



Photo Credit: Diego F. Parra

# RESUMEN EJECUTIVO

## *Nueva Norma de Eficiencia Energética Mínima para Aparatos de Aire Acondicionado en el Ecuador*

Diego Chatellier-Lorentzen, Alberto Díaz-González, Michael McNeil y Stephane de la Rue du Can

*Lawrence Berkeley National Laboratory*

Mayo 2024

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
INFORMACIÓN DE BASE: CONCLUSIONES CLAVE	5
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESCENARIOS	6
BENEFICIOS DE LA REVISIÓN DEL NEEM	7
ANÁLISIS DEL COSTE DEL CICLO DE VIDA	8
RECOMENDACIONES	8

## INTRODUCTION

El sistema eléctrico del Ecuador depende en gran medida de la energía hidroeléctrica. En 2022, el 75% de la producción bruta de electricidad procedió de centrales hidroeléctricas (ARCERNNR, 2022a). Aunque la electricidad generada a partir de la energía hidroeléctrica tiene un bajo factor de carbono, su generación depende en gran medida de la disponibilidad de precipitaciones. En los últimos años, debido a la falta de lluvias suficientes para utilizar plenamente la capacidad hidroeléctrica, el Ecuador no ha podido satisfacer la demanda de electricidad (ARCERNNR, 2022c). El gobierno ecuatoriano está intentando resolver el problema de la escasez de electricidad activando centrales térmicas, aumentando las importaciones de gas y mediante licitaciones internacionales (MEM, 2023). Además del lado de la oferta eléctrica, el gobierno también está considerando soluciones por el lado de la demanda. Este estudio evaluó las oportunidades y beneficios de reducir la demanda de electricidad mediante la mejora de la eficiencia energética en el enfriamiento de espacios, actualizando la Norma de Eficiencia Energética Mínima (NEEM) de las unidades de Aire Acondicionado (AA) a niveles más estrictos.

El enfriamiento de espacios es el uso final de energía de más rápido crecimiento en los edificios de todo el mundo. Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE), a finales de 2016, se utilizaban aproximadamente 1.600 millones de AA en todo el mundo, lo que representa aproximadamente 11,7 TW de capacidad de enfriamiento instalada (AIE, 2018). En América Latina, se espera que la demanda de electricidad crezca un 72% entre 2021 y 2040 (AIE, 2021), y se espera que el uso de electricidad para enfriamiento contribuya con el 16% de ese crecimiento, o alrededor de 150 TWh, lo que representa más de un tercio de todo el crecimiento de los usos finales de electricidad en el sector de los edificios. Se prevé que el uso de AA sea la segunda mayor fuente de crecimiento de la demanda de electricidad para edificios en 2045, después del sector industrial (AIE, 2018; Osaka, 2023).

Se observan tendencias similares en el creciente uso de AA en el Ecuador y el correspondiente aumento del consumo de electricidad. El consumo nacional de electricidad en el Ecuador aumentó un 36%, pasando de 16,7 TWh en 2018 a 22,1 TWh en 2022. Este estudio identificó que el consumo de electricidad proveniente del uso de AA aumentó en un 57% en el Ecuador durante el mismo período de 4 años, lo que representa aproximadamente el 11% del crecimiento total del consumo de electricidad. El aumento del consumo de electricidad de AA se convirtió en un factor que contribuyó a la crisis de escasez de energía del Ecuador, pero también ofrece un gran potencial para resolver el problema. Una estrategia factible es actualizar el NEEM.

El NEEM para AA en el Ecuador se introdujo por primera vez en 2017 (EER 3.2W/W); desde entonces, no se han propuesto nuevos estándares en el país. Por lo tanto, el NEEM actual en el Ecuador es obsoleto en varios aspectos y necesita actualizarse para reflejar mejor la evolución del mercado y alinearse con los objetivos del Plan Nacional de Eficiencia Energética (PLANEE) y la Ley de Eficiencia Energética, con el Decreto Ejecutivo 68, emitido en 2021. El NEEM para AA es bajo comparado con las mejores prácticas regionales e internacionales y no existe un estándar distinto para los diferentes tipos de equipos o distinción de capacidad. Este informe analiza los patrones actuales de uso de AA y los escenarios de desarrollo prospectivo como base para la actualización de los NEEM de AA en el Ecuador.

