego y el crecimiento de la vegetación,

mientras se eliminan los tallos y hojas que puedan bloquear el drenaje del agua de lluvia. El impacto visual exterior e interior puede ser positivo y la inversión media a baja.

- **Films reflectivos:** actualmente, existen films instalados en los tragaluces, pero están dañados en varios sectores. De manera similar, la carpintería tiene problemas de corrosión y aberturas que deben ser reparadas. La instalación de films nuevos y altamente reflectivos reduciría significativamente la transferencia de calor al interior y controlaría la incomodidad visual. El mantenimiento sería muy bajo. El impacto visual exterior e interior puede ser muy positivo y la inversión depende de la calidad, marca y coste de instalación.

Teniendo en cuenta la relación costo-beneficio, la recomendación formal fue la combinación de protección vegetal y películas reflectantes.



Proyecto de protección vegetal
Crédito: Equipo consultor y auditores en Argentina, SurSolar



Films reflectivos

Instalación fotovoltaica

Como se mencionó, el potencial de radiación de la provincia de San Juan es uno de los más altos de Argentina y a escala mundial. El proyecto consistió en el diseño, instalación, operación y monitoreo de la primera instalación fotovoltaica en un establecimiento de salud pública en San Juan. Los generadores fotovoltaicos se pueden conectar fácilmente con la instalación eléctrica interna del hospital. El objetivo fue **instalar 10 kWp** en la parte trasera del edificio, con una franca orientación norte.

Al utilizar energía fotovoltaica, se genera la máxima potencia cuando hay máxima radiación solar. Esto coincide con los momentos en los que el consumo de aire acondicionado alcanza su punto máximo. Los ahorros dependen de la potencia instalada y las mejoras generales del edificio. **Por sí sola, la energía fotovoltaica instalada puede ahorrar un 3,75 %.** Sin

embargo, con mejoras en las lucarnas mediante el uso de protección vegetal y films reflectivos, los ahorros pueden alcanzar el 10 %.

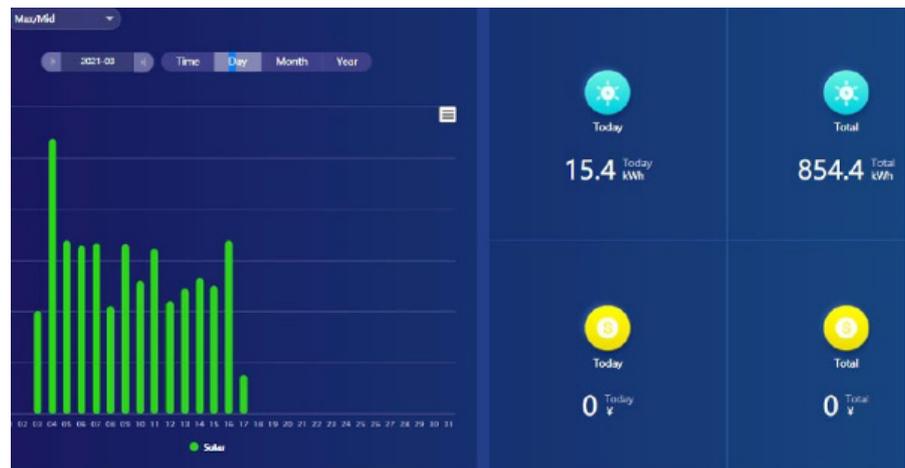
Implementación

El proceso de implementación se inició en enero de 2021 con la compra de generadores fotovoltaicos. Luego de una cuidadosa planificación y colaboración entre el equipo consultor, las autoridades hospitalarias, el equipo de Salud sin Daño y el Ministerio de Salud de la provincia, se instalaron 10 kWp y entraron en funcionamiento en marzo de 2021.

El funcionamiento del sistema se puede controlar a través de una pantalla que muestra detalles sobre la energía suministrada acumulada, la energía suministrada en el día, la potencia que está suministrando y el ahorro en las emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO₂e). La pantalla que informa los parámetros operativos permite la interacción con el personal del hospital en tiempo real.



Proceso de instalación de equipos de energía fotovoltaica en el Hospital Dr. J. Giordano.



Visualización de la pantalla durante el primer día de instalación. Proporciona información sobre el clima, los kWh generados durante el día y los kWh acumulados generados.

Sistema de monitorización con información sobre la generación de energía acumulada y la producción diaria.

Próximos pasos

Los próximos pasos del Hospital Dr. J. Giordano de Albardón incluyen:

- Crear un **grupo de trabajo especializado en eficiencia energética**: actualmente, el Ministerio de Ciencia y Tecnología está ofreciendo un curso sobre energías renovables y eficiencia energética. Algunos/as ingenieros/as, arquitectos/as y técnicos/as que se gradúen de este curso serán invitados/as a unirse a este equipo para consultar, auditar y ayudar a los edificios públicos presentes y futuros, así como para participar en la toma de decisiones y políticas.
- Completar el **reemplazo de las luminarias por unidades tipo LED**.
- Avanzar y completar la demostración piloto:
 - **Lucarnas**: el Ministerio de Salud está evaluando actualmente las opciones de films reflectivos y las empresas de instalación para completar este aspecto del proyecto. En materia de protección vegetal, el Director de Áreas Verdes y Abiertas de la provincia, el Director de Arquitectura y el Director de Recursos Energéticos se unieron al grupo de trabajo y dieron su opinión. Existe un debate actual sobre qué planta es la mejor alternativa teniendo en cuenta las necesidades de riego, la resistencia al calor y los requisitos de mantenimiento.
 - No se espera que los resultados de la instalación de los films y la protección de las plantas se vean

por varios meses ya que las plantas necesitan crecer lo suficiente para cubrir grandes áreas de las claraboyas. La estrategia es comenzar con unas lucarnas para evaluar la adecuación de la planta y, si tiene éxito, replicarla en el resto. Además, si la idea resulta ser efectiva, será imitada en otros establecimientos de salud de San Juan con estructuras similares.

- **La inversión total a realizar por el Ministerio de Salud de San Juan se estimó en 50.000 USD.**
- **Instalación fotovoltaica**: la instalación será monitoreada periódicamente y se analizarán los resultados para determinar si es rentable. De ser así, se puede replicar en las áreas aptas restantes de la cubierta. La dimensión del sistema se adaptó a la inversión planificada, pero podría ampliarse en un 50 % y replicarse en todo el techo del hospital. En el área donde se montó el sistema, existe un potencial de 50 a 60 kilowatts pico (kWp).

Las conclusiones del proyecto serán publicadas y comunicadas por Salud sin Daño para ilustrar cómo las instalaciones de salud pueden reducir su consumo eléctrico.

