

# Auditorías energéticas en Campus Resistencia de la Universidad Nacional del Nordeste

## Energy audits at Resistencia Campus of the Northeast National University

Presentación: 26 y 27 de octubre de 2022

### Hugo D. Zurlo

Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional del Nordeste  
hzurlo@gmail.com

### Tatiana K. Yakimchuk

Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional del Nordeste  
tatiana.yakimchuk@ymail.com

### Diego M. Ferreyra

Facultad Regional San Francisco. Universidad Tecnológica Nacional  
dferreyra@sanfrancisco.utn.edu.ar

### Resumen

Se presentan resultados de la auditoría energética realizada en el Campus Resistencia de la Universidad Nacional del Nordeste. El objetivo fue estudiar el consumo energético de los edificios y definir recomendaciones para hacerlo más eficiente. Se adoptó la metodología propuesta por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética para edificios de educación superior, que comprende tres fases: relevamiento de datos, contabilidad energética e identificación de medidas para mejorar la eficiencia. De la primera fase, resulta que el 55 % de la energía consumida se destina a climatización y que el 43 % de la energía se consume en las aulas, siendo este tipo de recinto el de mayor incidencia en el consumo total. De la segunda fase, se obtiene que el consumo medio mensual de cada Facultad asciende a 29 000 kW·h/mes, con picos de potencia que llegan a 80 kW y un consumo basal que ronda los 10 kW.

**Palabras clave:** eficiencia energética, auditorías energéticas, edificios educativos

### Abstract

Results of the energy audit carried out at the Resistencia Campus of the Universidad Nacional del Nordeste are presented. The objective was to study the energy consumption of buildings and define recommendations to make it more efficient. The methodology proposed by the Chilean Energy Efficiency Agency for higher education buildings was adopted, which includes three phases: data collection, energy accounting and identification of measures to improve efficiency. From the first phase, it turns out that 55 % of the energy consumed is used for air conditioning and that 43 % of the energy is consumed in the classrooms, this type of enclosure being the one with the highest incidence in total consumption. From the second phase, it is obtained that the average monthly consumption of each Faculty amounts to 29,000 kW·h/month, with peak power reaching 80 kW and a baseline of around 10 kW.

**Keywords:** energy efficiency, energy audits, educational buildings

## Introducción

El Decreto 140/2007 del Poder Ejecutivo Nacional (PEN, 2007) declara de interés prioritario el uso racional y eficiente de la energía y aprueba los lineamientos del Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE). Su objetivo es contribuir a mejorar la eficiencia en el consumo de energía en los diversos sectores, entre ellos, el de los edificios públicos. Este programa propone a los organismos dependientes del PEN la implementación de acciones que contribuyan a minimizar el consumo de energía en los edificios de su dependencia.

En respuesta a esta directiva, la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) propuso en 2016 el Plan de Uso Responsable de la Energía (PURE), aprobado por Resolución 972/16 (CSU-UNNE, 2017). En sus considerandos, esta expresa que “la Universidad considera importante y urgente la necesidad de implementar acciones concretas que permitan disminuir el consumo energético por principios y convicciones ambientales, como así también la necesidad de cumplir con leyes y normativas en vigencia y reducir gastos económicos” y que “se pretende instalar un cambio cultural que perdure en el tiempo, no por la escasez sino por el cuidado de un recurso no renovable”. El PURE se sustenta en las acciones nacionales que buscan respetar los acuerdos internacionales, el crecimiento poblacional y edilicio de la Universidad que incrementa el consumo energético, la disminución de subsidios a la energía que incide en el precio final que se paga por ella y el rol de la Universidad como formadora de ciudadanos con responsabilidad social y ambiental, por lo que debe ser ejemplo ante la sociedad de los preceptos que predica.

