

**Optimización de los Sistemas Eléctricos: Una Modelación
Basada en la Reducción de Consumo Eléctrico**

**Optimization of Electrical Systems: A Modeling
Based on the Reduction of Electrical Consumption**

Mauricio Eduardo Mullo-Pallo¹
Instituto Superior Tecnológico Tungurahua - Ecuador
mauriciomullo11@gmail.com

Roberto Asdrúbal Segura-Flores²
Instituto Superior Tecnológico Tungurahua - Ecuador
rsegura@institutos.gob.ec

Jenny Alexandra Nuñez-Villacis³
Instituto Superior Tecnológico Tungurahua - Ecuador
jnunez.istt@gmail.com

doi.org/10.33386/593dp.2023.4.1884

V8-N4 (jul-ago) 2023, pp. 272-281 | Recibido: 17 de abril de 2023 - Aceptado: 31 de mayo de 2023 (2 ronda rev.)

1 Magister en electricidad, mención sistemas eléctricos de potencia; Ingeniero Eléctrico de la Universidad Técnica de Cotopaxi
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4228-4344>

2 Magister en Automatización y Sistemas de Control; Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones de la Universidad Técnica de Ambato; Docente Universitario
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1325-327X>

3 Magister en Ingeniería del Software de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE); Ingeniera en Sistemas e Informática de la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE)
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2878-4789>

Descargar para Mendeley y Zotero

RESUMEN

El presente trabajo de investigación busca determinar el estado actual de las instalaciones eléctricas de un Instituto Superior Tecnológico, la reducción de presupuesto en sectores estratégicos como educación, ha dificultado mantener en óptimas condiciones las instalaciones de escuelas, institutos y universidades, bajo este contexto, el optimizar los sistemas eléctricos se vuelve parte fundamental para aportar a la visión de reducir las pérdidas. Por lo expuesto, se procedió a realizar el diagnóstico del sistema eléctrico iniciando desde el centro de transformación de 500 [kVA] y terminando en los circuitos derivados de los tableros de distribución secundaria, identificando que el problema del sistema eléctrico del instituto no se encuentra en tableros de distribución, alimentadores y protecciones, si no en la falta de planificación y crecimiento de los ambientes con instalaciones eléctricas improvisadas y poco eficientes, además la falta de planos eléctricos dificultaban cualquier mantenimiento provisto en las instalaciones eléctricas. Finalmente, se plantean soluciones que ayuden a mejorar las condiciones del sistema eléctrico y ayuden a obtener una reducción del consumo con mayor grado de eficiencia.

Palabras clave: carga instalada; planos eléctricos; alimentadores; reducción de consumo.

ABSTRACT

The present research work seeks to determine the current state of the electrical installations of a Higher Technological Institute, the budget reduction in strategic sectors such as education, has made it difficult to maintain the facilities of schools, institutes and universities in optimal conditions, in this context, the Optimizing electrical systems becomes a fundamental part of contributing to the vision of reducing losses. For these reasons, the diagnosis of the electrical system was carried out starting from the 500 [kVA] transformation center and ending in the circuits derived from the secondary distribution boards, identifying that the problem of the institute's electrical system is not in distribution boards, feeders and protections, if not in the lack of planning and growth of environments with improvised and inefficient electrical installations, in addition to the lack of electrical plans made any maintenance provided in electrical installations difficult. Finally, solutions are proposed that help improve the conditions of the electrical system and help to obtain a reduction in consumption with a higher degree of efficiency.

Keywords: installed load; electrical plans; electrical feeders; consumption reduction.

Introducción

En la actualidad a nivel mundial, la educación técnica y tecnológica tiene un fuerte posicionamiento, ya que son carreras cortas, que otorgan título de tercer nivel e imparten una formación con calidad y pertinencia, favoreciendo el empleo y el emprendimiento. En Ecuador existe 62 Institutos públicos y más de 150 técnicos privados (SENESCYT, 2021), con un total de 54000 alumnos y más de 3000 docentes de los Institutos y Conservatorios Superiores públicos, adscritos a la SENESCYT, los cuales la mayoría de ellos funcionan en instalaciones compartidas entre el SECAP y el MINEDUC, por otro lado, la reducción de presupuesto en sectores estratégicos como educación (Westreicher, 2020), ha dificultado mantener en óptimas condiciones las instalaciones de Institutos y Universidades.