Consideraciones finales

La experiencia en el Hospital Dr. J. Giordano demostró la **importancia de trabajar activamente en la estructura de protección del edificio y el diseño solar** (captación en temporadas frías y protección en temporadas cálidas). Un diseño energéticamente eficiente permite optimizar el rendimiento de los edificios y reducir la necesidad de mantenimiento y costos operativos. Algunas de las propuestas pretenden mejorar las deficiencias del edificio como las lucarnas, el aislamiento de techos y muros, o la carpintería. Estas inversiones podrían haberse evitado con una planificación adecuada y un enfoque climáticamente inteligente.

En los últimos años, San Juan se ha embarcado en una ambiciosa estrategia de salud pública que involucra la construcción de hospitales por toda la provincia para descentralizar la atención médica. Estos edificios tienen diseños y distribuciones similares. Lamentablemente, todos incluyen lucarnas y ninguno, hasta el momento, utiliza energías renovables.

Luego de la finalización de la auditoría y los resultados finales, fue evidente que el uso de lucarnas en lugares con las características climáticas de San Juan es inadecuado, considerando el diseño y desempeño actual. Hay reuniones y conversaciones en curso a nivel provincial para modificar el diseño de dos hospitales que aún no están en construcción. Asimismo, se prevé consultar con un equipo especializado en eficiencia energética para abordar el problema en estos edificios y en nuevas construcciones.

Durante 2020 el hospital enfrentó la pandemia de COVID-19 y se convirtió en el primer hospital secundario en recibir pacientes con COVID-19 en San Juan. Las autoridades dedicaron todos sus esfuerzos a ayudar a los/as pacientes y adecuar sus instalaciones para brindar una atención médica adecuada. Razonablemente, la implementación de las propuestas se retrasó. Sin embargo, finalmente se llevaron a cabo las acciones e incluso tuvieron alcance provincial, amplificando los resultados del proyecto y logrando impactos duraderos en el camino de la provincia hacia un sistema de refrigeración más eficiente y climáticamente inteligente.

Estudio de caso: Filipinas

Hospital St. Paul de Iloílo

Marzo 2021

Introducción

El Hospital St. Paul de Iloílo (SPHI por sus siglas en inglés) fue seleccionado para llevar a cabo el proyecto piloto. El hospital está ubicado en la región de Bisayas Occidentales de Filipinas, que tiene un clima tropical monzónico. El resumen de las principales características del SPHI se muestra en la siguiente tabla:

Nivel de complejidad	Terciario (alto)
Número de camas	265
Número de trabajadores/as sanitarios/as	544
Número de empleados/as	274
Número de pacientes / año	11.090
Superficie cubierta	46,204 m ²
Número de servicios	16

Los servicios de SPHI incluyen: el centro renal, laboratorio, centro de enfermedades digestivas, histopatología, centro de cuidados respiratorios, banco de sangre, centro de huesos y articulaciones, farmacia, centro de neurociencias, departamento de imagen digital, centro de rehabilitación física, unidad cardio, centro oncológico, clínica industrial, unidad de medicina nuclear y CADMA (anexo médico Cardinal Dougherty).



Reunión entre el equipo consultor, las autoridades hospitalarias y el equipo de Salud sin Daño.

Fase 1: auditoría de energía y refrigeración

Se llevaron a cabo reuniones de planificación entre el equipo de consultoría, las autoridades del hospital y el equipo de Salud sin Daño y la auditoría se realizó en julio de 2019.

Algunos de las dificultades encontradas fueron:

- **Sistema eléctrico antiguo:** algunos de los edificios del hospital datan de principios del siglo XX y, desde entonces, la institución se ha ampliado. Por lo tanto, algunas partes del sistema eléctrico y del cableado son muy antiguas.
- **Falta de información:** especialmente con respecto a los sectores más antiguos del sistema eléctrico, no había información suficiente o faltaban datos. El equipo se acercó a los electricistas superiores del hospital en busca de ayuda.
- **Información desorganizada:** parte de la información existente, especialmente con respecto a las partes más antiguas del sistema, era limitada y desordenada. Se realizó un gran esfuerzo para organizarla.
- **Diferentes circuitos:** en algunas zonas existía una gran cantidad de máquinas y equipos que están conectados a diferentes circuitos, por lo que controlar su consumo era complicado.
- **Falta de formación:** el personal no tenía conocimientos formales en eficiencia energética.
- **Acceso difícil:** algunos equipos eran difíciles de acceder y monitorear.



El equipo consultor realizando la auditoría.

Informe final

Equipo

- Las unidades de aire acondicionado instaladas en SPHI son en **su mayoría DX (expansión directa)**, como conocimientos formales unidades de ventana y tipo split.
- Algunos aires acondicionados estaban colocados **de manera ineficiente**. La ubicación donde trabajan las personas o la presencia de paredes circundantes no fueron tomadas en cuenta al instalar los equipos.
- En las habitaciones situadas en el centro del edificio y espacios donde no hay lugar para la salida de calor de los aires acondicionados, la refrigeración se consigue mediante unidades DX de **flujo de refrigerante variable (VRF)** porque los tipos unitarios no pueden ser instalados. Ejemplos de estas áreas son quirófanos y salas de parto.
 - Ventajas de las unidades VRF: suministro de mayor energía de refrigeración y menor consumo energético en comparación con las unidades de aire acondicionado.
- Hay unidades de aire **acondicionado tipo inverter de alta eficiencia** en algunas áreas del hospital y se consideran **parte del futuro programa de reemplazo** de las unidades antiguas.
 - Ventajas de las unidades de aire acondicionado tipo inverter: **menor consumo de electricidad** con la misma energía de refrigeración que las unidades de aire acondicionado convencionales.
 - Desventajas de las unidades de aire acondicionado tipo inverter: este tipo de equipo tiene componentes electrónicos que **requieren personal de mantenimiento apto** y necesitan **reparaciones más costosas** en caso de avería.

Tendencias de uso y consumo

- **La electricidad es la principal energía consumida en SPHI.** Los grupos electrógenos de reserva solo se utilizan durante un corte de energía, que es mínimo en relación al consumo de energía suministrado.
- El consumo de electricidad se controla como uno solo para todo el hospital a través de las facturas de electricidad. **No hay submedidores** en cada edificio del hospital
- Se observó conciencia para conservar energía

entre el personal del hospital. Por ejemplo, cuando la ocupación de una sala es baja, sólo se enciende una de las dos unidades de aire acondicionado disponibles, de la misma manera que las luces se apagan en los sectores cuando no hay actividad en la zona. Sin embargo, hay conocimientos muy limitados sobre la eficiencia energética y la gestión de la energía. **No se ha organizado ningún entrenamiento formal** sobre eficiencia energética para el personal de SPHI.

