

UCUENCA

Energía y saberes

50 años de la Carrera de Ingeniería Eléctrica



Publicación conmemorativa

Energía y saberes

50 años de la
Carrera de Ingeniería Eléctrica

Publicación conmemorativa





*Autoridades, docentes y colaboradores de la Facultad de Ingeniería y de la Escuela de Ingeniería Eléctrica
Fotografía: Facultad de Ingeniería*

Universidad de Cuenca

María Augusta Hermida Palacios
Rectora

Monserrath Jerves Hermida
Vicerrectora de Investigación

Juan Leonardo Espinoza Abad
Vicerrector Académico

Facultad de Ingeniería

Lorena Sigüenza Guzmán
Decana

Jaime Bojorque Iñiguez
Subdecano

Esteban Albornoz Vintimilla
Director de la Carrera de Electricidad

Jenny Tello Enríquez
Secretaria Abogada de la Facultad de Ingeniería

Daniela Flores
Presidenta Asociación de Estudiantes de la
Carrera de Electricidad

Colaboradores

María Augusta Hermida, Lorena Sigüenza, Hernando Merchán Manzano, Antonio Borrero Vega, Carlos Durán Nortiz, Fabián L. Jaramillo Palacios, Alba Fernández, Rodrigo Sempértegui, Juan Leonardo Espinoza, María Eliza Vega Iñiguez, Mateo E. Moscoso Calle, Pedro J. Machuca Chabla, Fernando Mogrovejo León, Danny Ochoa Correa, Fabián Cabrera, Francisco Sánchez, Isabel Cabrera, Patricio Astudillo Salinas, Jaime Bojorque Iñiguez

Agradecemos, de manera especial, la colaboración de Hernando Merchán Manzano quien le dio vida a este proyecto.

Esteban Albornoz Vintimilla
Director de la revista

Centro Editorial UCuenca Press

Daniel López Zamora
Dirección

Ángeles Martínez Donoso
Coordinación Editorial

Verónica Andrade Aguilar y José Boroto Carrasco
Corrección de textos

Belén Rivadeneira
Diseño

Ciudadela Universitaria
Doce de Abril y Agustín Cueva
(+ 593 7) 405 1000
Casilla postal 01.01.168
www.ucuenca.edu.ec

Primera edición
Tiraje: 250 ejemplares

Índice

- 06** Bienvenida
María Augusta Hermida
- 07** Editorial
Lorena Sigüenza Guzmán
- 10** Energía e ingeniería, repaso de una gran historia
Hernando Merchán Manzano
- 18** Un relato desde dentro: inicios e impactos de la carrera de Ingeniería Eléctrica
Antonio Borrero Vega
- 24** Corrientes de cambio: Cuenca y su revolución eléctrica a través de los años
Carlos Durán Nortiz
- 28** Telecomunicaciones: sus giros y nuestros profesionales en el área
Fabián L. Jaramillo Palacios
- 40** Brillar con luz propia: la presencia femenina desde la experiencia vital
Alba Fernández
- 44** Desde Cuenca al país: aportes de la carrera al desarrollo
Rodrigo Sempértegui
- 50** Generación, transmisión y transformación: una conversación necesario con Juan Leonardo Espinoza
- 54** Tres testimonios de estudiantes para estudiantes
Trazar un camino, María Eliza Vega Iñiguez
Un viaje transformador, Mateo E. Moscoso Calle
Superar los desafíos, Pedro J. Machuca Chabla
- 62** Laboratorios
Laboratorio de Tecnología de Alta Tensión: aprender en la práctica
Fernando Mogrovejo León
Laboratorio de Micro-Red Eléctrica: contribución a la energía limpia
Danny Ochoa Correa
Laboratorio de Máquinas Eléctricas: lugar de encuentro de las ingenierías
Fabián Cabrera, Francisco Sánchez, Isabel Cabrera
- 76** Conexiones: prácticas preprofesionales
Patricio Astudillo Salinas
- 80** Análisis de datos: trabajos de titulación de la carrera de Ingeniería Eléctrica período 1978-2023
Jaime Bojorque Iñiguez



Bienvenida

María Augusta Hermida

Rectora
Universidad de Cuenca

El origen, crecimiento y vigor de nuestra Universidad surgieron siempre enraizados a la visión y tesón de la gente de esta ciudad y región. La historia de nuestras Facultades está escrita en correspondencia con nuestra dinámica social y territorial; nuestra propuesta académica y científica siempre dio atención a las potencialidades humanas, geográficas y naturales que nos son propias. Es decir, con el tiempo hemos prosperado como un organismo vivo, recíproco y anexado a la dinámica y necesidades de nuestra localidad.

