

## Procedimiento Metodológico para Auditoría Energética en Instalaciones de Educación Tecnológica con Propuestas de Mejoras en Ahorro Energético

Julio Ariel Potschka<sup>a</sup>, Mario Orlando Oliveira<sup>a</sup>, Armando Mazzoletti<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Energía Eléctrica - LIDEE, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones, Juan Manuel de Rosas 325, Oberá, Misiones, Argentina  
Potschka@fio.unam.edu.ar, oliveira@fio.unam.edu.ar, armando.mazzoletti@gmail.com,

---

### Resumen

Este trabajo corresponde a un proyecto de investigación que se ejecuta actualmente en el LIDEE (Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Energía Eléctrica), el cual busca desarrollar una metodología para la Auditoría Energética en instalaciones de Educación Tecnológica con propuestas de mejoras en Ahorro Energético. Esta investigación se enmarca en la línea estratégica de *Energía* de la Facultad de Ingeniería, en el área temática de *Eficiencia Energética*. En el desarrollo del proyecto se pone énfasis sobre el ahorro de energía eléctrica, para lo cual se realiza la medición y el registro de potencia/energía consumida, factor de potencia, entre otras variables; realizando también una caracterización del consumo. Se efectúa un relevamiento del sector a través de planos civiles y eléctricos existentes de manera tal de incorporar las modificaciones realizadas en el predio de la casa de estudio. Se utilizará para la medición de parámetros de consumo un analizador de calidad de energía marca Fluke 434-Serie II para el registro estacional, es decir, una semana de registros en otoño, una en invierno y una en verano, sirviendo estos datos para los análisis correspondientes a modo de realizar un “Pre-diagnóstico”. De manera conjunta se digitalizarán los planos de las instalaciones eléctricas actuales como así también las cargas relevadas y todo lo que se refiere a características bio-climáticas de todos los ambientes. Con el fin de comparar las variables medidas se trabajará con un software de simulación de sistemas eléctricos para proyectar y proponer mejoras considerando costos variables de inversión. La etapa de “Diagnóstico” permitirá generar un manual con la descripción de buenas prácticas en el consumo de la energía eléctrica para ser aplicadas en la Facultad de Ingeniería de Oberá (FIO). Este trabajo presenta los avances logrados hasta la fecha y las conclusiones parciales del proyecto. El proyecto es multidisciplinario dado que el equipo de investigación está integrado por doctores en ingeniería, magister y especialistas, apoyados por alumnos avanzados en las carreras de ingeniería civil, electrónica, industrial y electromecánica.

*Palabras Clave* –Ahorro de Energía, Eficiencia Energética, Auditoría, Buenas Prácticas

### 1. Introducción

Con el cambio de gobierno nacional, se han presentado, como es lógico, cambios en las políticas desarrolladas en la Argentina. Uno de los cambios más significativos está relacionado con los subsidios aplicados a las tarifas de los servicios públicos, y en particular, la referida a la energía eléctrica. Esto conlleva a un aumento de los costos de producción de electricidad por lo cual se deben buscar medios de ahorro energético a fines de poder, a través de estrategias adecuadas, realizar las actividades productivas/educativas sin pérdida de calidad. El ahorro de energía, su consumo responsable y el uso eficiente de las fuentes energéticas son esenciales a todos los niveles de consumo (industrial, comercial, residencial) impactando directamente en el uso de los recursos naturales de nuestro medio ambiente. La importancia de las medidas de ahorro y eficiencia energética se manifiesta, por un lado, en la necesidad de reducir la factura de consumo eléctrico logrando de esta manera un beneficio económico para el usuario y por otro, en garantizar una mejor calidad de vida para futuras generaciones a través del uso racional de los recursos naturales. Podemos reducir nuestro consumo de energía utilizándola de forma más eficiente, invirtiendo en