- Se recopiló información sobre el consumo de energía desde enero de 2016 hasta junio de 2019. En términos generales, todos los indicadores relativos al consumo promedio por paciente, por cama y por empleado/a **augmentaron de forma sostenida de 2016 a 2018**. Sin embargo, todos ellos se **redujeron en 2019** tras comprometerse con la eficiencia energética y realizar cambios en los criterios de compra y en los hábitos de uso de la electricidad.

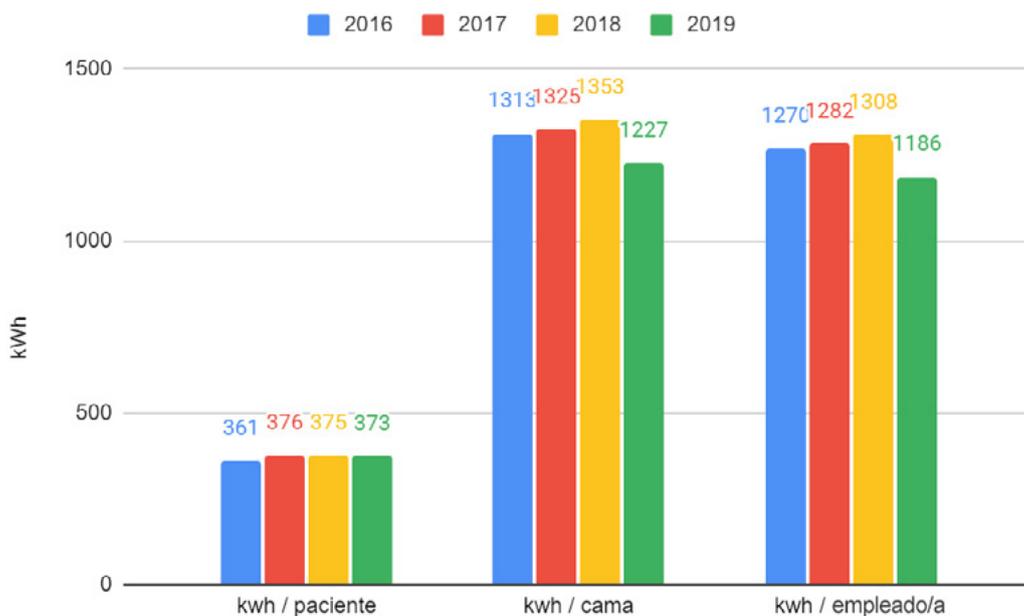


Gráfico 1. Consumo energético mensual promedio por paciente, por cama y por empleado/a.

La siguiente tabla muestra el consumo mensual promedio en 2019:

	Mensual	Mensual por cama	Mensual por paciente	Mensual por m ² cubierto
Consumo promedio de energía (kWh)	325.073	1.227	373	7
Consumo estimado de energía del sistema de aire acondicionado (kWh)	179.265	676	205	4
Emisiones de gases de efecto invernadero (kg de CO ₂)	195.043	736	223	4
Emisiones de GEI de unidades de aire acondicionado (kg de CO ₂)	107.554	406	123	2

El costo promedio de electricidad es Php 11.36 por kWh, un aproximado de USD 0.23. Por lo tanto, **los costos de electricidad mensuales representan alrededor de USD 74.000.**

Alrededor del 55 % del consumo eléctrico del hospital es utilizado por las unidades de aire acondicionado.

Recomendaciones

- **Reducir la infiltración de aire caliente** instalando cortinas de aire a lo largo de las puertas.
- **Establecer estándares de temperatura ambientales:** las “[Directrices sobre el diseño de edificios y sistemas de servicios públicos con ahorro de energía](#)”, publicadas por el Departamento de Energía de Filipinas, establecen los estándares de temperatura del espacio en 25 °C y 55 % de humedad relativa. Se puede ahorrar un 1 % de energía de refrigeración por cada 1 °C que se ajusta la temperatura de un ambiente.

- Se identificaron varias áreas hospitalarias que operan a temperatura ambiente por debajo de los 25 °C. Estos tienen un potencial ahorro energético y económico en el ajuste de la temperatura ambiental.
- También hay ahorros potenciales en las salas donde se enfrían las máquinas médicas: las máquinas en stand-by no requieren enfriarse a 25 °C, sino a una temperatura más alta que sea lo suficientemente fresca para permitir un funcionamiento adecuado. Esto es más factible durante la noche.
- Reemplazar las **unidades de aire acondicionado** antiguas y/o de bajo rendimiento con:
 - Unidad de aire acondicionado de tipo no inverter con alto índice de eficiencia energética (EER).
 - Unidad de aire acondicionado tipo inverter.
- **Priorizar** las unidades de aire acondicionado de las habitaciones de los/as pacientes **en un programa de reemplazo**. Las unidades son antiguas y algunas utilizan R22 como refrigerante.
- Decidir la **ubicación de las unidades de aire acondicionado** de una manera más consciente e inteligente.
- **Instalar submedidores** para cada edificio.
- **Minimizar el efecto de isla de calor:**
 - Mantener el suelo abierto y plantar el suelo abierto con árboles y césped.
 - Pintar el techo con color blanco.
 - Utilizar ladrillos de arcilla ranurados para pasarelas.
- Implementar medidas de ahorro energético en nuevas construcciones y edificios.
- **Reemplazar las bombillas con unidades tipo LED:** las unidades LED son más eficientes energéticamente y producen menos carga de calor, lo que a la vez disminuye el consumo de energía de la iluminación y la refrigeración.
- **Apagar las computadoras cuando no se estén utilizando:** aunque muchas máquinas no funcionan durante muchas horas, sus computadoras y sistemas operativos permanecen encendidos. Esto significa un consumo de energía pequeño pero constante que alcanza un costo de **PHP 50 (USD 1) / computadora / día**.
- **Implementar un sistema de monitoreo de equipos:** un sistema de monitoreo establece los costos de reparación y mantenimiento regular frente a su rendimiento de enfriamiento. Estos datos ayudan a determinar si vale la pena mantener un aire acondicionado o si su reemplazo es una opción preferible.
- **Implementar un Sistema de Gestión de Energía (EnMS, por sus siglas en inglés) ISO 50001:** SPHI puede comenzar con sesiones de concientización de EnMS para empleados/as y capacitación de un equipo de energía designado, con la opción de obtener la certificación ISO después de la implementación de EnMS.