El PLANEE incluye líneas de actuación en los ejes Residencial, Comercial y Público. Estos sectores representaban el 60% del consumo total de electricidad en 2022, según datos de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNNR) (ARCERNNR, 2023b). Como parte del plan para atender estos niveles de consumo de energía y electricidad, el



Ministerio de Energía y Minas (MEM) desarrolló mecanismos regulatorios, creó iniciativas tributarias y financieras, y lanzó iniciativas para avanzar en la eficiencia energética en estos sectores. En coordinación con el INEN, el MEM desarrolló 11 normas de eficiencia energética desde 2007 para avanzar en las prácticas de gestión de la energía y la construcción energéticamente eficiente y 23 Reglamentos Técnicos para asegurar la prevalencia de equipos domésticos e industriales de alta eficiencia en el mercado ecuatoriano.

El Programa de Eficiencia Energética para el Desarrollo (EE4D por sus siglas en inglés) es una asociación entre la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID por sus siglas en inglés) y el Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley (LBNL por sus siglas en inglés) para promover la eficiencia energética en los países socios. En el Ecuador, la asociación trabaja en colaboración con el Ministerio de Producción, Comercio Internacional, Inversiones y Pesca (MPCEIP), el Ministerio de Energía y Minas (MEM) y el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) para prestar asistencia técnica en la actualización de la normativa vigente sobre eficiencia energética de los aparatos de aire acondicionado. La actualización propuesta se alinea con los objetivos generales establecidos por el Plan Nacional de Eficiencia Energética y la Ley de Eficiencia Energética y con el Decreto Ejecutivo 68, emitido en 2021.

Este informe proporciona una evaluación técnica de una revisión del NEEM de AA en el Ecuador, y sirve como base para la participación de las partes interesadas como parte del proceso de desarrollo normativo para actualizar el NEEM de AA en el Ecuador. Este informe puede ser utilizado como guía por los responsables políticos en el diseño de un programa de actualización de la NEEM bien fundamentado, de impacto y consistente con las mejores prácticas regionales e internacionales. Así mismo, resaltar los beneficios energéticos, ambientales y económicos del NEEM en los usuarios y la nación en su conjunto.

Las metodologías utilizadas en este informe incluyen el análisis de escenarios de cinco niveles diferentes de NEEM, la estimación logística de la tasa actual de propiedad de AA y la proyección del stock de AA en el Ecuador hasta 2045. El análisis del uso de la energía evalúa el ahorro energético potencial derivado del aumento de la eficiencia de los AA en el Ecuador y constituye la base de los valores de ahorro energético utilizados en los análisis posteriores y en el Análisis del Coste del Ciclo de Vida (ACCV).

## INFORMACIÓN DE BASE: CONCLUSIONES CLAVE

Los sectores comercial y residencial (el sector de los edificios) representaban el 60% del consumo eléctrico de Ecuador en 2022. Las tasas de propiedad de AA en los hogares se han más que duplicado en los últimos 9 años, mientras que el producto interior bruto (PIB) per cápita aumentó en más del 50%. Más del 90% de los usuarios de AA se encuentran en la región del Litoral. El uso residencial de electricidad para AA en la región del Litoral representa el 26% del uso residencial de electricidad (52% de la población). De 2015 a 2020, las importaciones de AA crecieron a un ritmo del 12% anual, casi duplicándose en 5 años.