equipamiento energéticamente eficiente y en medidas de ahorro energético, así como adoptando hábitos de consumo sostenibles con respecto al uso de energía. En la Facultad de Ingeniería de Oberá (FIO) de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) actualmente no se aplican suficientes procedimientos de auditoría energética para cuantificar el ahorro y la eficiencia de las medidas implementadas. Tampoco se verifican si las medidas implementadas realmente producen cambios significativos en el consumo de energía eléctrica. Sin embargo, esta institución no es la única que presenta deficiencias en cuestiones de medidas energéticas sino más bien forma parte las edificaciones públicas que requieren de un programa de eficiencia energética. Recordemos que una auditoría energética es un estudio técnico de una unidad (empresa, vivienda, comercio, edificio, etc.) que sirve para comprobar si la gestión energética que se está utilizando tiene un nivel óptimo. Esto significa que el estudio técnico propuesto en este trabajo de investigación busca encontrar una respuesta sobre si el camino que se está tomando realmente es el correcto y en caso de existir un margen de ahorro de energía se especificará en dónde y cómo se deberán aplicar las medidas mitigatorias que serán evaluadas a través de indicadores. Es por ello que se pretende realizar un procedimiento metodológico y aplicar directamente a la institución involucrada para generar un ahorro monetario en el pago de las facturas de servicio de energía eléctrica. En este sentido, el camino hacia la eficiencia energética en las empresas, comercios e instituciones, sobre todo en el ámbito educativo, tiene un impacto socioeconómico importante para la FIO – UNaM ya que no solo servirá de modelo para aplicación en otras instalaciones, sino que también los procedimientos y resultados serán transferidos a los estudiantes, docentes y personal administrativo a efectos de que estos colaboren con las estrategias de implementación, medición y diagnóstico de medidas de ahorro de energía. El ahorro de energía eléctrica se traduce directamente en beneficios económicos para aquellas organizaciones que implementen planes de auditoría energética. En el mismo sentido, los indicadores de eficiencia energética serán desarrollados en base a la utilización de recursos naturales renovables mostrando el compromiso de la institución educativa con el medio ambiente.

## **2. Objetivo general**

El objetivo general del trabajo de investigación es desarrollar un procedimiento metodológico para aplicación de auditoría energética en instalaciones de educación tecnológica proponiendo oportunidades de mejoras y efectuando el seguimiento continuo de los resultados obtenidos.

### *2.1 Objetivos específicos*

Los objetivos específicos de este Trabajo de Investigación se detallan a seguir:

- Definir los parámetros relevantes iniciales para realizar el estudio del estado actual de la instalación en cuestión desde el punto de vista de consumo de energía eléctrica.
- Realizar un diagnóstico inicial basado en la medición y el registro de los parámetros de estudio a fines de presentar los resultados iniciales.
- Desarrollar y establecer los indicadores de eficiencia energética que serán considerados en los procedimientos de auditoría energética en instituciones de enseñanza tecnológica.
- Realizar un análisis de los hábitos de consumo encontrados en la institución con énfasis en los costos de consumos de energía y usos energéticos.
- Generar propuestas de ahorro y de eficiencia energética para minimizar costos sin disminuir el confort climático, identificando áreas y equipos o instalaciones susceptibles de mejora.

- Realizar la evaluación económica de las inversiones asociadas a las alternativas de mejora propuestas.
- Elaborar una guía de buenas prácticas para el uso eficiente de la energía.
- Implementar las oportunidades de mejora que resulten del análisis de inversiones.
- Realizar el monitoreo de las medidas aplicadas a fines de cuantificar su eficiencia.

El cumplimiento de los objetivos específicos permitirá comprobar que la aplicación de un procedimiento de auditoría energética adecuado con la identificación precisa de los indicadores para instituciones de enseñanza tecnológica no solamente posibilitará ahorrar energía y utilizar eficientemente los recursos, sino que también contribuirá al monitoreo permanente de los planes de acción tomados por la institución en relación a la reducción del consumo eléctrico. Esto a su vez, permitirá disminuir el consumo de energía eléctrica sin perder productividad o dejar de usar equipamientos fundamentales para la construcción del conocimiento.