Medida de mejora	Recuperación estimada (año)	Ahorro de energía / mes (kWh)	Ahorro de emisiones de GEI / mes (kgCO ₂)
Proporcionar acceso por la puerta trasera en la sala de partos	N/D	Por facilitar el procedimiento de monitoreo de servicio de la unidad de aire acondicionado	N/D
Instalar unidad de cortina de aire en la puerta de las oficinas de negocios y de farmacia	N/D	Por reducir al mínimo la infiltración de aire caliente en las oficinas de alto tránsito	N/D
Ajustar la configuración de la temperatura de los equipos de aire acondicionado	N/D	687,68	413
152 unidades nuevas de aire acondicionado no inverter	2	8.551,14	5.131
152 unidades nuevas de aire acondicionado con inverter	1,7	29.009,57	17.406
Reemplazo por lámparas LED	2.6 meses	5,76 por lámpara	3,45 / bombilla
Submedición de electricidad	N/D	Monitoreo del consumo en áreas específicas	N/D
Implementar Sistema de Monitoreo de Energía (EnMS) ISO 50001	2,5-3,5 meses	10,283 kWh al 3 % target	6.170
Implementar tarjeta del historial de los equipos	N/D	Este sistema proporcionará los costos de mantenimiento históricos como base para el reemplazo futuro del equipo	N/D
Sistema informático de gestión del mantenimiento		Difícil de cuantificar	
Adoptar medidas de reducción del efecto isla de calor		Depende de la medida implementada	

N/D: No disponible

Filas sombreadas: medidas en proceso de implementación

Plan de acción

Luego de recibir el informe final de auditoría y reunirse con el equipo de consultoría para intercambiar hallazgos, preguntas y oportunidades, SPHI implementó diversas acciones tales como:

1. Comunicación y nuevos hábitos

Comunicar e involucrar a la comunidad hospitalaria en la eficiencia energética y refrigeración climáticamente inteligente es crucial. Algunas de las acciones tomadas en este sentido fueron:

- **Compartir los resultados de la auditoría** con las personas que trabajan en el hospital.

- Fomentar el **apagado de los ordenadores** cuando no estén en uso. Si bien aún es necesario realizar un estudio en profundidad para establecer cuánto tiempo deben apagarse las computadoras para lograr los ahorros antes mencionados, existe un enfoque preliminar al apagar algunas computadoras que no necesitan estar operativas durante varias horas.
- Llevar a cabo una **“Hora del Planeta”** todos los sábados de 12:00 a 13:00 horas. Durante esta hora, todas las unidades de aire acondicionado de las áreas donde no hay pacientes se mantienen apagadas. Estas incluyen oficinas, laboratorio, farmacia y departamento de IT, entre otras.

2. Grupo de trabajo

Se nombró un grupo multidisciplinario para trabajar en eficiencia energética y de refrigeración mediante la consultoría, asistencia y ejecución de proyectos relacionados con la energía. Este grupo está formado por dos ingenieros, un arquitecto, un técnico de aire acondicionado, electricistas y personal biomédico.

3. Inventario y sustitución de bombillas no LED por LED

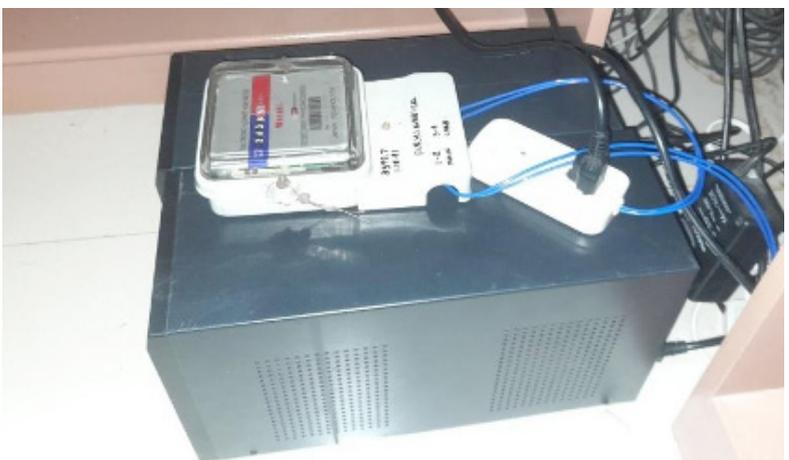
En julio de 2019, del total de bombillas (3.934 unidades), 43 % eran unidades LED. Luego de la auditoría y las recomendaciones del informe, se implementó un programa de reemplazo y, para noviembre de 2020, el 98 % de la iluminación constaba de unidades tipo LED.

4. Inventario y reemplazo de unidades de aire acondicionado sin inverter por unidades de aire acondicionado con inverter

Las unidades de aire acondicionado antiguas se reemplazaron por unidades de mayor eficiencia energética o que utilizan refrigerantes con un potencial de calentamiento global (PCG) inferior a 7. Para enero de 2021, el **50 % (238 unidades) eran unidades de tipo inverter**. Asimismo, el hospital está adquiriendo 23 nuevas unidades de tipo inverter para la nueva Unidad de Cuidados Intensivos.

5. Implementación de limpieza periódica y mantenimiento preventivo

Un equipo designado es responsable de la limpieza periódica y mantenimiento preventivo con un **Registro de Tarjeta de Servicio**. La tarjeta registra la fecha, el servicio realizado (limpieza general, control, reparación) y la firma de la persona encargada de realizarlo. Esta tarea se realiza cada 3 meses.



Equipo de monitoreo del consumo de energía

6. Energía renovable

Un **contrato de 15 años para 560 kWp de energía renovable** está en evaluación final y por firmarse. El plan es comenzar a implementarlo durante el primer o segundo trimestre de 2021.

7. Edificios

Se implementó un enfoque climáticamente inteligente con respecto a los edificios, incluidas las futuras construcciones y renovaciones. Algunos de los aspectos que se tuvieron en cuenta fueron:

- Uso de claraboyas para iluminación natural. De todas maneras, el diseño, la altura y la ubicación deben considerarse cuidadosamente, ya que, de caso contrario, los tragaluces pueden ser perjudiciales.
- Uso de plantas como escudo de la luz solar matutina o vespertina.
- Siembra y cosecha de hortalizas en el área de estacionamiento de SPHI.
- Diseño de renovaciones o construcciones que toman en cuenta la eficiencia energética (ventilación natural, orientación solar).

Fase 2: implementación del proyecto piloto

Proyecto de monitoreo del consumo de energía

En enero de 2021, se seleccionó a SPHI para llevar a cabo la demostración piloto. Se están manteniendo conversaciones para planificar y ejecutar un proyecto de monitoreo del consumo de energía. Como demostró la auditoría, la refrigeración es responsable de más de la mitad del consumo de energía en SPHI; sin embargo, no hay información sobre la carga específica de otros usos.