Los resultados de este estudio muestran que, en 2022, aproximadamente 470.000 de los AA instalados eran menos eficientes que la normativa de eficiencia energética vigente, lo que indica que el 47% de los AA en el Ecuador no cumplen los requisitos de la normativa vigente. La tasa de propiedad nacional en 2020 era inferior al 10%, mientras que en la región del Litoral alcanzaba alrededor del 17%. Incluso para la región del Litoral, el mercado está lejos de estar saturado debido a las condiciones climáticas presentes en la región, lo que indica que el Ecuador puede experimentar una aceleración del aumento de la propiedad de AA en los próximos años. De octubre a mayo, la región del Litoral experimenta un aumento de la producción de electricidad procedente de centrales

hidroeléctricas, coincidiendo con la temporada alta de demanda de electricidad, lo que revela una fuerte dependencia de esta fuente de energía para ayudar a cubrir la temporada alta de consumo.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> por el uso de AA en el Ecuador entre 2018 y 2022 aumentaron aproximadamente un 20%, pasando de alrededor de 0,9 a 1,1 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Esto representa aproximadamente el 2,5% de las contribuciones incondicionales determinadas a nivel nacional para 2025 (Climate Resource, 2021).

## RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESCENARIOS

Se analizaron cinco escenarios con distintos niveles de eficiencia y se compararon con un escenario de referencia. Estos niveles de eficiencia son:

- Sc 1: Aplicación actual del NEEM: Ecuador Nivel NEE
- Sc 2: Propuesta de nuevos NEEM: México Nivel NEEM
- Sc 3: Mejores prácticas regionales: Argentina Nivel NEEM
- Sc 4: Calificación "A" de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas, norma COPANT 1711
- Sc 5: Nivel NEEM de la Unión Europea: Nivel NEEM de la Unión Europea (UE)
- Sc 6: Alta eficiencia: una combinación entre los niveles NEEM de la UE para equipos convencionales y los niveles de eficiencia media para equipos inverter que se encuentran en Karali, et al., 2020.

Se prevé que el número total de AA se duplique con creces de aquí a 2035 y se cuadruple con creces de aquí a 2045, ya que se prevé que la tasa de propiedad de AA se triplique y el número de hogares aumente en más de un 50% de aquí a 2045. En el escenario de referencia (BAU por sus siglas en inglés), se prevé que el consumo de electricidad de AA en el sector residencial se duplique de aquí a 2035 y se cuadruple con creces de aquí a 2045, pasando de aproximadamente 1 TWh en 2020 a unos 2,4 TWh en 2035 y unos 4,3 TWh en 2045.

Para el nuevo NEEM propuesto correspondiente al escenario Sc2 definido anteriormente, las estimaciones indican que la capacidad evitada gracias a las mejoras de la eficiencia energética podría alcanzar los 240 MW en 2035 y los 460 MW en 2045. Esto es especialmente interesante para la región del Litoral, porque la demanda de carga máxima se satisface con centrales térmicas que utilizan combustibles fósiles.

El escenario Sc2 presenta un consumo eléctrico inferior al de la mejor práctica regional (Sc3) y al del escenario Sc1, alcanzando una reducción anual aproximada del 9% del consumo eléctrico en comparación con el escenario BAU.

Los escenarios de mayor eficiencia (Sc5 y Sc6) presentan el menor consumo eléctrico de todos los escenarios, alcanzando una reducción anual del consumo eléctrico del 25% y el 29%, respectivamente, en comparación con el escenario BAU. La diferencia de precio de compra entre un AA del escenario BAU y un AA de los escenarios 2-4 es de unos 50 USD, mientras que en comparación con los AA de los escenarios Sc5 y Sc6, la diferencia de precio es de 290 USD. Aunque los escenarios de mayor eficiencia (Sc5 y Sc6) tienen un impacto significativamente mayor en comparación con los otros escenarios en términos de ahorro de energía, costes de funcionamiento y

rentabilidad a largo plazo, el elevado coste inicial puede suponer una carga excesiva para los hogares de bajos recursos.