### **3. Antecedentes en la temática y aportes del grupo de trabajo**

#### *3.1 Antecedentes en la Temática*

La Eficiencia Energética busca desarrollar de manera óptima las tecnologías de productos, procesos y servicios que consumen energía con el fin de contribuir a la reducción de su demanda, como así también busca la aplicación de la razón, el buen sentido, el razonamiento para utilizar la energía correctamente sin perjudicar la productividad. En cuanto que el racionamiento energético está asociado con actividades de imponer porciones, gestionar carencias, comprometiendo la productividad [1]. Desde la Secretaría de Energía de la Nación y la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética [2], se desarrolla una política donde se establece la definición de este concepto, relacionando la Eficiencia Energética con la cantidad de energía útil que se puede obtener de un sistema o de una tecnología en particular. Los sectores de la economía en donde más se trabaja en aspectos de Uso Responsable y Eficiencia Energética son: Industria- Comercio- Iluminación Pública- Construcción - Transporte - Residencial- Edificio (empresas, organismos, asociaciones). El ministerio de Energía (a través de la Disposición 3/2018 [3]) establece los lineamientos mínimos que deberá incluir la Planificación Energética de los establecimientos que fueron beneficiados con la Resolución Conjunta de la ex Secretaría de Industria y Servicios y de la ex Secretaría de Energía Eléctrica [4]. Estos establecimientos deberán detallar en su Planificación Energética las actividades que mejoren de manera continua el desempeño energético y una revisión de las actividades de la organización que puedan afectar al desempeño energético. Los beneficios de aplicación de Auditorías Energéticas son [5]: reducir la demanda y el costo energético, mejorar el proceso productivo, reducir los costos de producción u operación de empresas mejorando su competitividad, reducir el consumo de combustible en el transporte en general tanto privado como público, reducir los gastos de energía en los hogares (lo que es especialmente relevante para las familias de más bajos ingresos porque ellas gastan un porcentaje mayor de sus ingresos en energía que las demás familias), contribuir a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el planeta.

La creación de la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética [6] propició la definición de los siguientes objetivos: • Proponer, implementar y monitorear programas para un uso eficiente de los recursos energéticos, en la oferta, transformación y consumo, • Desarrollar programas de difusión y comunicación a la población y sectores específicos involucrados, • Incorporar la Eficiencia Energética (EE) en la educación formal en los tres niveles obligatorios, y promover su inclusión a

nivel universitario, • Promover convenios y acuerdos con universidades, cámaras empresarias, organizaciones de la sociedad civil y todas aquellas instituciones cuyo objetivo sea mejorar la EE, • Evaluar y proponer alternativas regulatorias buscando mecanismos de promoción de la eficiencia y el ahorro de energía, • Interactuar con organismos nacionales e internacionales que faciliten el acceso a financiamiento para proyectos de eficiencia energética. En este contexto se desarrollan los siguientes programas: Diagnósticos Energéticos, Fondo Argentino de Eficiencia Energética (FAEE), Proyecto ISO 50001: Implementación de un Sistema de Gestión Energético basado en la norma ISO 50001, Programa de Etiquetado, Alumbrado Público, Edificios Públicos.

El Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE) [7], fue creado por el Poder Ejecutivo Nacional a través del Decreto N° 140, del 21 de diciembre de 2007. El objetivo del PRONUREE es “*propender a un uso eficiente de la energía*”, lo que implica “la adecuación de los sistemas de producción, transporte, distribución, almacenamiento y consumo de energía, haciendo énfasis en lograr el mayor desarrollo sostenible con los medios tecnológicos al alcance, minimizando el impacto sobre el ambiente, optimizando la conservación de la energía y la reducción de los costos”. El programa tiene diversos ámbitos de actuación, como ser: fomento de la educación sobre consumo prudente de energía, reemplazo de lámparas en domicilios, aumento en la eficiencia energética de los electrodomésticos, etc. El “PRONUREE - Alumbrado Público” [8] es un subprograma que promueve el uso eficiente de la energía en los sistemas de alumbrado público existentes en todo el territorio de la República Argentina.