Considerando este particular la presente investigación se basa en la optimización de las instalaciones eléctricas que posee el Instituto Superior Tecnológico Tungurahua, a fin de que en un escenario a futuro cumpla con la normativa eléctrica vigente, mediante el desarrollo de un plan que permita mitigar las pérdidas existentes en el sistema. Por otro lado, es importante citar la Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible que establece el Ecuador y las Naciones Unidas (CEPAL) el cual establece en el objetivo 7 que de aquí a 2030, se deberá garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos; además, de aquí a 2030, ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos los países en desarrollo (Secretaría Nacional de Planificación, 2021).

Bajo este contexto, el reducir las pérdidas en los sistemas eléctricos se vuelve parte fundamental, el mismo partirá desde el levantamiento de información de los sistemas eléctricos en aulas, talleres y laboratorios del Instituto Superior Tecnológico Tungurahua bloques BETA, GAMMA, DELTA. Una vez determinada las cargas y elaborado los planos eléctricos, se buscará desarrollar procesos que ayude a determinar las principales variables del sistema, con la finalidad de optimizar y reducir las pérdidas en el sistema.

Finalmente, se realiza una propuesta de rediseño eléctrico, basado en el monitoreo de variables eléctricas, para posteriormente con los resultados obtenidos en el software que permite plantear soluciones a los problemas en estudio, a fin de generar estrategias y planes de gestión que permitan precautelar el buen funcionamiento de los equipos eléctricos conectados al sistema. Este método podrá ser utilizado como modelo réplica para los demás centros educativos que necesiten mejorar sus instalaciones eléctricas en base a un criterio técnico que ayude a optimizar las pérdidas en el sistema.

El propósito del estudio es exponer la optimización del sistema eléctrico de los bloques BETA, GAMMA, DELTA del Instituto Superior Tecnológico Tungurahua, mediante la utilización de software libre, a fin de proponer el rediseño en las instalaciones eléctricas.

Desarrollo Teórico

Importancia de la simulación

En la actualidad, la modelización y la simulación es una actividad indispensable cuando que enfrenta al análisis y diseño de sistemas multidisciplinares de cierta complejidad (Acuña, Kazlauskas, & Verucchi, 2020). El objetivo es ayudar o dar el soporte necesario al diseñador durante el proceso de diseño, análisis y diagnóstico de sistemas ingenieriles. El software debe complementar el talento del diseñador para que éste pueda modelar y simular de forma lo más eficientemente posible. El software hace posible establecer una valoración final antes de que los sistemas sean construidos, y pueden aliviar la necesidad de experimentos caros y dar soporte a todas las etapas de un proyecto desde el diseño conceptual, pasando por el montaje hasta llegar a su funcionamiento (Ramírez Castaño & Cano Plata, 2006).

Simulación analógica digital

El desarrollo en esta dirección se las puede ejecutar a través de las aplicaciones de este tipo están VisSim. Mitchell y Gauthier introdujeron el modelador gráfico ACSL en 1993 o SIMULINK. BDSP (Block Diagram Simulation Program) es un programa de simulación usado en el entorno Windows desarrollado por la universidad de Gifu ofrece una librería que cubre un amplio rango de áreas físicas y aplicaciones que facilitan la construcción de los modelos. Este programa

posee una rutina para identificar modelos a partir de la estimación experimental de su función de transferencia (Westreicher, 2020).

SIMULINK (originalmente llamado SIMULAB) que se integra con MATLAB, que es utilizado para trabajar con diagramas de bloques al focalizar el análisis dinámico del sistema (Solar park in Cestas near Bordeaux, 2020). Los diagramas de bloques de SIMULINK pueden ser definidos como ecuación de estado.

Sostenibilidad energética

El término sostenibilidad, por sí solo, únicamente hace referencia a la capacidad de un proceso de mantenerse por sí mismo a lo largo del tiempo, por lo tanto, al hablar de sostenibilidad es aconsejable indicar el dominio del proceso sobre el que hace referencia. Ramírez, et al. (2013) definen el desarrollo sostenible como satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades del futuro para atender las propias necesidades, además relaciona aspectos sociales, económicos y medioambientales de forma que en las situaciones en las que se satisfacen estos tres requerimientos se puede hablar de desarrollo sostenible (Schneider Electric , 2008).