Precisamente, nuestras vocaciones geográficas y energéticas impusieron en la década de los años setenta grandes desafíos locales. Con la entrada del proyecto de la Central Hidroeléctrica de Paute se requería el concurso de profesionales y técnicos de alto nivel para el despliegue de las estrategias de generación, transmisión y distribución eléctrica que serían trascendentales para el país y la región. Ineludiblemente la Universidad de Cuenca respondería a esta demanda dando origen a la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

A partir de ese punto, nuestras ingenieras e ingenieros, pensarían y ejecutarían los proyectos energéticos que hoy definen nuestros modelos de infraestructura, consumo y convivencia espacial. Han sido decisores

y protagonistas al interior de las entidades públicas responsables de la planeación de nuestras urbes; y desde luego, desde el sector privado han sido motor de crecimiento, innovación y generación de trabajo y oportunidades. A través de la inteligente ponderación de nuestros ejes sustantivos de formación profesional, investigación científica y vinculación con la sociedad hemos logrado nuestra participación efectiva en la sociedad.

En la actualidad, los desafíos son aún más importantes que hace cincuenta años, pasamos por una nueva crisis energética inscrita en medio de una crisis climática con enormes consecuencias para el futuro de la humanidad. Esto nos exige no solo revisar nuestros programas educativos sino nuestras propias concepciones del mundo y de la vida. Estamos frente a la necesidad de una revolución paradigmática que nos lleve a una ruptura en las concepciones convencionales del desarrollo y a dar nuevas visiones que pongan la vida y la relación con la naturaleza en el centro.

Estoy segura de que seguiremos siendo, en materia de energía y sostenibilidad, el espacio académico que liderará las transiciones actuales para acompañar los múltiples caminos que se abrirán en el futuro. Esto demandará de nosotros repensarnos para, en correspondencia con el pasado, liderar el futuro.



Editorial

Lorena Sigüenza

Decana de la Facultad de Ingeniería
Universidad de Cuenca

Hace aproximadamente medio siglo, como respuesta a las crecientes demandas energéticas en la región austral y en todo el Ecuador, y en previsión de la inminente construcción del proyecto Hidroeléctrico Paute, la Universidad de Cuenca dio vida a la Escuela de Ingeniería Eléctrica, consolidándose como la segunda escuela de la Facultad de Ingeniería. Desde ese entonces, hemos sido testigos de notables logros y, especialmente, de la contribución significativa de nuestros graduados en el crecimiento de instituciones públicas y privadas, enriqueciendo diversos campos de la ingeniería eléctrica. Nuestros éxitos son evidentes, no obstante, consideramos que nuestra tarea está aún lejos de ser cumplida.

El interés permanente del cuerpo docente por alcanzar los más altos estándares de excelencia, y así satisfacer con oportunidad y eficiencia las crecientes necesidades de energía en el país nos impulsa a continuar trabajando y nos motiva a afrontar con decisión los nuevos y sorprendentes cambios en nuestra sociedad.

En un mundo que está inmerso en una revolución científica y tecnológica, debemos mirar más allá de la mera adquisición de conocimientos y métodos adaptados a otros contextos. Es imperativo asumir un papel activo en la vanguardia de la tecnología, la innovación y la investigación. Los nuevos desafíos del siglo XXI, como la sostenibilidad, la resiliencia, la gestión de datos, la era digital y la inteligencia artificial, nos llaman a la acción y requieren de nuestra atención y participación.

Nuestra Carrera de Electricidad no solo desempeña un papel importante en la vida de la ciudad y la región, sino que también tiene un papel crucial en el liderazgo tecnológico y la innovación a nivel de país y fuera de sus fronteras. A lo largo de estas cinco décadas, hemos tenido el honor de contar, entre nuestros docentes y estudiantes, con nombres importantes, figuras que han dejado una huella indeleble en el campo de la ingeniería eléctrica realizando acciones trascendentes para la ciudad y el país en temas energéticos.

Es importante mencionar que actualmente estamos trabajando en la modernización de nuestros laboratorios, un paso vital para mantenernos a la vanguardia de la tecnología y proporcionar a nuestros estudiantes un entorno de aprendizaje de última generación. Además, estamos iniciando un proceso de acreditación internacional de la carrera, un logro que refleja nuestro compromiso con la calidad educativa y la excelencia en la formación de ingenieros eléctricos preparados para enfrentar los nuevos retos que la globalidad del siglo XXI exige.

Esta publicación, que conmemora medio siglo de nuestra presencia en el medio académico y cultural de la ciudad y el país, manifiesta también nuestro compromiso continuo con la excelencia y la innovación en la educación e investigación en el campo de la ingeniería eléctrica. Confiamos en que esta revista y su contenido, sean de interés para nuestros lectores y les extendemos una cordial invitación a unirse en este viaje hacia el conocimiento y la tecnología.