Los resultados de este proyecto proporcionarán información valiosa sobre la **carga específica de energía** de las unidades y equipos de aire acondicionado, iluminación, computadoras, bombas de agua, instalaciones de tratamiento de agua, ascensores, equipos de laboratorio, grandes equipos médicos, equipo de cocina, entre otros. También **distinguirá por áreas y tipos de habitaciones.**

Los datos permitirán identificar sectores de alta demanda energética, determinar el rendimiento de los equipos y estimar su carga energética específica. Al contar con información detallada y precisa, se pueden detectar más claramente oportunidades de ahorro de energía y sus potenciales beneficios económicos, mientras se implementan acciones basadas en evidencia.

Actualmente, el hospital está utilizando equipo prestado para monitorear el consumo eléctrico en el Centro de Cáncer. El proyecto consiste en ampliar la capacidad de monitoreo mediante la adquisición de equipos adicionales que simplificarán y agilizarán el proceso. Una ventaja del dispositivo de monitoreo de energía seleccionado es el hecho de que no necesita comprometer el cableado eléctrico, sino que simplemente se lo conecta a él.



Monitoreo del consumo de energía

Según la auditoría, se **esperan ahorros del 10-12%** al lograr la utilización y el mantenimiento adecuados del equipo. Se proyecta un **ahorro adicional del 5-10%** con la actualización del sistema de distribución eléctrica que tiene décadas de antigüedad. El ahorro total proyectado de **10-15% en el consumo de energía**

tendrá un impacto crucial en la reducción de su huella de carbono.

Próximos pasos

El piloto se encuentra en las etapas iniciales. SPHI ha adquirido los dispositivos y está esperando su envío desde China a la ciudad de Iloílo. Una vez recibido, se tardará aproximadamente una semana en obtener un resultado fiable para cada equipo. El cronograma previsto es:

Fase 1. Adquisición de equipos de monitoreo del consumo de energía: **20-30 días**

Importación de equipos de monitoreo de energía centralizados desde China.

Monitoreo de Gateway más software

Manejo / flete de carga de Manila a Iloílo .

Fase 2. Supervisión del consumo de energía de los servicios auxiliares: **30 días**

UCI (SPICE 4° piso), habitaciones privadas de St Joseph (3° piso), Mama Wing Ward

Fase 3. Supervisión del consumo de energía de los servicios auxiliares: **30 días**

Urgencias, Servicio de Imagen Digital, Servicio de Laboratorio Clínico, Farmacia

Fase 4. Servicios auxiliares. Monitoreo del consumo de energía: **30 días**

Quirófano, Departamento de Obstetricia y Ginecología, Cuidado Pulmo / Respiratorio, Centro de Diálisis

Fase 5. Servicios auxiliares. Monitoreo del consumo de energía: **30 días**

Centro Oncológico, Clínica de Rehabilitación Física, Clínica del Sueño, Centro Cardíaco

Fase 6. Servicios de agua. Monitoreo del consumo de energía: **20 días**

Bombas de agua 1-6

Fase 7. Servicios de agua. Monitoreo del consumo de energía: **20 días**

Pozo profundo 1-3, procesador STP

Aparte del piloto, los siguientes pasos consisten en expandir y/o avanzar con diferentes iniciativas, como:

- Tener una **“Hora del Planeta”** todos los días de la semana.
- Adquirir **unidades de aire acondicionado de tipo inverter** cuando hay necesidad de nuevos equipos.
- Comprar **equipos médicos energéticamente eficientes.**

- Firmar el contrato de **energías renovables**.

El desarrollo del piloto continuará durante 2021 y para finales de año se espera completar el proyecto de seguimiento. A lo largo de la implementación, SPHI tiene la intención de continuar su progreso y seguir trabajando con Salud sin Daño para mejorar aún más la eficiencia energética. Una vez finalizados, los resultados serán publicados y comunicados, ya que serán de gran valor no solo para el hospital, sino también para todo el sector de la salud.

Consideraciones finales

Trabajar en eficiencia energética y en refrigeración climáticamente inteligente es consecuente con el compromiso profundo y duradero de SPHI con el ambiente y la salud. Entre otras acciones, el hospital ha trabajado en **químicos**, reemplazando los productos de limpieza clásicos por otros amigables con el ambiente e instalando áreas de lavado de manos para minimizar el uso de desinfectante o alcohol. Se ha realizado un trabajo intenso con respecto a los **desechos**, incluido el autoclave de desechos infecciosos, “delay to decay” (“retraso para la descomposición”) de los desechos citotóxicos, el uso de elementos de protección personal reutilizables en lugar de equipos desechables, y negociaciones con proveedores para recolectar tubos de plástico y dializadores usados. El **agua** es otra área en la que se están enfocando con un proyecto de tratamiento de aguas residuales, el uso de aguas grises para regar las plantas y utilizar en inodoros, la recuperación del 80 % del agua limpia del tratamiento de agua de diálisis para la lavandería y planes para comenzar a recolectar agua de lluvia. Finalmente, se dio un primer paso hacia mejorar la **alimentación** con la implementación de “miércoles sin carne”, iniciativa que fue muy bien recibida por las personas que trabajan en el hospital.

Como indicó el administrador del hospital, **cada acción tiene múltiples beneficios colaterales**. Por ejemplo, su trabajo con el agua tiene un impacto directo en el consumo de energía, ya que el agua es suministrada a los diferentes edificios mediante una bomba que consume energía. Además, los ahorros económicos derivados de la reducción del uso y la mejora de la eficiencia energética permitirán invertir en nuevas

tecnologías e iniciativas respetuosas con el ambiente.

También es digno de mención que gran parte del trabajo en eficiencia energética se realizó en 2020, durante la pandemia de COVID-19. El SPHI logró cumplir muchas de las acciones descritas manteniendo la calidad de su atención médica. Esto solo podría lograrse como resultado de su compromiso firme y constante hacia un sistema de salud más limpio, eficiente y sostenible.