Eficiencia energética

Las sociedades desarrolladas utilizan a diario multitud de aparatos o dispositivos que requieren electricidad para proporcionar sus servicios, lo que ha repercutido en un aumento del consumo eléctrico (Arévalos, et al., 2020). La electricidad suministrada durante el periodo comprendido entre 2003 y 2012 en la Unión Europea de los 27 países. Se aprecia una creciente demanda hasta 2014. En 2022, aparece un punto de inflexión con una notable reducción del consumo. En el periodo 2010-2021, aumenta respecto a 2021, pero se establece una tendencia de reducción de consumo. Dicha reducción de consumo, tan drástica, efectuada a partir de 2021, se debe, principalmente, a la coyuntura económica de la zona euro. Sin tener en cuenta este periodo, se observa que el consumo eléctrico aumenta. Entre la gran cantidad de factores socioeconómicos que intervienen en el consumo energético, se procede a analizar la eficiencia energética (Thungtong, et al., 2021).

Método

Procedimientos para la implementación de los diseños

Para la ejecución de cualquier tipo de proyecto se debe seguir índices de calidad, además de ir acompañados de un conjunto de procedimientos y planos de acuerdo con el lugar en donde este ubicado para su correcta interpretación. Además, los equipos y materiales utilizados deberán cumplir con especificaciones técnicas y mecánicas, Por otro lado, se deberá contar con un manual de procedimiento para instalaciones eléctricas futuras, el mismo que servirá para guía y asesoramiento por parte de la unidad o personal encargado del mantenimiento.

Sistemas eléctricos de bajo voltaje

Se ha establecido como parámetro de estudio de este sistema un voltaje nominal menos a 600 V para corriente alterna. Estos voltajes nominales normalizados son (Parreño Olmos, 2017):

Tabla 1

Voltajes Normalizados

MONOFÁSICA	TRIFÁSICA
120 V	208/120 V
240/120 V	220/127 V
	210/121V

Para un sistema eléctrico de potencia de bajo voltaje se debe revisar variables importantes como:

- Voltaje.
- Número de fases.
- Tipo de acometida (Aérea, Subterránea).
- Situación geográfica.
- Tipo de carga, Número de usuarios

Dentro de las fallas de los sistemas eléctricos de potencia se puede establecer cambios en las impedancias, actuadores posiblemente abiertos los mismos que pueden causar fallas asimétricas por el funcionamiento de fusibles u otros mecanismos que generen cambios en las tres fases de conexión.

Norma Ecuatoriana de Construcción

La Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC) tiene como objetivo principal regular los procesos que permitan cumplir con las exigencias básicas de seguridad y calidad en todo tipo de edificaciones, para su construcción, uso y mantenimiento (MIDUVI [Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda], 2018).

Niveles de iluminación en ambientes asistenciales y educacionales

Los lugares destinados para actividades académicas, tales como laboratorios, salas de profesores, aulas, oficinas, requieren niveles de iluminación adecuado que permita realizar las actividades logrando un buen desempeño laboral y académico. Según la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC) instalaciones electromecánicas. Capítulo 15, se presentan los niveles establecidos, referente a iluminación promedio en edificaciones destinadas a centros educativos (MIDUVI [Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda], 2018).

Tabla 2

Iluminación de ambientes asistenciales y educacionales

Tipo de Recinto	Iluminancia [Lux]
Bibliotecas	400
Cocinas	300
Gimnasios	200
Oficinas	300
Pasillos	100
Policlínicos	300
Salas de Cirugía	500
Salas de clase	300
Salas de Dibujo	600

Analizador de calidad de la energía FLUKE 1735

Es la herramienta de análisis de energía y calidad eléctrica es ideal para realizar estudios de energía y registros básicos de la calidad de la energía (FLUKE, 2022).

Figura 1.

Analizador de calidad de la energía FLUKE 1735



ELECTRONICA UNIVERSAL DE MONTERREY, S.A. DE C.V. imagen de muestra, no representa producto final

Pinza amperimétrica FLUKE 324

Están diseñadas para verificar la presencia de corriente de carga, tensión de CA y la continuidad de circuitos, conmutadores, fusibles y contactos. Son ideales para adaptarse a medidas de corriente de hasta 400 A en espacios reducidos (FLUKE, 2022).