*Facultad de Ingeniería, Campus Balzay
Fotografía: Comunicación UCuenca*

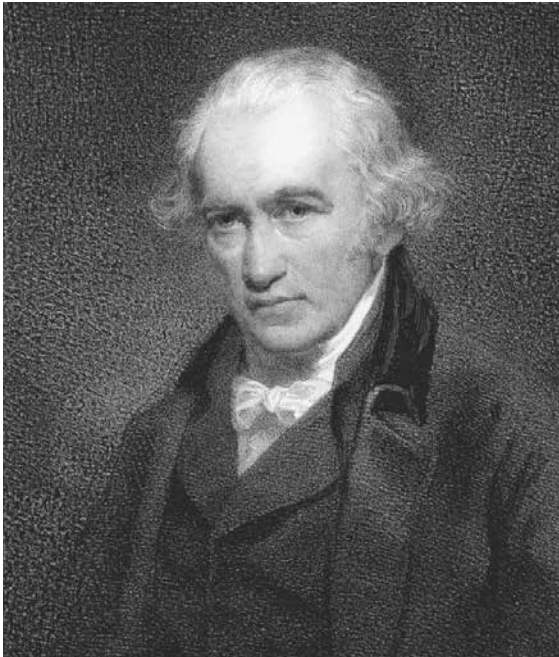


Energía e ingeniería: repaso de una gran historia

Hernando Merchán Manzano



La École Royale des Ponts et Chaussées



James Watt
Inventor de la máquina de vapor

Milenios transcurrieron desde que el hombre prehistórico, en continua evolución y en su afán de vencer su condición sedentaria, logró desarrollar técnicas para emigrar y conquistar nuevos y más amplios territorios. Adaptarse a las condiciones de la naturaleza para obtener una forma de vida menos inclemente, alimentarse, encontrar refugio y aliviar el esfuerzo muscular, han sido también permanentes desafíos que debía enfrentar con incipientes tecnologías y con la sola ayuda de la madera y la piedra.

Las culturas china, romana, egipcia, entre otras desarrollaron, a través de la experiencia y los saberes acumulados, mecanismos de transportación, puentes y caminos, acueductos, extensas murallas y elevadas pirámides, templos imponentes, instrumentos de labranza, armas para el combate, naves de comercio y de guerra, etc., invenciones que consideramos logros extraordinarios en lo que hoy llamamos ingeniería.

Sin embargo, no es sino hasta finales del siglo XVIII que este término, tan común en nuestros días, empieza a escucharse en los ámbitos laborales, industriales y posteriormente académicos.

Un hito importante en la historia de la humanidad constituye la invención de la máquina de vapor en la segunda mitad del siglo XVIII, desarrollada y mejorada por James Watt, a quien en la Universidad de Glasgow le conocían como un *instrument maker*. Hoy, seguramente sería conocido como un sagaz ingeniero mecánico.

El Renacimiento y la Ilustración fueron fenómenos culturales, artísticos, filosóficos y científicos que marcaron un punto de inflexión en el pensamiento occidental, dejando atrás un largo período medieval de lentas realizaciones para iniciar otro mucho más activo, más sorprendente y cuyas repercusiones en el desarrollo social y crecimiento humano aún permanecen vigentes. Vino luego la Revolución Industrial, en una feliz coincidencia de varios y recientes desarrollos simultáneos de la época, tanto en mecánica, química, como en metalurgia y otras disciplinas. Fue un enorme y sostenido salto cuantitativo y cualitativo para el progreso de la humanidad, no solamente porque se superaron los límites de la fuerza muscular, humana y animal, y se logró producir a voluntad ingentes cantidades de energía útil sino además, porque la máquina permitió que el talento, propio de la condición humana, pueda dedicar toda su riqueza y energía a la creatividad e innovación, al pensamiento y a la reflexión, a las ideas y conceptos en los distintos ámbitos de la ciencia, la educación, las artes y las tecnologías.

De otra parte, los conflictos armados impulsaron desde siempre el apareamiento de nuevas técnicas de ataque y de armas cada vez más eficientes para la destrucción del enemigo. La guerra jugó un rol importante en la implantación de la ingeniería como una línea de estudios, investigación y experimentación. La formación de oficiales de los ejércitos en mecánica y matemáticas favoreció el desarrollo de las fortificaciones, la artillería y logística, a mediados del siglo XII. Posteriormente sus aplicaciones se extendieron en el campo que hoy conocemos como Ingeniería Civil.