Si bien el PURE abarca todos los campus de la UNNE con sus institutos y dependencias, el presente trabajo se circunscribe al campus Resistencia. Dada la inexistencia de una red de gas natural y el escaso consumo de gas envasado, el estudio se centra exclusivamente en la energía eléctrica. Según la norma ISO 50002 (ISO, 2014),

una auditoría o evaluación energética comprende una revisión detallada del desempeño energético de una organización, de un proceso o de ambos. Por lo general, se basa en la medición y observación adecuadas de los usos y el consumo de energía. Los resultados de la auditoría suelen incluir información sobre el consumo y el rendimiento actuales, y pueden ir acompañados de una serie de recomendaciones clasificadas para mejorar en términos de rendimiento energético. Las auditorías energéticas se planifican y realizan como parte de la identificación y priorización de oportunidades para mejorar el desempeño energético.

## Desarrollo

En ausencia de normativa nacional que establezca un procedimiento para la realización de auditorías energéticas en edificios educativos, se adopta la metodología propuesta por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (ACHEE, 2014) para edificios de instituciones de educación superior. En ella se prevén tres fases:

1. **Levantamiento de datos.** Realizar el catastro de toda la información necesaria para conocer qué hay en la instalación y cómo funciona.
2. **Contabilidad energética.** Analizar el comportamiento de los consumos de los establecimientos educacionales, supervisar el flujo de energía e identificar debilidades para luego seleccionar medidas de mejora adecuadas.
3. **Identificación y cálculo de Medidas de Mejora de Eficiencia Energética (MMEE).** Identificar las principales MMEE para iluminación, climatización, agua caliente sanitaria (ACS), edificación y equipos. Asimismo, calcular la mejora del desempeño energético y el ahorro de costos derivados de la implementación de las MMEE identificadas.

En correspondencia con la **fase 1**, se relevaron artefactos y equipos para iluminación, acondicionamiento térmico, calentamiento y refrigeración de agua (áreas de acceso público), refrigeración y calentamiento de bebidas y alimentos (oficinas y áreas de acceso restringido), tareas de oficina, aulas y laboratorios (computadoras, proyectores, equipos de laboratorio) de uso habitual. Para determinar la energía que consumen, se estimó un tiempo

medio diario y anual de funcionamiento. En la Fig. 1, se muestran los datos correspondientes a un día laboral medio y un valor anualizado que tiene en cuenta la incidencia de los días no laborales (feriados y recesos).

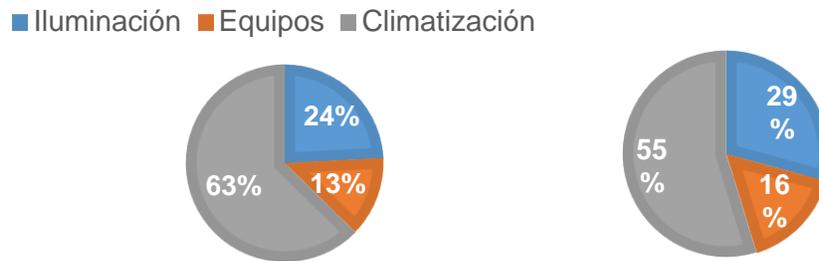


Figura 1. Incidencia de cada tipo de artefacto en el consumo de energía diario (izquierda) y anual (derecha) en el Campus UNNE Resistencia

Se observa la marcada incidencia de la climatización en el consumo energético diario, consecuencia del uso intensivo de equipos para el acondicionamiento de aire. El consumo en iluminación es moderado, pero puede reducirse significativamente incorporando tecnología y modificando hábitos. El consumo de los equipos de oficinas, aulas y laboratorios es relativamente bajo pero reducible. Al considerar el consumo anual, la incidencia de la climatización disminuye por la inclusión de los días de receso y feriados en los que no se usan estos equipos.