Estudio de caso: China

Hospital Huilongguan de Pekín

Informe de puesta en servicio del sistema de aire acondicionado por bomba de calor geotérmica del complejo de edificios para Consultas Externas y Urgencias

Adaptado del informe de proyecto de la Academia China de Investigación en Construcción (CABR, por sus siglas en inglés), octubre de 2020

Perfil del proyecto

Información general del proyecto

El Hospital Huilongguan de Pekín (BHH, por sus siglas en inglés) es el hospital público psiquiátrico de tercer nivel más grande de Pekín. Tiene una capacidad de 1.369 camas, abarca un área de 147.000 m² y cuenta con una superficie total de 68.000 m². El objeto de esta puesta en servicio es el Complejo de Consultas Externas y Urgencias del hospital, el cual tiene una superficie cubierta de 22.052 m². De esta superficie, 7.052 m² corresponden a un área subterránea y 15.000 m² al área construida sobre el suelo. El edificio tiene 30 metros de alto, con siete pisos por encima del nivel del suelo y dos por debajo. Algunos de sus servicios principales son: emergencias, pacientes ambulatorios/as, asesoramiento psicológico, servicios clínicos especializados, radiología, pruebas de función, centro informático, sala de conferencias y capacitación, etc.

En este proyecto, un sistema de bomba de calor geotérmica proporciona la fuente de frío para el complejo de edificios para Consultas Externas y Urgencias, y la terminal interna adopta una unidad fan coil y una unidad de aire acondicionado.

El objetivo específico de la puesta en servicio consiste en mejorar la eficiencia del sistema de refrigeración por bomba de calor geotérmica del Complejo de Consultas Externas y Urgencias del Hospital Huilongguan de Pekín. Se realizó una prueba de campo de conformidad con las normas nacionales pertinentes, mediante la cual se relevaron los problemas operativos de cada sistema, se presentaron los diagnósticos correspondientes, se implementaron medidas de mejora temporarias y se sugirieron mejoras adicionales.



Vista externa del edificio

Información general sobre el sistema de aire acondicionado para calefacción y refrigeración

En este proyecto se usan dos unidades de bomba de calor geotérmica de un solo tornillo WPS265.2CFFHT-B como sistemas de calefacción y refrigeración en el Complejo de Consultas Externas y Urgencias. La temperatura del agua de suministro y de retorno para la refrigeración en verano es de 8 y 13 °C, mientras que la temperatura del agua de suministro y de retorno para la calefacción en invierno es de 45 y 39 °C. La capacidad nominal de refrigeración de una sola unidad de bomba de calor es de 872,6 kW, mientras que la capacidad nominal de calefacción es de 843,5 kW.



Vista externa del sistema de bomba de calor geotérmica

Puesta en servicio del sistema

Prueba y diagnóstico del sistema

Contenido del diagnóstico

De conformidad con la situación en campo, la prueba del sistema de bomba de calor geotérmica para este proyecto comprende los siguientes aspectos, principalmente:

1. Detección de la temperatura y el caudal del agua de suministro y de retorno en el lado geotérmico.
2. Detección de la temperatura y el caudal del agua de suministro y de retorno en el lado del aire acondicionado.

3. Prueba de consistencia del agua de retorno del aire acondicionado.
4. Prueba de consumo energético de la unidad de bomba de agua de circulación.
5. Prueba de rendimiento de refrigeración del sistema.

Resultados del diagnóstico

Se definió que el período de prueba de este proyecto fuera del 28 al 31 de julio de 2020. La unidad N° 1 funcionó en forma estable, y se encendieron dos bombas de circulación en el lado geotérmico y dos bombas de circulación en el lado del aire acondicionado, respectivamente. A continuación, se muestran las fotos tomadas en la prueba de campo:



Fotografía, placa de identificación y parámetros operativos de la unidad



Fotografías y placas de identificación de las bombas de agua de circulación



Frecuencia operativa de la bomba con variador de frecuencia en el lado del aire acondicionado y en el lado geotérmico

Equipo de registro de temperatura



Registro en campo del caudal de agua de suministro y de retorno en el lado del aire acondicionado y en el lado geotérmico

1. Prueba de temperatura del agua de suministro y de retorno

- a) Hay poca diferencia de temperatura en el agua de suministro y de retorno entre el lado del aire acondicionado y el lado geotérmico, ya que se mantiene básicamente en un rango de 1,4 a 2,6 °C, muy por debajo de la diferencia de temperatura de diseño, que es de 5 °C.
- b) Durante el día (de 7 a 19), la temperatura promedio del agua de suministro y de retorno en el lado del aire acondicionado es de 13,8 y 15,8 °C, respectivamente, por encima de la temperatura de diseño del agua de suministro y de retorno, que es de 8 y 13 °C.
- c) Por la noche (de 19 a 7), la temperatura de agua de salida del condensador y la temperatura del agua de entrada y salida del evaporador muestran fluctuaciones periódicas, que indican que la carga de refrigeración es menor durante la noche, y que los arranques y paradas regulares se deben a que la carga de la unidad es demasiado baja.

2. Prueba del caudal del agua de suministro de la unidad de bomba de calor:

- a) El caudal promedio de agua de la cañería principal en el lado del aire acondicionado de la unidad de bomba de calor es de 263 m³/h; el de los dos ramales en las zonas este y oeste es de 94 m³/h y 112 m³/h,

respectivamente; y el caudal total de los dos ramales es de 206 m³/h, un 21,7 % menos que el caudal de la cañería principal. Cierta cantidad de agua fría circula por la cañería de derivación de agua de suministro y de retorno, lo que genera una pérdida innecesaria de energía.

b) El caudal promedio de agua medido en el lado del aire acondicionado de la unidad de bomba de calor es de 263 m³/h, mientras que el caudal nominal de agua en el lado del aire acondicionado para una unidad individual es de 150 m³/h, de conformidad con las condiciones de diseño; es decir, una operación habitual con gran caudal y poca diferencia de temperatura.

c) El caudal promedio de agua medido en el lado geotérmico de la unidad de bomba de calor es de 313 m³/h, mientras que el caudal nominal de agua en el lado geotérmico para una unidad individual es de 180 m³/h, de conformidad con las condiciones de diseño; es decir, una operación habitual con gran caudal y poca diferencia de temperatura.

3. La capacidad de refrigeración de la unidad de bomba de calor se calcula según la temperatura del agua de entrada y salida y el caudal de agua medidos en el lado del aire acondicionado.

4. Prueba de consumo energético de la unidad

El consumo energético de la unidad se prueba mediante el registro de los datos de corriente y tensión del amperímetro trifásico de la unidad de bomba de calor en la sala de distribución. Durante el período de prueba, el consumo energético total de la unidad fue de 197,4 kWh, y el consumo energético promedio integral fue de 98,7 kW.

5. Prueba de consumo energético de la bomba de agua

De acuerdo con los parámetros de corriente y tensión registrados en la bomba de agua durante la prueba, la energía de funcionamiento promedio real de la bomba de agua en el lado del aire acondicionado y en el lado geotérmico (ambos activados) fue de 35,6 kW y 41,2 kW, respectivamente, y el consumo energético total de la bomba de agua durante la prueba fue de 153,6 kWh.