## BENEFICIOS DE LA REVISIÓN DEL NEEM

La figura RE I presenta el ahorro acumulado en facturas de electricidad y la inversión evitada en aumento de capacidad eléctrica para el nuevo NEEM propuesto de 2025 a 2045. De 2024 a 2035, el ahorro acumulado en facturas de electricidad se sitúa en torno a los 150 millones de USD y alcanza los 550 millones de USD en 2045. La capacidad de inversión evitada se estima en 240 millones USD en 2035 y casi se duplica hasta alcanzar los 460 millones USD en 2045. La reducción del consumo de electricidad de AA también se muestra en la Figura RE I, considerando como año base 2024. Puede observarse que el consumo anual de electricidad de AA alcanza un máximo en 2035, en torno al 9%, y se mantiene constante durante el resto del periodo de análisis.

FIGURA RE I. Resumen de los resultados del impacto nacional de 2025 a 2045 para la nueva NEEM propuesta.

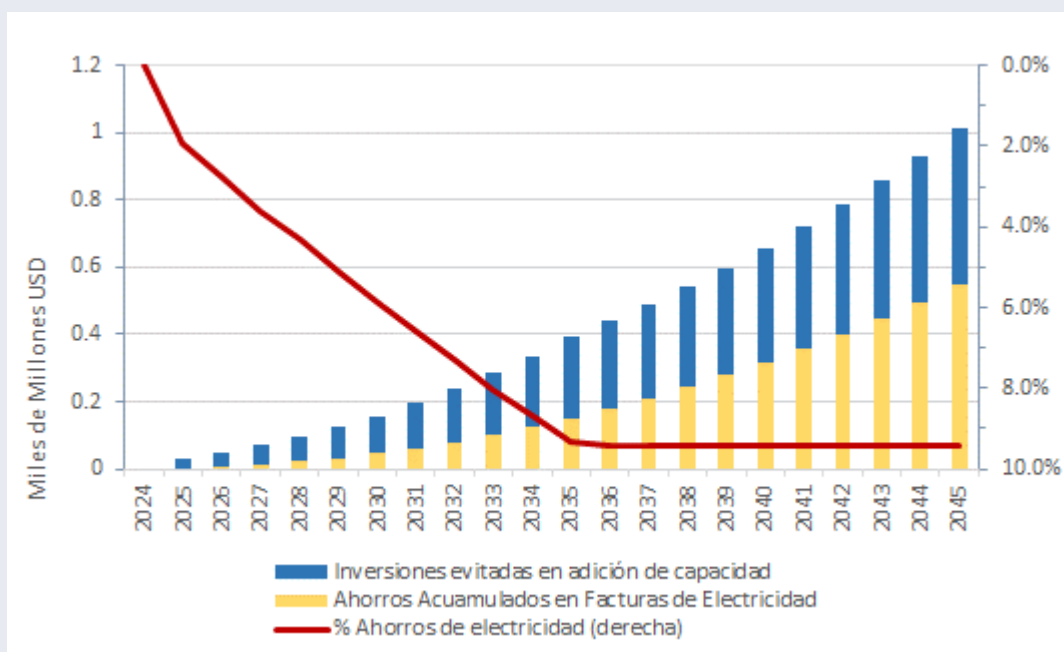


TABLA RE I. Impactos en 2045 de los NEEM Sc2 y Sc6 propuestos

	NEEM propuestos (Sc2)	Potencial técnico (Sc6)
Ahorro energético anual (TWh)	0.60	1.88
Ahorro en facturas de electricidad (miles de millones USD)	0.55	1.7
Capacidad evitada (MW)	474	1,485
Inversión en capacidad evitada (miles de millones USD)	0.47	1.5
Subvenciones evitadas (millones de USD)	24	75
Emisiones acumuladas evitadas de CO <sub>2</sub> (Millones de toneladas de CO <sub>2</sub> )	4.1	12.8
Mejora de la eficiencia energética	13%	46%

Aumento del coste de los equipos (USD/AA)	\$46	\$287
---	------	-------

La Tabla RE I resume los impactos asociados con la adopción de estándares de mayor eficiencia (Sc2 y Sc 6) para los AA en el Ecuador. Los impactos se presentan para la nueva NEEM propuesta y para el potencial técnico alcanzable. Se prevé que con la adopción de los nuevos NEEM propuestos, los ahorros en las facturas de electricidad y la inversión evitada en nueva capacidad de energía ascenderían aproximadamente a 1.000 millones de USD en 2045.