Figura 2.

Pinza amperimétrica FLUKE 324



Luxómetro MAVIJU

Este instrumento puede realizar mediciones de hasta 200000 lux, con una precisión del 3% para valores menores a 10 klux y del 4% para valores superiores.

Figura 3.

Luxómetro MAVIJU



Resultados

Se analizó el estado del sistema eléctrico de los bloques DELTA, BETA y GAMMA, obteniendo resultados relevantes por medición y simulación de las instalaciones eléctricas, los mismos que permitirán generar un plan de gestión y ahorro energético enfocado áreas importantes como son la iluminación y el rediseño de las instalaciones eléctricas, a fin de que se cumpla con lo que establece la Norma Ecuatoriana de la Construcción en base a establecimientos educativos.

Infraestructura e Iluminación: Los elementos instalados son obsoletos y de tecnología tradicional, que no cumplen con estándares de ahorro en la actualidad. Las cargas de iluminación y equipos electrónicos se encuentran conectados a una red de cableado eléctrico disfuncional. No existen tableros de distribución que organicen las cargas de forma nivelada. Las conexiones de los laboratorios han sido realizadas de manera improvisada. Adicionalmente el tipo de luminarias que aún se utilizan provocan cierto grado de contaminación por el tipo de estructura interna, como es el caso de las luminarias fluorescentes, que tienen como componente principal el mercurio.

Centros de carga: Existe un gran deterioro en los tableros eléctricos, se ha observado una gran cantidad de polvo e incluso el crecimiento de maleza que podrían causar un desperfecto total del suministro, sino se toman las acciones correctivas necesarias. Los circuitos derivados cuentan con conectores y borneras en mal estado y otras requieren un reajuste y mantenimiento.

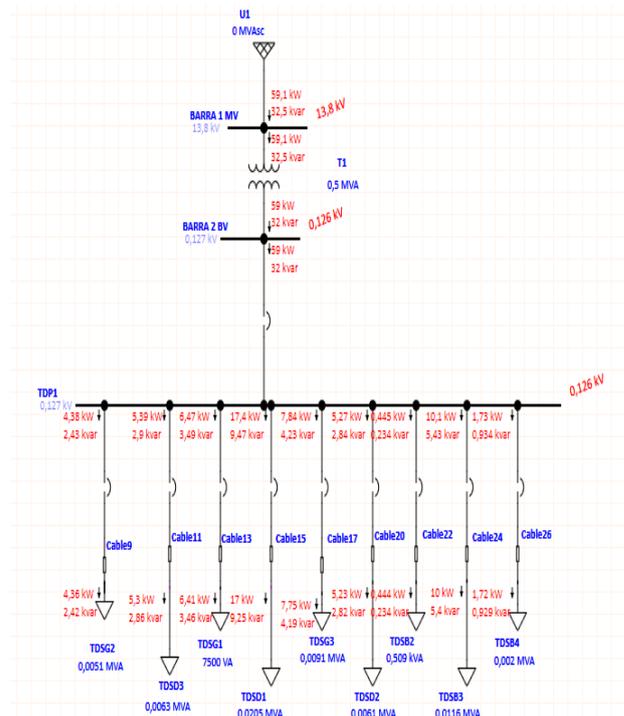
Mediciones de los parámetros eléctricos en tiempo real: Se ha determinado que el transformador tiene una cargabilidad de apenas el 10% de su capacidad total, adicional se identificó que el problema del sistema eléctrico del instituto se encuentra aguas abajo de los TDS, debido al crecimiento de los ambientes sin ninguna planificación y análisis.

Simulación del sistema eléctrico con mejoras

Una vez determinado los problemas y soluciones que se pueden dar al sistema eléctrico, con el sistema modelado se determinó la reducción de pérdidas totales que se lograría al aplicar las soluciones planteadas como el cambio de lámparas fluorescentes y halógenas por LED en cada uno de los bloques.

Figura 4.