La École Royale des Ponts et Chaussées establecida en París, vigente y prestigiosa hasta nuestros días, podría ser considerada como la primera institución en la que se impartía la formación académica de ingeniería desde 1775. En la Escuela Politécnica de París, fundada en 1794 y un año después en Norteamérica, en el pueblo de West Point, al norte de Nueva York, ya se impartían

conocimientos de artes y ciencias militares. En 1802 se conforma la Academia Militar West Point, el instituto militar más antiguo de los Estados Unidos. En Francia, Napoleón convirtió la Politécnica en Escuela Militar en 1804. Años más tarde, en 1833, la Universidad de Virginia incorpora a su oferta académica la carrera de Ingeniería Civil. En Occidente, las décadas posteriores vivieron el fortalecimiento de la ingeniería en todos los ámbitos académicos de América y Europa. Intercambio de saberes, teorías, investigación, experiencias y extraordinarios resultados en nuevas estructuras, vieron la luz al final del siglo XIX e inicios del siglo XX.

El siglo XIX fue también fértil para el desarrollo de la electricidad. En 1831, el físico británico Michael Faraday descubrió el efecto de inducción eléctrica en una bobina de cable metálico, cuando sobre esta se movía un imán. Este descubrimiento y sus deducciones científicas llevaron al invento de la dinamo en 1832, mérito del francés Hippolyte Pixii, luego perfeccionado y patentado por Werner von Siemens en 1866. Es así como el concepto de la ingeniería eléctrica empieza a expandirse en el mundo y a volverse parte sustancial de la Revolución Industrial y de la mejora en la calidad de vida de la sociedad de la época.