En la Fig. 2, se muestra el consumo medio diario para un día laboral y para todo el año diferenciado según el tipo de recinto, para lo cual se efectuó una categorización por funciones de los locales: se los agrupó en áreas comunes (sanitarios, pasillos, bares, recreación), aulas y talleres, departamentos y laboratorios, oficinas administrativas o de servicios, y bibliotecas de cada Facultad del Campus. Se observa que las aulas y talleres, donde confluye el grueso del alumnado, demandan el 43 % de la energía diaria consumida, equiparable al consumo combinado de oficinas y departamentos, seguidos en menor escala por el consumo en áreas comunes y bibliotecas.

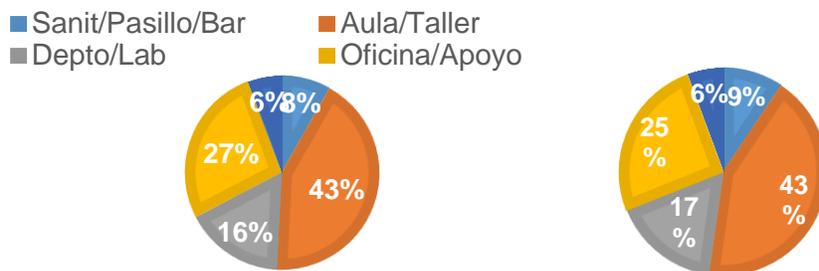


Figura 2. Incidencia de cada tipo de recinto en el consumo de energía diario (izquierda) y anual (derecha) en el Campus UNNE Resistencia

Para el estudio de la envolvente, se calculó la transmitancia térmica de muros y techos utilizando el método indicado por la norma IRAM 11601 (IRAM, 2002) y se la comparó con los valores máximos de transmitancia térmica para cerramientos opacos indicados en la norma IRAM 11605 (IRAM, 1996). Se encontró que la mayoría de los componentes de la envolvente está en el nivel de aislación mínimo (nivel C) y que varios componentes están fuera de norma. Dado que el campus se encuentra emplazado en la zona bioambiental I según IRAM 11603 (IRAM, 2012), el problema que se presenta es el de las ganancias de calor del exterior durante el período estival.

En correspondencia con la **fase 2**, se contabilizó el consumo eléctrico mensual de la unidad de estudio; es decir, la sumatoria de consumos de las facultades de Arquitectura (FAU), Ingeniería (FI), Humanidades (FH) y Ciencias Económicas (FCE) para el período comprendido entre 2006 y 2017.

En la Fig. 3, se observan los picos de consumo durante los meses iniciales y finales del ciclo lectivo, coincidentes con el período estival, y los valles de consumo durante los recesos de invierno y verano.

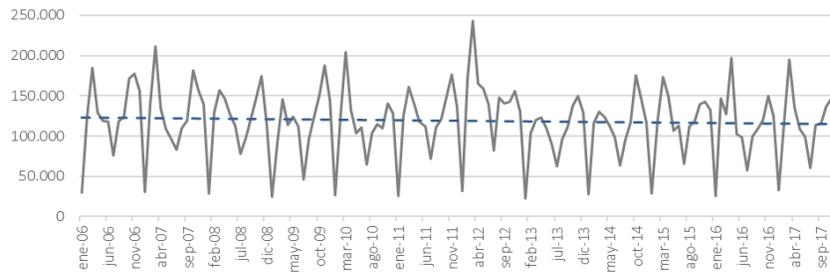


Figura 3. Consumo de energía eléctrica, en kW·h/mes, en el Campus UNNE Resistencia, de 2006 a 2017

En la Tabla 1, se muestran los consumos promedio mensual y anual, de pico inicial y final del ciclo lectivo y valle estival e invernal, para cada facultad y para el conjunto.