El incremento del consumo de energía ha contribuido y contribuye al desarrollo humano. Pero dicho incremento incorpora costos tanto en términos monetarios como en agotamiento de recursos no renovables, afectación del medio ambiente y mayores emisiones de gases de efecto invernadero. La eficiencia energética constituye la respuesta adecuada para optimizar el uso de energía sin sacrificar niveles de desarrollo, ni reducir estándares de calidad de vida. Para comprender su significado es necesario diferenciarla del “Ahorro de Energía”, que implica dejar de consumir una parte de la Energía utilizada actualmente. Eficiencia energética es *obtener los mismos resultados o prestaciones de servicios, con menor consumo de energía*, como consecuencia de una mayor productividad de cada unidad de Energía consumida. Es una estrategia ganadora que contribuye a mejorar la seguridad energética, disminuir la presión sobre el medio ambiente, reducir emisiones y mejorar la productividad de los procesos a todo lo largo de la actividad humana. Adecuadas políticas de eficiencia energética han logrado reducir significativamente, a nivel global, en las últimas décadas, la relación entre la energía empleada y la unidad de producto obtenido. La Argentina tiene en marcha un programa de eficiencia energética que comprende etiquetado de productos, establecimiento de niveles de eficiencia energética mínimos en una serie de artículos, establecimiento de normas de eficiencia en edificios e iniciativas de concientización sobre el tema. Para completar e intensificar su eficacia, se proponen una serie de medidas, entre las cuales sobresalen: institucionalizar la autoridad nacional en el tema de eficiencia energética, establecer objetivos ambiciosos en el sector transporte, fijar metas cuantitativas y fortalecer la captación y análisis de datos reales para comparar resultados y articular el sistema educativo en aquellas capacidades científicas, de ingeniería y técnicas que son necesarias para responder al desafío. Las experiencias piloto han permitido verificar en Argentina, que, tanto en el sector público como en el privado, es posible obtener reducciones significativas con breves períodos de repago de las inversiones necesarias (Documento N°3, Academia Nacional de Ingeniería, 2012).

### 3.2 Aportes del grupo de trabajo al estudio del problema en cuestión

El grupo de trabajo ha realizado trabajos relacionados al tema de estudio. En [9] se efectuó la caracterización de pérdidas en sistemas eléctricos de distribución de una empresa distribuidora de electricidad de Brasil. En [10] se mostró la importancia del control y mitigación de pérdidas técnicas y no técnicas en sistemas de distribución de energía eléctrica y su relación con la eficiencia energética.

Por otro lado, integrantes del grupo de trabajo de este proyecto participan en el dictado del curso sobre Eficiencia Energética, impulsado por el Consejo Federal de Inversiones (CFI) y articulado por la UNaM, que se está dictando actualmente en la provincia de Misiones, cuyo principal objetivo es impulsar acciones y brindar herramientas que permitan lograr soluciones aplicables para obtener ahorros económicos mediante una mejora en la gestión de la energía empleada en la prestación de servicios o desarrollo de procesos productivos, logrando la formación de Gestores Energéticos que puedan desarrollar tareas de relevamiento y diagnóstico energético para micro, pequeñas y medianas empresas.