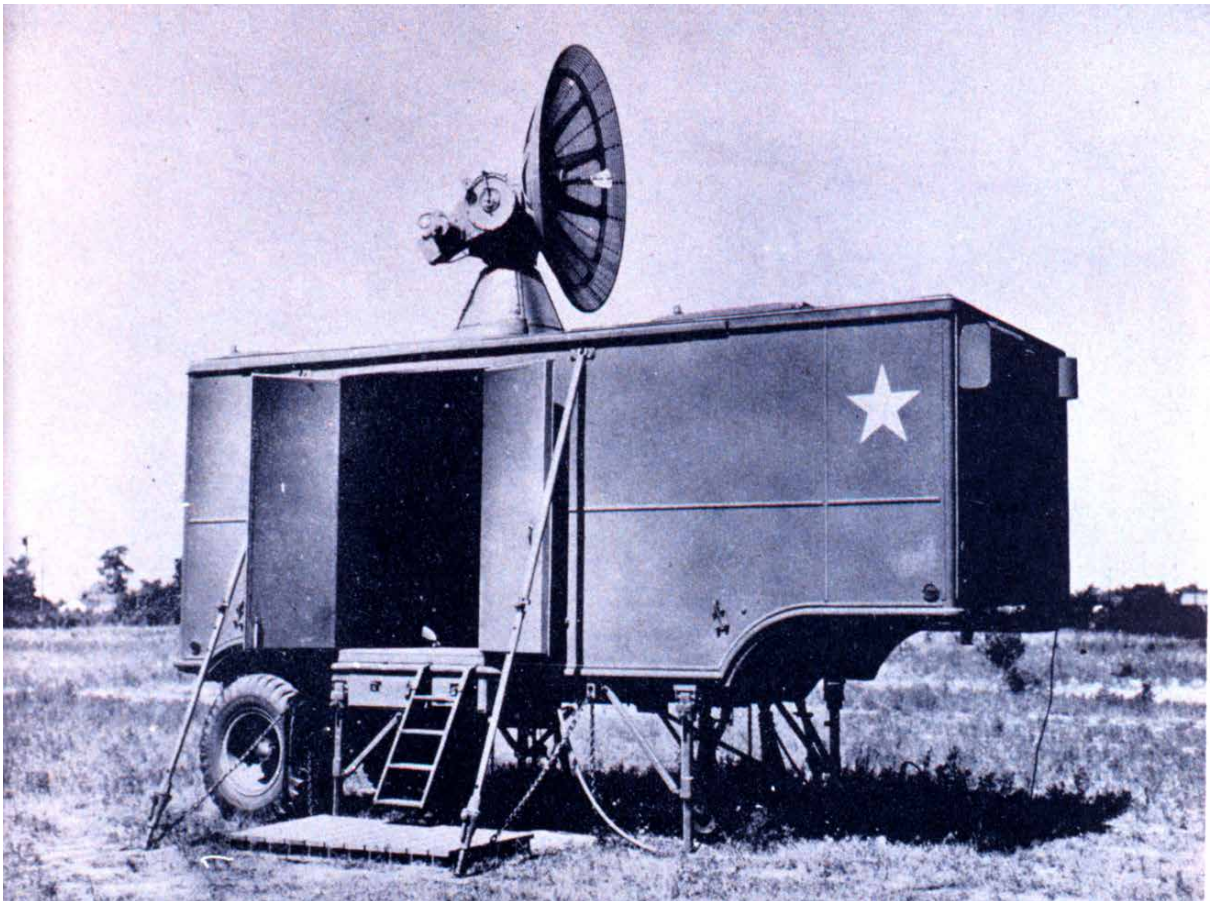


*Werner von Siemens
Inventor alemán, pionero de la electrotecnia*

zEn las escuelas técnicas se crearon planes de formación profesional en electricidad y sus aplicaciones. En el último período del siglo XIX, con el avance del electromagnetismo y con las prácticas y experiencias acumuladas, se lograron extraordinarias innovaciones en los motores y máquinas eléctricas, la electricidad empieza a ser transportada en redes de alta tensión y es así como la ingeniería eléctrica se introdujo como disciplina en facultades y departamentos de universidades de Europa y América respectivamente.

En 1882, la primera central hidroeléctrica del mundo comenzó a funcionar en Estados Unidos, con la corriente del río Fox, en Appleton (Wisconsin). En esos tiempos, Thomas A. Edison fundó la Illuminating Company e inició la venta de electricidad a los compradores de sus bombillas. En nuestro país, la ciudad de Loja logró en 1897 dar impulso a la primera planta de energía eléctrica que se construía en Ecuador administrada por la Empresa Eléctrica Luz y Fuerza, hoy Regional del Sur. Construida sobre el río Malacatos, poseía dos turbinas hidráulicas de 12 kW, suficientes para aclarar la noche lojana. En Cuenca, comenzaba a oscurecer la tarde del 10 de agosto de 1914 cuando las esquinas del centro de la ciudad se iluminaron, dejando atrás para siempre los faroles de petróleo. Además se habían tendido cables y colocado focos en los árboles de la Plaza Mayor y en todo el sector aledaño.

Avanza el siglo XX y las urgencias armamentistas en los dos grandes conflictos mundiales aceleran la investigación científica y el desarrollo de nuevas tecnologías. Llega el momento de la electrónica. Durante la II Guerra Mundial, en Inglaterra se perfecciona el RADAR, con el que los aliados logran importantes victorias aéreas sobre la aviación alemana. En los Estados Unidos de Norteamérica, el físico judío-alemán Albert Einstein advierte al presidente Franklin D. Roosevelt que el uranio puede ser usado como una nueva fuente de energía que permitiría la construcción de bombas extremadamente potentes. Los resultados acumulados de la investigación atómica y un descomunal esfuerzo de científicos, especialmente físicos como Enrico Fermi y Robert Oppenheimer, permiten probar exitosamente la capacidad destructiva de una bomba atómica en el desierto de Nuevo México, el 16 de julio de 1945.



Radar de la II Guerra Mundial

Luego de la rendición de Alemania y Hitler envuelto en las llamas de su propio holocausto, la guerra se prolonga en el Pacífico. Iniciada el 7 de diciembre de 1941 con el ataque fulminante de la aviación nipona a la base norteamericana de Pearl Harbor en Hawái, las fuerzas norteamericanas planeaban invadir Japón para saldar el conflicto. Este asalto final podía haber costado millones de víctimas entre soldados y civiles. Sin embargo, dos bombas ya estaban listas para ser lanzadas sobre el imperio del sol naciente. La tragedia de Hiroshima y Nagasaki, en agosto de 1945, obligó a capitular al ejército nipón y poner fin a la Guerra del Pacífico.

La segunda mitad del siglo XX fue el escenario de grandes adelantos en ciencia y tecnología. Con la invención del transistor, en 1948 se inicia la era de la microelectrónica que supone la sorprendente miniaturización y el exponencial crecimiento de la capacidad y prestaciones de los componentes electrónicos.

Los procesos de digitalización marcaron el inicio de la informática en los años 70. Las ciencias de la computación abren las puertas a la internet, a los viajes a la Luna, a las comunicaciones satelitales, a la robótica, a la inteligencia artificial y a una serie interminable de descubrimientos y nuevas aplicaciones en todos los ámbitos de actividad social, comercial e industrial; todo esto bajo la égida de la innovación y desarrollo I&D. A esta nueva etapa muchos la denominan como la Segunda Era de la Máquina, en referencia a la primera iniciada con la máquina de vapor.

Paralelamente, la enseñanza de la ingeniería eléctrica en las universidades se fortalece en sus aspectos básicos: matemáticas, física, química, y en sus disciplinas de especialidad con circuitos eléctricos, ciencia de los materiales, electrónica, altas tensiones, máquinas y sistemas eléctricos, entre otras asignaturas y conocimientos imprescindibles para formar ingenieros en los campos de la generación, transporte, distribución y utilización de la electricidad.