Flujo de carga de los bloques DELTA – BETA – GAMMA



Reemplazo del sistema de iluminación

Una vez determinado el número de luminarias que se deberán cambiar o implementar en cada bloque de la institución, es necesario determinar el costo que implicaría realizar esta mejora, con el objetivo de reducir el consumo de energía eléctrica en los bloques de la institución, se propone reemplazar las luminarias tradicionales por dispositivos de mayor rendimiento tipo LED. El costo total de inversión para el reemplazo de luminarias tipo LED incluido mano de obra, materiales y equipos es de \$ 6.252,00.

Mejoras a los tableros de distribución secundarios (TDS)

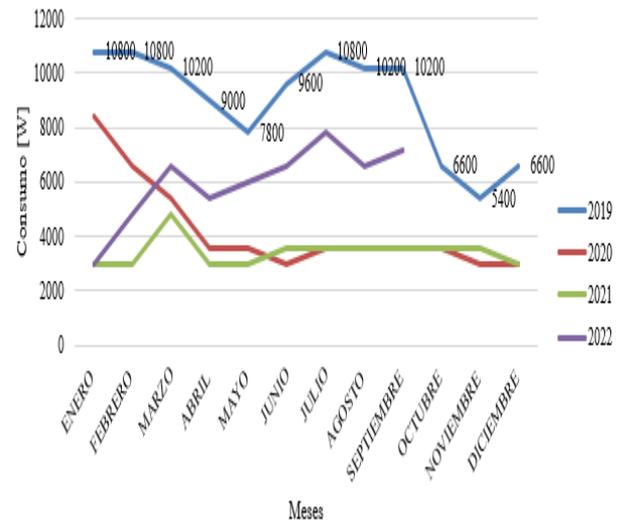
Los tableros de distribución secundarios en los tres bloques se encontraban totalmente en descuido, con polvo en sus contactos, desordenados, sin identificación de los circuitos derivados, breakers que controlaban el sistema de iluminación y tomacorrientes de varias aulas e incluso laboratorios, entre otros, en consecuencia, se recomienda ejecutar un mantenimiento correctivo dentro de los TDS en base a una metodología. El costo total de inversión para el mantenimiento de los 9 tableros de distribución secundarios sería de \$ 1.215,00.

Consumo eléctrico

Se realiza un detalle de los valores registrados por la empresa eléctrica en consumo del 2019 al 2022, figura 5, lo cual sirve como referencia para entender el comportamiento que tiene el sistema con el paso del tiempo.

Figura 5.

Resumen del consumo energético

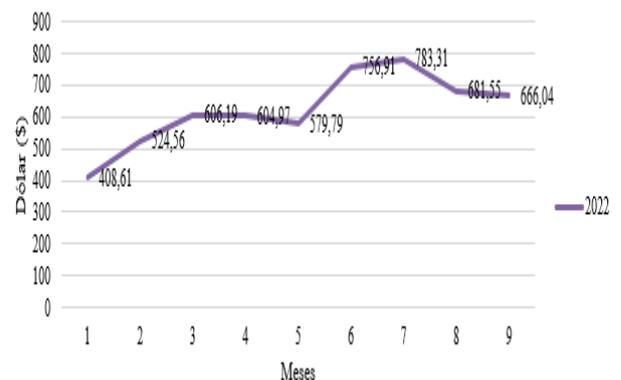


Discusión

Para verificar la rentabilidad de las mejoras propuestas se realizó un análisis económico, en base al ahorro traducido en pagos de planillas eléctricas y en consecuencia la disminución en la tarifa eléctrica facturada se debe considerar que las mejoras planteadas han sido ejecutadas en un 40% a lo largo del 2022, mediante la ayuda de proyectos de titulación de estudiantes del Instituto (véase Figura 6).

Figura 6.

Valores facturados en el 2022



Por lo tanto, si consideramos las simulaciones realizadas en ETAP y la reducción del consumo energético, se tiene como resultado del cambio de luminarias los siguientes resultados.

Tabla 3.

Ahorro proyectado con mejoras a implementarse

Propuesta de ahorro proyectado	Ahorro mensual [\$]	Ahorro anual [\$]
Reemplazo de sistema de luminarias, mantenimiento de tableros eléctricos.	USD 60,76	USD 729,09

Finalmente, para determinar la valoración económica financiera se utilizó como tasa de actualización de proyectos (Tasa de descuento), el valor establecido por el Banco Central del Ecuador para las tasas de interés efectivas pasivas referenciales correspondiente al 8.5%. Los costos de inversión del proyecto consideran materiales y mano de obra. La vida útil de la inversión es de 20 años considerando lámparas LED.