#### **4. Resultados preliminares y avances logrados**

##### *4.1 Caracterización de los tipos de consumidores*

Las actividades comenzaron con la caracterización de los tipos de consumidores. Esta actividad se realizó a través de entrevistas y análisis de información ya existente en la institución. En esta etapa inicial se pudo identificar las siguientes características:

- El horario de asistencia a la institución es predominantemente en horarios diurnos entre las 08:00 y 18:00 horas. En este sentido, estas personas podrían estar utilizando luz solar como iluminación, por lo cual se debería considerar la posibilidad de incorporar puertas y ventanas que permitan mayor penetración de luz solar y buena circulación de aire.
- Por otro lado, la mayoría de las personas pasan entre 4 y 8 horas dentro de las instalaciones, existiendo un número menor de personas que están más de 8 horas realizando tareas administrativas.
- Los tipos de consumidores que se encuentran en el lugar considerado para el estudio, pueden ser divididos según la clasificación institucional como: no docentes, docentes, alumnos y personal de limpieza. Se estima las siguientes cantidades: 10 no docentes, aproximadamente, 20 docentes que usan las aulas afectadas, en el orden de 260 alumnos que usan las aulas consideradas para el estudio, y un grupo de 8 personas de limpieza que transitan de manera temporal por los sectores de interés.
- Los usos de energía eléctrica se dividen en los siguientes bloques: uso de equipos informáticos (notebook, PC de escritorio, tablet, impresoras, fotocopiadoras), equipos de comunicación (celulares), equipos de climatización, iluminación, uso de equipos eléctricos especiales para actividades de laboratorio.
- Los sectores donde se realizan las actividades se clasifican como: aulas, oficinas, laboratorios y espacios comunes (pasillos, baños, patios) y playón deportivo.

La mayoría de los actores que realizan actividades en la institución no conoce (o no aplica) acciones relacionadas con eficiencia energética. Esto muestra que es indispensable realizar cursos/charlas de capacitación que muestren los hábitos de consumo más adecuados para el ahorro de la energía eléctrica.

#### 4.2 Acciones relacionadas a la temática

Como característica más importante se logró la revisión de normativas existentes en el tema en cuestión, en la Secretaría de Energía y Minería de la Nación de la República Argentina, en un documento metodológico sobre Balance de Energía donde hace referencia a energías que son “*No aprovechado, es la cantidad de energía que, por razones técnicas y/o económicas o falta de valorización del recurso, no está siendo utilizada. Ejemplos de esto son el gas no aprovechado y el agua de represa no turbinada que sale por el vertedero. Pérdidas de transporte, almacenamiento y distribución: es la energía perdida en las actividades de transporte, distribución y almacenamiento de los distintos productos energéticos, tanto primarios como secundarios. Ajuste o diferencia estadística, es la diferencia entre el destino y el origen de la oferta interna de una fuente energética como consecuencia de errores estadísticos. Su valor debe ser naturalmente bajo*” [11]. En conclusión, está claro que el párrafo anterior no hace referencia exacta de los valores de los ajustes a los que se refiere y que sería un valor interesante a determinar de manera experimental.

Además, cabe mencionar la realización del primer taller sobre “Administradores Energéticos en Edificios Públicos”, en el marco del PROUREE, dictado el 11 de junio de 2019. Durante el encuentro se conocieron distintas experiencias en implementación de medidas de eficiencia energética y gestión de la energía en edificios públicos aplicadas en Europa. Se generó, además, un espacio de intercambio donde los Administradores de los diferentes organismos de la Administración Pública Nacional, pudieron compartir las acciones que están llevando a cabo en este sentido.

En otro ámbito se visualizaron trabajos realizados en programas de eficiencia energética de España, Chile y Perú, en los cuales se pone énfasis sobre buenas prácticas y uso eficiente de la energía eléctrica.

#### 4.3 Relevamiento de las instalaciones

Las primeras actividades estuvieron enfocadas en la elección del sector de la facultad a analizar, teniendo en cuenta la identificación de circuitos principales y seccionales, asociados a los espacios civiles, llegando a seleccionar un lugar que contempla aulas de diversos tamaños, salas de reuniones de consejo superior, oficinas de decanato, secretarías académicas y financiera, sanitarios y espacios comunes. Se comenzó por la revisión de los diagramas unifilares disponibles, lográndose identificar los interruptores correspondientes a ciertos sectores de la facultad. Luego a través de técnicas de relevamientos se lograron determinar algunos circuitos faltantes, como así también características edilicias.