En nuestro medio

Iniciada la década de los setenta, el país incursionó en un marcado e intenso plan de desarrollo energético. El sueño de Daniel Palacios, exdecano de la Facultad

de Ingeniería de la Universidad de Cuenca, se hacía realidad con el diseño y construcción de la Central Hidroeléctrica Paute, que actualmente, y luego de más de 40 años de operación, sigue siendo uno de los pilares energéticos del país. Este trascendental proyecto demandaba la participación de técnicos de alto nivel; se requería entonces de profesionales capacitados para hacer frente al desarrollo energético del Austro.

La industria y el comercio emprendieron un impulso inusitado que situaba a Cuenca en el tercer polo del desarrollo del país y dentro del competitivo mundo de los servicios y de la producción. Proyectos y planes ambiciosos tomaron cuerpo: electrificación urbana y rural, instalación, puesta en marcha y operación de centrales, subestaciones, líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica. En respuesta a esta demanda, el 19 de diciembre de 1972, la Facultad de Ingeniería preparó un estudio de factibilidad para la creación de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Cuenca. Se resaltaba en el documento la urgente necesidad de preparar técnicos a nivel universitario y alcanzar los beneficios que esta formación traería al desarrollo de la región austral y del país entero.

El 27 de diciembre de 1972, el Consejo Directivo aprobó el primer plan de estudios para la formación de ingenieros eléctricos en el área de potencia y energía. En el semestre marzo-julio de 1973 iniciaron esta nueva carrera los primeros bachilleres, técnicos en su mayoría, incorporándose como ingenieros eléctricos en 1978.

La Escuela de Ingeniería Eléctrica se fortaleció con la integración de sus primeros graduados a la planta docente de la Facultad. Otros profesionales fueron llamados a conformar los cuadros técnicos de empresas locales de electricidad y telefonía, y muchos otros incursionaron en el ejercicio profesional que ofrecía importantes expectativas de trabajo. Los laboratorios que forman parte de la infraestructura de la Escuela de Eléctrica han sido implementados y actualizados a lo largo de su vida institucional. Con el soporte y equipamiento del laboratorio de Física, se crearon los laboratorios de Circuitos, de Máquinas

Eléctricas y de Sistemas de Potencia para la formación práctica y científica de las primeras promociones. En el año 1989 entró en operación el Laboratorio de Alta Tensión y a partir del 2000 gradualmente se fue actualizando el equipamiento de los laboratorios de Electrónica y Telecomunicaciones. En la actualidad, se cuenta con el nuevo y moderno laboratorio de Microrredes y Energías renovables con el que la Facultad enfrenta el reto de la integración al mundo de las fuentes de energía —limpias y renovables— y a la participación en los procesos de eficiencia en el uso de la energía eléctrica. Es digno de resaltar el liderazgo que la Escuela mantiene en la formación de sus profesionales. El aporte brindado al crecimiento del sector eléctrico regional cuyos logros son referentes nacionales, la modernización y automatización de la industria, la expansión de las redes de telefonía y telecomunicaciones cuyos índices son de alta confiabilidad y penetración, y el servicio educativo que ha brindado a todas las provincias del austro ecuatoriano en la formación de cuadros profesionales, entre otros factores, concede a la Escuela un legítimo reconocimiento social, en el quincuagésimo aniversario de vida institucional. Merece la pena anotar que, antigua y equivocadamente se decía que la ingeniería era un campo profesional reservado para varones. No obstante, en el transcurso de las últimas tres o cuatro décadas, la participación de la mujer se ha constituido en una de las fortalezas de la Facultad, tanto en los estamentos estudiantiles, cuanto académicos, científicos y directivos. Por primera vez, en los 84 años de historia de la Facultad de Ingeniería y 50 de la Escuela de Eléctrica, una mujer, exalumna de la Escuela de Informática, la ingeniera, magister y Ph.D. Lorena Sigüenza Guzmán ejerce la dignidad de Decana de la Facultad.

El espacio de la investigación, innovación y divulgación científica y sus resultados en beneficio del desarrollo energético y de telecomunicaciones del país, ha permanecido vigente en esta larga trayectoria de la Escuela de Ingeniería Eléctrica. Desde hace casi una década, la creación de los departamentos académicos como el Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones (DEET) y, al interior de ellos, de distintos grupos de investigación; ha permitido el crecimiento sostenido de publicaciones y con ello el impacto y presencia de la Escuela en encuentros académicos y foros científicos de alta relevancia en el debate internacional.

Es importante resaltar también que, desde los

primeros años de este nuevo siglo, la Facultad sentó las bases para el establecimiento del cuarto nivel de formación académica y poder estar en capacidad de otorgar grados académicos de maestría y doctorado. En la Escuela de Ingeniería Eléctrica se desarrolló, con dos cohortes a su haber, la Maestría Académica de tipo profesional en Electricidad, con mención en Redes Eléctricas Inteligentes. Actualmente, se encuentra en vigencia la Maestría en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica, con tres menciones: Procesamiento Digital de Señales y Comunicaciones, Electrónica y Control, y Sistemas de Energía Eléctrica.