6. Coeficiente de rendimiento (COP) de la unidad y cálculo del COP del sistema

Los coeficientes de rendimiento (COP, por sus siglas en inglés) de la unidad y del sistema se calculan según las mediciones de temperatura del agua de suministro y de retorno del sistema de bomba de calor, el caudal de la bomba de agua de circulación, el consumo energético y otros parámetros registrados durante la prueba.

Se observó lo siguiente:

a. Durante el período de prueba, el promedio del coeficiente de rendimiento de la refrigeración de la unidad de bomba de calor fue de 4,97, lo que básicamente alcanza la relación de eficiencia

energética de la unidad conforme a las condiciones de diseño.

b. Durante el período de prueba, el promedio del coeficiente de rendimiento de la refrigeración del sistema de la bomba de calor fue de 2,80, lo que no cumple con el requisito del coeficiente de rendimiento del sistema (COP_{sys}, por sus siglas en inglés) $\geq 3,0$; especificado en la norma GB/T 50801-2013, *Norma de evaluación para la implementación de energías renovables en edificios*.

c. El consumo energético de la bomba de agua representa el 44 % del consumo energético total del sistema de bomba de calor, que es muy superior al consumo en condiciones de diseño normales.

7. Inspección de la apariencia del sistema

Sobre la base de la inspección in situ de la sala donde se encuentra la bomba de calor y del aislamiento térmico de la cañería del sistema, se observa que el estado general de la sala de bomba es bueno, al igual que la protección de aislamiento térmico de la cañería. Se sugiere que el personal de operaciones y mantenimiento de la instalación haga una inspección frecuente del sistema para evitar pérdidas y venteos.



Fotografías del interior de la sala de máquinas



Conservación del calor de la cañería



Análisis de los problemas existentes

1. El COP del sistema de la bomba de calor es de 2,80, lo que no cumple con el requisito de $COP_{sys} \geq 3,0$ especificado en la norma GB/T 50801-2013, *Norma de evaluación para la implementación de energías renovables en edificios*.

2. La diferencia promedio de temperatura en el agua de entrada y salida entre el lado del aire acondicionado y del lado geotérmico es menor a 2 °C, respectivamente, muy por debajo de la diferencia de temperatura de diseño (5 °C). Esta es una operación habitual con gran caudal y poca diferencia de temperatura.

3. Según las condiciones de diseño de este proyecto, se deben encender una bomba de agua en el lado geotérmico y una bomba de agua en el lado del aire acondicionado para una unidad de bomba de calor. De acuerdo con el estado operativo actual y real, se enciende una unidad de bomba de calor, pero se encienden dos bombas de agua en el lado geotérmico y dos bombas de agua en el lado del aire acondicionado, respectivamente. Esto explica, principalmente, el gran caudal y la poca diferencia de temperatura.

4. La temperatura promedio del agua fría de suministro y de retorno del aire acondicionado es de 13,6 y 15,2 °C, muy superior a la temperatura de diseño. Si bien la temperatura del agua fría del aire acondicionado es superior, la capacidad de deshumidificación de la unidad de aire fresco es limitada. En particular, durante la actual pandemia de COVID-19, el hospital ha implementado una operación específicamente basada en aire fresco. El aumento del volumen de aire

fresco genera un exceso de humedad en el interior del edificio. Cuando disminuye la temperatura del aire de suministro, se genera condensación en la salida del aire de suministro del aire acondicionado. Para evitar la condensación, el personal de operaciones y mantenimiento sube la temperatura del aire de suministro, lo que da lugar a un círculo vicioso.

Sugerencias para la puesta en servicio y evaluación de riesgos

1. Sugerencias para la puesta en servicio

a) Apagar una bomba de circulación en el lado geotérmico y una bomba de circulación en el lado del aire acondicionado, con el objetivo de reducir el volumen de agua de circulación y aumentar la diferencia de temperatura entre el agua de suministro y el agua de retorno, para así evitar una operación con gran caudal y poca diferencia de temperatura.

b) A fin de compensar la menor capacidad de refrigeración, generada por la reducción del agua de circulación, es necesario bajar la temperatura del agua fría de suministro, para poder aumentar la diferencia de temperatura entre el agua de suministro y de retorno, y para ampliar la capacidad de deshumidificación de la unidad de aire fresco.

c) Apagar la bomba de agua de circulación y bajar la temperatura del agua de suministro de la unidad de bomba de calor, con el objetivo de reducir el consumo energético total de la bomba de agua. Como resultado, el tiempo de arranque de la unidad se extenderá, en cierta medida, y aumentará el consumo energético de la unidad, pero el consumo energético total del sistema disminuirá y se logrará, entonces, mantener una operación que ahorre energía.

2. Posibles riesgos

a) Cuando se apague la bomba de agua de circulación, la temperatura y humedad locales pueden no cumplir con los requisitos de diseño.

b) Bajar la temperatura del agua de suministro de la unidad puede generar condensación en la salida del aire de suministro durante un breve período.

Resultados de la puesta en servicio y evaluación

Mediciones durante la puesta en servicio y análisis del consumo energético

Teniendo en consideración las condiciones del sitio y la seguridad de la operación, se apagó una bomba de circulación en el lado geotérmico (a las 18 h del 26 de agosto) para verificar el efecto de la puesta en servicio, lo que fue registrado en el sitio y al que se le hizo un seguimiento. La parada de la bomba de circulación en el lado geotérmico no impactó en el estado de uso de la terminal, no hubo condensación y tampoco se registró una no conformidad de la temperatura local respecto de los requisitos de uso.

A continuación, se comparan los datos de consumo energético de los cuatro días anteriores y posteriores a la parada de una bomba de circulación en el lado geotérmico:

CONSUMO ENERGÉTICO DE LA OPERACIÓN ANTES DE LA PUESTA EN SERVICIO

Fecha	Consumo de energía de la unidad (100 kWh)	Consumo de energía de la bomba de circulación (100 kWh)	Consumo energético total del sistema (100 kWh)
Agosto 23	6	20	26
Agosto 24	5	19	24
Agosto 25	7	20	27
Agosto 26	7	17	24
Promedio	6,25	19	25,25

COMPARACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE LA OPERACIÓN ANTES Y DESPUÉS DE LA PUESTA EN SERVICIO

Fecha	Consumo de energía de la unidad (kWh)	Consumo de energía de la bomba de circulación (kWh)	Consumo energético total del sistema (kWh)
Promedio anterior a la puesta en servicio	625	1900	2525
Promedio posterior a la puesta en servicio	650	1550	2200
Diferencia	25	-350	-325

Bajo la premisa de que no se modificarían los requisitos de otros equipos ni de la terminal, después de apagar una bomba de agua en el lado geotérmico y de una operación continua durante cuatro días, se registró un aumento en el consumo energético de la unidad de unos 25 kWh por día, pero el consumo energético de la bomba de agua disminuyó unos 350 kWh por día. Tras apagar una bomba de circulación en el lado geotérmico, el consumo energético total del sistema disminuyó unos 325 kWh por día.