El sector seleccionado reúne características heterogéneas debido a que incluye la combinación de sectores tales como aulas, oficinas administrativas, y espacios comunes estos a todas las instituciones educativas.

Las actividades subsecuentes están orientadas a definir indicadores de eficiencia energética, confección de un modelo computacional representativo del consumo del sector, y su posterior validación.

Como actividad previa a la confección del modelo computacional, se debió relevar las cargas asociadas a cada ambiente, estas se componen de todos los artefactos eléctricos de uso común en el desarrollo de las distintas actividades del día a día. Los parámetros más relevantes de estos consistían en la potencia activa, factor de potencia y tiempos de utilización. Además, se encuentra

en desarrollo la confección de los planos de la instalación eléctrica, insumo también necesario para la elaboración del modelo.

## 5. Metodología y plan de trabajo

El desarrollo de un procedimiento para realizar auditorías energéticas en instituciones educativas requiere de una metodología tendiente a la articulación de las disciplinas técnico-económicas en búsqueda de optimizar el ahorro de energía eléctrica. Para ello, se combinarán las siguientes estrategias metodológicas:

- 1) Etapa Cognoscitiva: Es la etapa de relevamiento y recopilación de datos y antecedentes. Es aquí donde se define el universo de estudio en que se centrará el trabajo, y los campos temáticos de la investigación acerca de los cuales será necesario reunir datos. La conclusión de esta etapa se da mediante la sistematización de la información reunida (tablas, catálogos y resúmenes), y un diagnóstico conformando un “marco teórico conceptual”, que servirá de base a la etapa operativa.
- 2) Etapa Operativa: Dado que el objetivo de esta investigación se basa en el relevamiento de consumos de energía eléctrica para la propuesta de soluciones concretas según las variadas tecnologías, se focalizará la investigación en la aplicación real de las soluciones propuestas con el monitoreo de su desempeño.

La auditoría energética busca identificar quien, cuando y como se está consumiendo energía en la institución a fines de fundamentar y posteriormente implementar programas de uso racional de los insumos energéticos.

Para esto, se aplicará en términos generales el siguiente Plan de Trabajo:

1. Sistematización y análisis de la información técnico-económica obtenida "in situ" y de la información estadística disponible en la institución en estudio. Todas estas tareas tendrán una fuerte componente de recopilación de información y antecedentes referentes al tema para definición del universo de estudio. Esta etapa iniciará con un estudio de los hábitos de consumo de docentes, alumnos, no docentes y otros personales de la institución.
2. Cuantificación de parámetros: se realiza la aplicación de las mediciones directas e indirectas sobre los parámetros de interés como, por ejemplo, energía consumida en diferentes horarios a fines de determinar el perfil de demanda de la institución. Comprendiendo, además, el relevamiento del edificio o instalación, descripción de los equipamientos, el estudio previo de su geometría, la distribución espacial y la orientación de las condiciones climáticas a las que se encuentra sometido, como así también la medición general de las magnitudes eléctricas de consumo en la institución. Con esto se caracterizará el consumo realizando mediciones por un lapso de tiempo a través de la sectorización de la instalación, la determinación de índices de consumo y la comparación con los estándares indicados en las normas consultadas.
3. Diagnóstico: en esta etapa se indicará el estado actual en el que se encuentran las instalaciones y equipos. Se identificará la problemática existente en los sistemas energéticos que conducen a un mayor consumo, así como se identificarán las posibles causas que la producen. Esta etapa permitirá evaluar la magnitud de los problemas energéticos y planificar las actividades a realizar en las siguientes fases de la auditoría.