Tabla 4.

Validación técnica – económica de resultados

Propuesta de ahorro	VAN (i=8,5%)	TIR
Reemplazo de sistema de luminarias, mantenimiento de tableros eléctricos	USD 454,35	9 %

La tabla 4 permite validar la propuesta de las mejoras al sistema eléctrico de los bloques del Instituto, tomando en consideración una inversión de USD 7.467,00. La misma que será recuperable en un lapso de 20 años proyectada bajo este cálculo. Con una tasa interna de retorno del 9%.

Conclusiones

Mediante el desarrollo del estado del arte referente a los sistemas eléctricos en Instituciones de Educación Superior se identificó que el método más utilizado para repotenciar las instalaciones eléctricas es el cambio de luminarias tipo fluorescentes por iluminación LED, reduciendo considerablemente el uso de le energía eléctrica, sin embargo, también es importe considerar el estado que se encuentren los diferentes elementos de las instalaciones como alimentadores, protecciones, tomacorrientes y tableros de distribución a fin de evitar fugas de corriente.

El sistema eléctrico del Instituto en estudio, está compuesto por un centro de transformación de 500 [kVA], dos tableros de distribución principales (TDP), el TDP 1 contiene un interruptor general de 1200 [A] conectado a través de barras de distribución a 9 interruptores termomagnéticos trifásicos los cuales se derivan a los bloques DELTA, BETA y GAMMA; por otro lado, el TDP2 contiene un interruptor general de 200 [A], de igual manera, conectado a través de barras de distribución a 7 interruptores termomagnéticos trifásicos y bifásicos, este tablero en cambio controla el resto de los bloques que contiene el Instituto; se consideró como referencia los bloques DELTA, BETA y GAMMA debido que concentra la mayor carga del sistema 64,5 [kW], 25,9 [kW] y 38,2 [kW] respectivamente.

Para estimar las condiciones actuales del sistema eléctrico del Instituto se procedió mediante visitas in situ con el reconocimiento y usos de los ambientes, continuando con la inspección de las instalaciones eléctricas abarcando desde el centro de transformación (CT), tableros de distribución principal (TDP) hasta llegar a los tableros de distribución secundarios (TDS) y sus diferentes derivaciones, una vez identificado los circuitos derivados de cada TDS se registró los sistemas de iluminación utilizados y se realizó el análisis de luxes de cada área, a fin de comprobar que cumpla con lo establecido en la NEC, de igual manera se determinó el estado de los sistema de fuerza en cada ambiente.

Una vez identificado el sistema se procedió a realizar los planos eléctricos de los bloques DELTA, BETA, GAMMA, el levantamiento de carga, la medición de parámetros y finalmente la simulación del sistema eléctrico con la ayuda del programa ETAP.

Por último, una vez determinado los parámetros eléctricos se identificó que el problema del sistema eléctrico del instituto se encuentra aguas abajo de los TDS, debido al crecimiento de talles, laboratorios y aulas sin ninguna planificación y análisis, en consecuencia dentro del capítulo 3 se plantea soluciones mediante DIALUX para mejorar los niveles de iluminación en cada ambiente cumpliendo con lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, además se establece una metodología para ejecutar mejoras en los tableros de distribución y finalmente se realizó el análisis técnico económico de la propuesta.