Ahora, nuevos desafíos le esperan a esta Escuela y Carrera de reconocido prestigio en las instituciones de educación superior de Ecuador. No solo ha de mantenerse el efectivo proceso de enseñanza-aprendizaje sino habrá que sustentar un sistema integral de muy amplia cobertura en todos los contextos educativos de la ingeniería. La innovación, la apertura y la ampliación de sus ámbitos docentes, investigativos, científicos y de servicio requieren visión y horizonte renovados. La perspectiva ambiental y social de la energía, su rol en la lucha contra la pobreza, el cambio climático, la preservación del hábitat para toda manifestación de vida, han impulsado de manera asombrosa el avance de nuevas formas de producir electrones en movimiento. Las llamadas energías limpias y renovables llegaron para ser parte de estos objetivos. No obstante, hay que reconocer que, en el mundo, muchas escuelas de ingeniería no han sido lo suficientemente flexibles a los cambios que la globalidad cultural impone, han ignorado la necesidad de incursionar en nuevos campos del conocimiento que respondan a los problemas sociales, administrativos y gerenciales o simplemente no cuentan con profesores con una comprensión suficientemente amplia de los contextos tecnológicos que les permitan abordar, atinada y oportunamente, los desafíos que presenta el siglo XXI.

De allí la necesidad de la integración de la ingeniería con otras ciencias de la vida. Las nuevas tendencias en la educación son transversales y con infinitas conexiones entre varios ámbitos del conocimiento, que se sostienen y enriquecen mutuamente. La visión estrecha de la tecnología no es la forma más adecuada para resolver los problemas sociales y ambientales a nivel global. La búsqueda de las soluciones más eficientes y apropiadas a los retos de una sociedad que exige más recursos y más energía debe incluir una conjunción equilibrada de innovaciones tecnológicas, estrategias organizacionales, arte, cultura, idiomas, políticas con enorme sentido humanista y estructuras

curriculares cuidadosamente diseñadas.

Robert Oppenheimer, aseguraba que los científicos deben evaluar las consecuencias sociales y las repercusiones globales de su trabajo, como parte inherente de su proceso de investigación.

Surge la necesidad de establecer un nuevo sistema educativo en ingeniería. Una estructura tal vez más compleja pero también con mayor riqueza conceptual y que acoja la ciencia desde varias perspectivas.

Un diseño curricular que combine lo antiguo con lo de actualidad, las ciencias fundamentales con las ciencias aplicadas, las asignaturas de matemáticas, física, química, biología a las que se incorporen otras tan importantes sobre humanidades, pensamiento crítico, ciencias sociales y antropológicas, historia, ética y sociedad, etc. En los años superiores de la formación, los estudiantes deben adentrarse en los ámbitos del emprendimiento y gerenciamiento, la economía, las finanzas, la dirección y liderazgo, la administración pública, etc. En un mundo moderno de alta complejidad científica y de cambios tecnológicos asombrosos, de interrelación sin fronteras a través de las redes sociales, de movilidad permanente; el reto para la ciencia y la ingeniería es satisfacer las necesidades humanas actuales de alimentación, agua, vivienda, educación, salud física y mental y calidad de vida en todas sus expresiones, pero sin afectar los recursos de la Tierra, de manera que las futuras generaciones puedan también disponer de ellos y satisfacer sus necesidades energéticas con igual o mayor disponibilidad de la que ahora disfrutamos.

El humanismo en las aulas no debe ser visto como un simple término filosófico o una etapa en la historia de las civilizaciones. En su amplio contenido educativo, significa valorar al ser humano y su condición. En este sentido, está relacionado con la generosidad, la compasión y la valoración y estimación de los atributos ajenos y el mejoramiento de las relaciones humanas. El genio es la inteligencia que no conoce fronteras tanto como la sabiduría es el espíritu que no conoce prejuicios y, también; la solidaridad, la acción que no reclama retribución. El *leitmotiv* de la educación superior no es únicamente titular profesionales sino principalmente cultivar espíritus.





Un relato desde dentro: inicios e impactos de la carrera de Ingeniería Eléctrica

Antonio Borrero Vega



Central hidroeléctrica Mazar



Con alegría y evocando miles de recuerdos, comienzo a escribir sobre nuestra querida Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca. Haber estado desde sus inicios, como alumno y luego como profesor, me hace sentir parte integrante de su esencia, su etapa inicial, sus avances, su relación con la sociedad, su madurez, su crecimiento, y su impacto en el entorno local, nacional y más. Abordaré de manera casi narrativa los aspectos que siento relevantes y que de ninguna manera cubrirán de forma completa esta historia de medio siglo, pero dejarán la impronta de una etapa importante en el quehacer de la Universidad de Cuenca, que siempre ha hecho importantes aportes a la sociedad de la región.