Consumo promedio	FAU [kW·h]	FI [kW·h]	FCE [kW·h]	FH [kW·h]	TOTAL [kW·h]	Período de ocurrencia
Mensual	30 577 (26,34 %)	29 209 (25,16 %)	27 452 (23,64 %)	28 864 (24,86 %)	116 102	---
Anual	366 923 (25,78 %)	350 503 (24,63 %)	359 371 (25,25 %)	346 373 (24,34 %)	1 423 169	---
Pico inicio de clases	44 937 (24,98 %)	43 685 (24,29 %)	43 930 (24,43 %)	47 304 (26,30 %)	179 856	Marzo-abril
Pico final de clases	43 696 (26,45 %)	38 835 (23,51 %)	42 170 (25,53 %)	40 500 (24,52 %)	165 201	Octubre-noviembre
Valle de verano	6394 (22,85 %)	11 290 (40,35 %)	6547 (23,40 %)	3747 (13,39 %)	27 978	Enero
Valle de invierno	17 338 (26,36 %)	17 739 (26,97 %)	16 029 (24,37 %)	14 670 (22,30 %)	65 776	Julio

Tabla 1. Consumo promedio de energía eléctrica, en kW·h, en el Campus UNNE Resistencia, de 2006 a 2017

A fin de conocer el perfil de carga diario, se efectuaron mediciones con un analizador de redes Lutron DW-6095. En la Fig. 4, se muestra el comportamiento de la demanda a lo largo de una semana del período mayo-julio para tres de las facultades auditadas. Cabe aclarar que el jueves para la FAU fue feriado, por ello el consumo reducido.

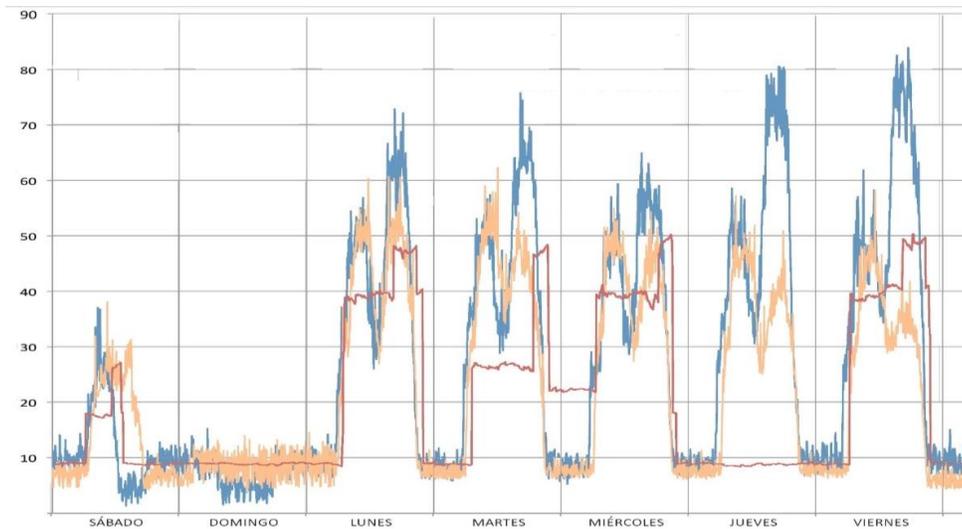


Figura 4. Perfil diario de potencia activa [kW] durante una semana para tres de las Facultades en estudio.  
FAU (rojo), FI (celeste), FH (naranja)

Se observan picos de hasta 80 kW y una demanda basal (horario nocturno y feriados) de unos 10 kW. En todos los casos, se nota la diferencia de consumo matutino y vespertino. Para la FAU, el consumo es casi constante por el encendido y apagado simultáneo de casi toda la carga, dados ciertos hábitos y las características de la instalación.

En correspondencia con la **fase 3**, se describen someramente las recomendaciones técnicas, procedimentales y normativas que se podrían implementar para continuar con la aplicación del PURE.