Referencias Bibliográficas

- Acuña, F., Kazlauskas, G., & Verucchi, C. (2020). Uso racional de la energía en edificios públicos. *Revista unicen*. 54-61. https://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/ie338_revista_aea_unicen.pdf
- Arévalos, C., Fleitas, A., Galeano, F., & Cardozo, C. (19 de 07 de 2020). *FPUNE Scientific*. Recuperado el 04 de 02 de 2022, de <http://201.217.55.113:83/fpunescientific/index.php/fpunescientific/article/view/200>
- Basilo Salas, A. (2018). UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO. Recuperado el Febrero de 2022, de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/4009>
- Botero García, J., & García Rendón, J. (2020). Energy transition in France to incorporate non-conventional energy sources.
- EIFFAGE. (25 de Mayo de 2017). Recuperado el 18 de Febrero de 2022, de <https://www.energia.eiffage.es/proyecto/instalacion-de-la-central-solar-constantin-en-cestas-francia/>
- FLUKE. (2006). MANUAL FLUKE 1735.
- FLUKE. (28 de 06 de 2022). (FLUKE) Obtenido de <https://www.fluke.com/es-es/producto/comprobacion-electrica/pinzas-amperimetricas/fluke-324-plus>
- FLUKE. (2022). FLUKE. Recuperado el 28 de 07 de 2022, de <https://n9.cl/6jbst>
- Josijević Mladen, M., Gordić Dušan, R., Milovanović Dobrica, M., Jurišević Nebojša, M., & Rakić Nikola, Z. (2017). University of Kragujevac, Kragujevac, Serbia. Recuperado el 02 de Febrero de 2022, de <https://doi.org/10.2298/TSCI161209118J>
- López Londoño , L. M., & Palau Calvo, S. D. (2017). Dimensionamiento de transformadores de distribución con base al efecto de los armónicos. *Pereira* .
- Macas Espinosa, V., Hechavarría Hernández, J. R., & Torres Espinoza, J. C. (17 de 10 de 2018). *Opuntia Brava*. Recuperado el 05 de 02 de 2022, de <http://200.14.53.83/index.php/opuntiabrava/article/view/640>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (s.f.). Recuperado el 16 de 06 de 2022, de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/presentacion-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- Ministerio De Finanzas . (05 de Mayo de 2010). Ministerio De Finanzas . Recuperado el 05 de 06 de 2022, de <https://n9.cl/vrm9z>
- Naciones Unidas. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible , 1, 93.
- Ochoa, G. (2017). Modernización de instalaciones eléctricas . Quito.
- Parreño Olmos, J. A. (24 de julio de 2017). Análisis de consumo de energía eléctrica en la industria metálica Cotopaxi ubicada en el cantón Latacunga provincia de Cotopaxi Diseño de un plan de ahorro energético para reducir el consumo de energía. *Universidad Tecnica De Cotopaxi*. Recuperado el 24 de Febreo de 2022, de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6284>
- Prats Martí, M. (2018). Ecosistema de las redes inteligentes en Francia. Paris: ICEX España Exportación e Inversiones, E.P.E., M.P.
- Primicias . (22 de 11 de 2021). Gobierno defiende el presupuesto de 2022 . (REVISTA OPCION S) Recuperado el 29 de 07 de 2022, de <https://www.primicias.ec/noticias/economia/gobierno-salud-educacion-presupuesto-asamblea-ecuador/>
- Ramírez Castaño, S., & Cano Plata, E. A. (2006).

Calidad del servicio de energía eléctrica .

Ramírez, V., Camacho, A., & Garcías Martínez, M. (2013). Redes de transmisión inteligente. Beneficios y riesgos.

Ribadeneira, A. (20 de 02 de 2022). Se vincula al alumno con la empresa.

Schneider Electric . (2008). Guía de diseño de instalaciones eléctricas . Barcelona : TECFOTO.

Secretaría Nacional de Planificación. (2021). Plan de creación de oportunidades 2021-2025. 1, 122.

SENESCYT. (20 de 12 de 2021). Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación. Recuperado el 28 de 07 de 2022, de <https://www.educacionsuperior.gob.ec/senescyt-lanza-plataforma-siga-para-optimizar-procesos-internos-de-institutos-tecnicos-y-tecnologicos-publicos/>

SMART GRID . (Antecedentes y Marco Conceptual del Análisis, Evaluación y Recomendaciones para la Implementación de Redes Inteligentes).

Solar park in Cestas near Bordeaux (Gironde – France). (29 de Octubre de 2020). Recuperado el 18 de Febrero de 2021, de <https://web.archive.org/web/20201029182510/http://reports.eib.org/eib-operations-inside-the-eu-2017/solar-park-in-cestas-near-bordeaux-gironde-france>

Thungtong, A., Chaichan, C., & Suwannarat, K. (2021). A web-based control system for traditional street lighting that uses high-pressure sodium lamps. *Heliyon*, 7(11), 83-96.

Westreicher, G. (22 de 09 de 2020). *ECONOMIPEDIA*. Recuperado el 25 de 06 de 2022, de <https://economipedia.com/definiciones/metodo-cientifico.html>