## ANÁLISIS DEL COSTE DEL CICLO DE VIDA

El ACCV analiza el balance entre los mayores costes de adquisición de un AA más eficiente y el ahorro consecuente en forma de facturas de electricidad más bajas durante los 10 años de vida útil del aire acondicionado.

Este estudio demostró que todos los niveles de eficiencia analizados son rentables para los consumidores en todas las zonas climáticas ecuatorianas, excepto en la región de la Sierra, donde sólo el escenario Sc1 es rentable para los consumidores. Esto debido a la baja intensidad de uso del acondicionamiento de aire. El escenario más rentable es el escenario Sc6, que equivale a un aumento del 46% de la eficiencia en comparación con el escenario BAU. Los periodos de amortización varían entre 3,3 años en la región del Litoral y 8,8 años en la región de la Sierra, dependiendo del tamaño de la unidad de aire acondicionado. En el caso del NEEM propuesto, los beneficios oscilan entre 60 y 300 dólares a lo largo de 10 años en concepto de ahorro energético para el consumidor.

## RECOMENDACIONES

### Reglamento

- niveles de eficiencia correspondientes a los escenarios 2 o 4 y proponemos revisar al nivel 5 en 2029 para facilitar la adaptación del mercado, ya que este nivel ofrece mayores beneficios económicos para los consumidores. Esto incluye un cambio en la métrica de la eficiencia al Índice de Eficiencia Energética Estacional (SEER por sus siglas en inglés), ya que es una medida más precisa de la eficiencia de los climatizadores que la medida utilizada actualmente; el Índice de Eficiencia Energética (EER por sus siglas en inglés).
- Diseñar otros programas dirigidos a la adopción de AA de alta eficiencia, para preparar el mercado para futuras actualizaciones a NEEM más elevados. La adopción de normas de eficiencia más estrictas para las AA (escenarios 4 y 5) es aún más beneficiosa para la sociedad en términos de ahorro de energía, reducción de emisiones, ahorro de dinero en las facturas de electricidad e inversiones evitadas en nueva capacidad energética.

### Conformidad

- Con el fin de aumentar la tasa de cumplimiento del reglamento, recomendamos desarrollar una base de datos de certificación para controlar mejor el mercado. Esto puede ser gestionado por MPCEIP con el apoyo del Servicio Ecuatoriano de Acreditación (SAE), el INEN y el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE), incluyendo la capacitación para gestionar la base de datos de certificación y las actividades relacionadas con el Monitoreo, Verificación y Cumplimiento (MVC).
- Crear directrices para que los importadores y minoristas de productos de AA comprendan

el NEEM y el proceso de verificación del cumplimiento.

- Trabajar con MPCEIP, SAE, SENAE y las agencias certificadoras para identificar posibles lagunas o imprecisiones en la información facilitada para el proceso de certificación (certificados de conformidad, etiquetado, declaraciones aduaneras) desde el punto de fabricación hasta el punto de entrada.

### **Programas complementarios**

- Establecer un grupo de trabajo con el gobierno, la industria, la comunidad investigadora y las organizaciones internacionales de desarrollo para explorar mecanismos financieros que permitan crear un laboratorio de pruebas de eficiencia energética de AA en el país.
- Continuar los esfuerzos para mejorar la eficiencia energética y disminuir el consumo de electricidad en el sector de los edificios (60% del consumo nacional de electricidad). La revisión en curso de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), emprendida por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, representa una oportunidad para actualizar el componente de eficiencia energética del código.
- Aprovechar los esfuerzos en curso de las organizaciones internacionales de desarrollo (PTB, JICA, KOICA, BID, Banco Mundial) para explorar los mecanismos financieros que podrían crearse en coordinación con el fondo nacional de inversión para la eficiencia energética del Ecuador para apoyar la implementación de iniciativas como un programa de sustitución de AA.