4. Determinación de aquellos aspectos tecnológicos que necesitan de optimización, así como la identificación de las distintas alternativas tecnológicas, con fuerte componente de análisis tecnológico-ingenieril.
5. Propuesta técnica y valuación económica de las alternativas de mejora con identificación de sus beneficios potenciales, todo ello basado en la técnica de análisis de costo-beneficio para la evaluación socioeconómica de proyectos de inversión.
6. Implementación de las alternativas: se utilizarán procesos técnicos y constructivos estandarizados tendientes a la adecuada implementación de las mejoras identificadas en el proceso de optimización. Se estudiarán, diseñaran e implementaran indicadores para evaluación de eficiencia energética.
7. Monitoreo de alternativas aplicadas: se empleará una metodología para seguimiento de cada una de las alternativas de mejora que fueron implementadas a fines de cuantificar el ahorro energético provocado por a cada una.
8. Evaluación Final: realización de conclusiones en base a resultados obtenidos relacionando las propuestas y las mejoras implementadas con la realidad económica, social y cultural de la región. Se verificará el cumplimiento de los objetivos y de la hipótesis respecto del tema tratado.
9. Divulgación de Resultados: realizada la evaluación final se procederá con la etapa de publicación y difusión de los resultados de trabajo en seminarios, jornadas y congresos regionales, nacionales y/o internacionales buscando con esto la trasferencia al medio de las experiencias realizadas. Por otro lado, también se buscará una publicación en revista indexada. En el mismo contexto, los resultados van a ser dados a conocer a través de cursos de capacitación en la institución participante del proyecto, cursos que estarán enfocados en temas como: eficiencia energética, ahorro de energía y hábitos de consumo.

## **6. Recursos humanos, infraestructura, equipamiento disponible y materiales**

El equipo de trabajo está conformado por especialistas en áreas afines a la temática del proyecto. En este sentido, se cuenta con ingenieros con solidas capacidades para el desarrollo de estudios de alto nivel en el área de energía eléctrica contando con especialistas en: eficiencia energética, ahorro de energía, calidad de energía, máquinas eléctricas, medio ambiente, gestión de costos y gestión de la calidad. Además, el equipo de trabajo tiene amplia experiencia en el desarrollo de proyectos técnicos y estudios científicos en el área eléctrica. La mayoría de los integrantes ha participado en eventos de divulgación de resultados de investigación mostrando los resultados de los trabajos realizados.

La estructura de los Recursos Humanos está compuesta por un Director, un Co-Director, un Director responsable del Área Temática, un grupo de trabajo formado por ingenieros y alumnos avanzados en las carreras de Ingeniería.

En cuanto a los recursos de equipamiento se cuenta con:

- **Medición:** Analizador de calidad de energía marca Fluke 433/434. El analizador ofrece una completa serie de potentes funciones para la comprobación de sistemas de distribución eléctrica. Algunas de estas funciones le permiten obtener una visión general del funcionamiento del sistema eléctrico, mientras que otras le sirven para examinar detalles específicos. **Pantalla de tabla:** presenta datos inmediatos de un gran número de valores numéricos de medidas importantes. Utilizada para: Volt./Amp./Hz., Fluctuaciones, Armónicos, Potencia y energía, Flicker (Parpadeo), Desequilibrio y Supervisión de la



calidad eléctrica. Pantalla de formas de onda: muestra las formas de onda de tensión y corriente como si se hiciera con un osciloscopio. Pantalla de diagrama fasorial: muestra la relación de fases entre tensiones y corrientes en un diagrama vectorial. Pantalla de gráfico de barras: muestra la densidad de cada parámetro como un porcentaje mediante un gráfico de barras. Utilizada para: Armónicos y Supervisión de la calidad eléctrica. Es posible guardar conjuntos de datos completos de la medida en curso. Un conjunto de datos contiene toda la información de la medida. Esto le permite ver y analizar todas las pantallas de la medida, además de utilizar el cursor y el zoom.