Evaluación de la eficiencia energética

1. Análisis de información histórica del consumo energético

Se observa que el consumo energético diario promedio del sistema de bomba de calor geotérmica durante agosto de 2020 aumentó 477,7 kWh si se lo compara con agosto de 2019, sin el ajuste de la función de uso de la sala y de la estrategia operativa, lo que representa un aumento del 23,3 %. La razón principal se atribuye a que el aumento del volumen de aire fresco durante la pandemia de COVID-19 genera un incremento en la carga del aire fresco acondicionado. Además, es un reflejo directo de que la pandemia ejerce una influencia clave en el aumento del consumo energético del sistema de aire acondicionado del hospital.

Fecha	Consumo energético de la unidad (kWh)	Consumo energético de la bomba de agua de circulación (kWh)	Consumo energético total del sistema (kWh)
Consumo energético diario promedio en agosto de 2019	583,3	1470,0	2053,3
Consumo energético diario promedio en agosto de 2020	655,2	1875,9	2531,0
Diferencia	71,8	405,9	477,7

2. Análisis de la composición del consumo energético

En un mes típico de los últimos dos años, más del 70 % del consumo energético durante la operación de día completo del sistema de bomba de calor geotérmica en el Hospital Huilongguan se atribuye a la bomba de agua de circulación. Por lo tanto, en el caso de este proyecto, optimizar la estrategia operativa de la bomba de agua de circulación presenta un gran potencial de ahorro energético.

3. Cálculo de ahorros en electricidad

De acuerdo con la información operativa histórica y los resultados de la inspección in situ, durante el verano se podrían apagar una bomba de circulación en el lado del aire acondicionado y una bomba de circulación en el lado geotérmico, con la premisa de garantizar el efecto puertas adentro. Además, si se tiene en cuenta la demanda energética de la terminal, es posible bajar la temperatura del agua fría de suministro para aumentar la diferencia de temperatura entre el agua de suministro y el agua de retorno. Con la condición de cumplir con la demanda de la terminal, se puede reducir el consumo energético de la transmisión y la distribución, y así lograr una operación que ahorre energía.

Si se apagan una bomba de agua en el lado geotérmico y una bomba de agua en el lado del aire acondicionado, el consumo energético diario total del sistema de bomba de calor geotérmica puede reducirse en unos 600 kWh, frente a los resultados de la estrategia operativa anterior. Se estima que, a un precio de 1 CNY/kWh, se pueden ahorrar unos 20.000 CNY (3.000 USD) por mes, lo que representa evidentes beneficios económicos.

Esta estrategia operativa también puede implementarse para calefaccionar en invierno y, por lo tanto, los ahorros anuales en gastos operativos son notables.

Conclusiones y sugerencias

A continuación, se resumen las conclusiones de este proyecto, a las que se llegó luego de investigar, diagnosticar y probar el estado operativo del sistema de bomba de calor geotérmica, y de analizar la información histórica:

1. La sala donde se encuentra el sistema de bomba de calor geotérmica está en buen estado general, y el sistema de la unidad funciona en forma relativamente estable.
2. El COP del sistema de la bomba de calor es de 2,80, lo que no cumple con el requisito de COP_{sys} ≥ 3,0 especificado en la norma GB/T 50801-2013, *Norma de evaluación para la implementación de energías renovables en edificios*.
3. Hay poca diferencia de temperaturas en el agua de suministro y de retorno entre el lado del aire acondicionado y el lado geotérmico, lo que constituye una operación habitual con gran caudal y poca diferencia de temperatura.
4. Una vez realizada la prueba de verificación de la puesta en servicio, se observa un ahorro energético considerable.

Para terminar, se enumeran las siguientes sugerencias:

1. En verano, la temperatura del agua de suministro puede bajarse en forma acorde, y también puede reducirse la cantidad de bombas de agua encendidas para solucionar el problema del gran caudal y la poca diferencia de temperatura.
2. Al reducir la cantidad de bombas de agua encendidas y la temperatura del agua fría de suministro, se puede hacer un ajuste oportuno del volumen de aire fresco; deberá prestarse especial atención al estado de uso de la terminal para evitar

generar condensación, altas temperaturas locales y otros inconvenientes.

3. En el caso de la calefacción en invierno, se sugiere implementar la estrategia operativa del verano para ahorrar energía.

4. Debería reforzarse la gestión operativa, y el personal de operaciones y mantenimiento debería estar especialmente calificado para maximizar el ahorro energético del sistema y generar mayores beneficios económicos.

5. Deberían hacerse diagnósticos frecuentes del ahorro energético del sistema, con el objetivo de encontrar y resolver problemas a tiempo.

6. Deberían mejorarse las normas y reglamentaciones en materia de gestión. Además, debería implementarse una gestión del sistema de aire acondicionado.



Salud sin Daño trabaja para transformar el sector del cuidado de la salud en todo el mundo, con el objetivo de que reduzca su huella ambiental, se convierta en un punto de referencia para la comunidad en materia de sostenibilidad, y se posicione como líder del movimiento global para la salud y la justicia ambientales.

La visión de **Salud Sin Daño** es que el sector del cuidado de la salud movilice su influencia ética, económica y política para crear un mundo ecológicamente sostenible, equitativo y saludable.

Salud sin Daño Sudeste Asiático

Unit 203, Kalayaan Center Building
65 V Luna Road cor. Kalayaan Avenue, Brgy. Pinyahan
Quezon City 1101, Filipinas
e: info@no-harm.org
www.noharm-asia.org

Salud sin Daño Europa

Rue de la Pépinière B1000
Bruselas, Bélgica
e: europe@hcwh.org
www.noharm-europe.org

Salud sin Daño Estados Unidos y Canadá

12110 Sunset Hills Road
Suite 600
Reston, VA 20190
Estados Unidos
e: info@hcwh.org
www.noharm-uscanada.org

Equipo regional de Salud sin Daño en América Latina

e: info@saludsindano.org
www.saludsindano.org

Equipo Global de Salud sin Daño

e: global@hcwh.org
www.noharm-global.org