- Recomendaciones técnicas: reemplazar tecnologías vetustas en sistemas de iluminación y climatización; incorporar sensores de movimiento y temperatura para automatizar la iluminación y climatización; incluir medidores seccionales de energía para un mejor control de consumos; incorporar energías renovables para calentamiento de agua y generación fotovoltaica, agregar sistemas de renovación de aire interior y rehabilitación energética de la envolvente arquitectónica.
- Recomendaciones procedimentales: incorporar criterios de eficiencia energética para la adquisición de equipos, ampliar la información patrimonial con datos de antigüedad y consumo de equipos, fortalecer el mantenimiento de equipos e instalaciones, realizar campañas de concientización y sensibilización, implementar un Sistema de Gestión de la Energía.
- Recomendaciones normativas: cumplir la normativa vigente en materia de aislación térmica y eficiencia energética, reglamentar acciones a nivel universitario que tiendan a un uso eficiente de la energía.

Se estima que, con cinco medidas puntuales, tres de recambio o incorporación de tecnología y dos relativas al comportamiento de los ocupantes, es posible reducir el gasto de electricidad global en un 32 %. Dichas medidas son el reemplazo de equipos de iluminación fluorescente y otras por tecnología LED, el reemplazo de monitores tipo TRC por tipo LED, el precalentamiento solar de las expendedoras de agua caliente, la desconexión o el apagado total de equipos para evitar consumos en modo *stand-by* y la reducción del tiempo de climatización. Con estas medidas, se podría llevar el consumo actual de 1855 MW·h/año a 1263 MW·h/año; es decir, ahorrar 592 MW·h/año.

## Conclusiones

En este trabajo, se presentaron resultados globales de una auditoría energética realizada sobre el Campus Resistencia de la Universidad Nacional del Nordeste, en Argentina. Del equipamiento, se mostró una incidencia preponderante de los equipos de climatización. De los espacios, se encontró que las aulas y los talleres son los que

tienen mayor incidencia. En cuanto al aporte de cada una de las facultades relevadas, se ve uniforme, salvo casos específicos. Se enumeraron medidas para la mejora de la eficiencia energética, unas basadas en el reemplazo de equipos y otras, en la modificación de hábitos. Las primeras requieren una gran inversión inicial, pero implicarían una reducción significativa en consumo y costo. Combinadas, todas las medidas propuestas podrían producir una reducción global del 32 % en el consumo de energía del campus. Como trabajo a futuro, se propone actualizar los registros y ahondar sobre los datos desagregados por cada facultad, para luego ponderar concretamente la aplicación de las medidas propuestas para cada una de ellas.

## Referencias

- Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE) (2014). *Guía de Apoyo al Desarrollo de Diagnósticos Energéticos para Instituciones de Educación Superior (EIS)*. Santiago (Chile).
- Consejo Superior de la Universidad Nacional del Nordeste (CSU-UNNE). Resolución nro. 972/16. *Plan de Uso Responsable de la Energía*. Boletín Oficial de la UNNE nro. 375. Corrientes, 13/02/2017.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) (1996). *Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos* (IRAM 11605). Argentina.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) (2002). *Aislamiento térmico de edificio. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario* (IRAM 11601). Argentina.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) (2010). *Carpintería de obra y fachadas integrales livianas. Ventanas exteriores. Parte 4. Requisitos complementarios. Aislación térmica* (IRAM 11507-4). Argentina.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) (2012). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina* (IRAM 11603). Argentina.
- International Organization for Standardization (ISO) (2011). *Energy management systems. Requirements with guidance for use* (ISO 50001).
- International Organization for Standardization (ISO) (2014). *Energy Audits. Requirements with guidance for use* (ISO 50002).
- Poder Ejecutivo Nacional (PEN). Decreto nro. 140. *Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía*. Boletín Oficial de la República Argentina. Buenos Aires, 21 de diciembre de 2007.
- Universidad Nacional del Nordeste. UNNE en cifras. Disponible en [https://www.unne.edu.ar/index.php?option=com\\_k2&view=itemlist&task=category&id=7:unne-en-cifras&lang=es](https://www.unne.edu.ar/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=category&id=7:unne-en-cifras&lang=es).