- Equipos de medición como ser: amperímetros y voltímetros marca YEW, cofímetros electrodinámicos, vatímetros, pinzas amperométricas, pinzas multímetricas de medición de potencia activa, reactiva, cosenofi, armónicos, analizador de red para tableros marca BAW, pluxímetros marca YEW portátil, fuentes de tensión Variac de corriente alterna.
- Equipos informáticos como: computadoras e impresoras, notebooks, adquisidores de datos, software de simulación como PSS®E, symdistV5.04, ATP Draw, Power Manager Sempron.
- El procesamiento de datos se realizará con el propio analizador y computadoras

## 7. Conclusiones

Es importante destacar que teniendo en cuenta los objetivos específicos planteados y a través de los resultados preliminares se definieron los parámetros iniciales de estudio y los hábitos de consumo. En este sentido, se tomó conocimiento de datos sobre los usos, carga horaria, estado de la instalación eléctrica de las aulas, oficinas, sanitarios, etc., encontrándose modificaciones de acuerdo a los planos originales, como así también equipos nuevos en funcionamiento los cuales representan un consumo importante para la instalación. Además, se visualizaron las modificaciones edilicias que posiblemente afecten al confort y estén relacionados con la eficiencia energética de todo el sector analizado. Se destaca también la transferencia de conocimiento de las técnicas de relevamiento en el ámbito eléctrico a los alumnos avanzados de las distintas carreras de grado que participan en el proyecto, como ser: análisis de datos y trabajos con software de simulación numérica. Es importante mencionar que las políticas en eficiencia energética llevadas a cabo por las instituciones de gobierno son de reciente aplicación. En este sentido, la subsecretaría de Eficiencia Energética de la Nación dispone de programas de capacitación sobre la valoración en desempeño energético de grandes empresas consumidoras de Energía. Así también, la subsecretaría de Eficiencia Energética lanzo su primer taller de capacitación para Administradores Energéticos para Edificios Públicos, en el mes de junio del corriente año.

Sobre los datos eléctricos medidos y registrados se está realizando el análisis de un caso que presenta notoriamente un desequilibrio de cargas en las distintas fases, manifestadas por una corriente en el conductor neutro de la instalación. También se identificaron variaciones importantes en la tensión de alimentación y en las curvas de demanda de potencia en el cual se visualizaron máximos y mínimos. Es importante destacar que se pudo implementar la metodología propuesta llevando a cabo las actividades preliminares hasta la fecha para obtener datos que son válidos para el diagnóstico inicial.

## Referencias

- [1] Viana, A. N. C., “Eficiência Energética: Fundamentos e Aplicações”, 1a Ed, Campinas-SP, FUPAI.
- [2] <https://www.argentina.gob.ar/energia/ahorro-y-eficiencia-energetica>
- [3] Disposición 3/2018 del Ministerio de Energía - Anexo I
- [4] Ministerio de Energía, Resolución Conjunta 1-E/2017
- [5] Panesi, A. R. Q., Fundamentos de Eficiencia Energética Industrial, Comercial e Residencial, Sao Paulo, Jubela Livros, CDU: 621.316.9, 189 p., ISBN: 85-99823-03-5, 2006.
- [6] Por Decreto 231/15, Ministerio de Energía de la Nación, Artículo 2.
- [7] <http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3102>
- [8] Anexo I, 2.7 del decreto 231/15
- [9] Bratti A. C., Ando Jr. O. H., Neto M. J., Spacek D. A., Coelho V., Tavares A., Oliveira M. O.; Characterization of Losses at the Distribution System, International Journal of Automation and Power Engineering – IJAPE, 2013 Bratti et al., 2013.
- [10] Pintos M., Cabral R., Mazzeletti A., Oliveira M.; Caracterización de Pérdidas Técnicas y No Técnicas en Sistemas de Distribución de la Provincia de Misiones, 8° JIDeTEV, FIO – UNaM, 2018.
- [11] [http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganización/información del mercado/publicaciones/energía en gral/balances 2016/documento-metodológico-balance-energético-nacional-final-2015.pdf](http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganización/información%20del%20mercado/publicaciones/energía%20en%20gral/balances%202016/documento-metodológico-balance-energético-nacional-final-2015.pdf) pagina 10.