Visión e inicios

Allá por los años setenta, el país iniciaba un cambio hacia la electrificación y el uso de la energía eléctrica como motor de desarrollo de la sociedad. El Instituto Ecuatoriano de Electrificación INECEL y las empresas eléctricas del país —casi una por provincia— unían esfuerzos para la construcción de proyectos de generación eléctrica usando los importantes recursos naturales disponibles.

Se iban conectando las ciudades y poblaciones rurales a través de la electrificación y el país iba consolidando lo que, en los inicios de los ochenta, sería el Sistema Nacional Interconectado. Luego pasaremos de pequeños sistemas eléctricos de generación hidráulica o térmica, que manejaban empresas eléctricas municipales o locales, a instituciones con mayor vocación y capacidad técnica.

Ya estaba en funcionamiento la central Pisayambo/Pucará, que aportó un importante aprendizaje al INECEL, y estaba en construcción la central Paute Molino, Fases A y B de 500 MW, con su presa Daniel Palacios Izquierdo (quien fuera decano de la Facultad de Ingeniería). Era fundamental la formación de cuadros profesionales en la rama de la ingeniería eléctrica, que participen y apoyen a la electrificación del país. Con ese propósito, las autoridades de la

Universidad y en especial de la Facultad de Ingeniería, trazan un perfil de carrera para formar Ingenieros Eléctricos, con enfoque en Potencia, que puedan asumir el desafío que venía emprendiendo el país. Es así que, en el ciclo lectivo de octubre-marzo de 1973, inicia formalmente la carrera; basada en la experiencia de la Facultad, que por más de 30 años venía formando exitosos ingenieros civiles.

En ese momento, con el aporte de la Facultad de Ingeniería, sus valiosos profesores y la visión de sus directivos; con el apoyo de instituciones como INECEL, Empresa Eléctrica, Politécnica Nacional, ESPOL; y con la experiencia de los profesionales ingenieros eléctricos que laboraban en Cuenca — que no pasaban de seis, quienes fueron los primeros profesores de la especialización— se aprobó el plan de carrera que tendría una duración de 6 años, más una tesis para la graduación.

El enfoque de la carrera estaba orientado a dotar de valiosos conocimientos de física, matemáticas y ciencias, energía, conversión y generación eléctrica convencional, distribución, transmisión y uso industrial de la electricidad. Para lograr este objetivo se incluyó en la malla curricular un amplio número de materias, incluyendo las ciencias básicas que se impartían en Ingeniería Civil. Así, al inicio tuvimos dibujo, topografía, resistencia de materiales, hidráulica, construcción y control de proyectos, que se basaban en el conocimiento, uso de laboratorios y experiencia de valiosos profesores de la Facultad. Más adelante en el ejercicio de la profesión, cuánto agradecería la gran cantidad de conocimientos, más allá de nuestra rama específica, que fueron un apoyo para quienes tuvimos que enfrentar proyectos de gran magnitud con carácter multidisciplinar.

La formación en la carrera y sus desafíos

Los primeros años de carrera transcurrían con el estudio y formación muy apegada a la carrera madre de la Facultad, la Ingeniería Civil. Luego, venía el reto de las materias de Ingeniería Eléctrica, que eran cubiertas por los pocos profesionales de la rama que laboraban en la ciudad. A ellos, se sumaron profesores invitados del país, que dictaban clase el fin de semana en cursillos compactos o cursos vacacionales. Llegaron varios profesores colombianos que aportaron en muchas materias profesionalizantes y nos acompañaron por algunos años. El uso de laboratorios especializados se iba haciendo necesario, y es así que se adquirió un

Laboratorio de Circuitos, uno de Máquinas y se logró la donación de un Laboratorio de Alta Tensión. Los demás temas, los practicamos en cursos vacacionales en la Escuela Politécnica Nacional y la ESPOL. Esto fue muy interesante, pues conocimos a profesionales del país y futuros colegas, que luego se convirtieron en una puerta de contactos y relaciones para toda la vida profesional.

La única escuela de Ingeniería Eléctrica “a la redonda” era la nuestra, por eso tuvimos la suerte de también contar con compañeros y luego alumnos de Loja, El Oro, Cañar, Zamora Chinchipe y Morona Santiago. Cuando se fueron los profesores colombianos, no había reemplazo. Luego de una búsqueda infructuosa en esa época, los directivos de la Facultad tomaron la decisión de potenciar a los estudiantes de los 3 últimos años para que dicten las materias básicas, y que los profesores con formación en eléctrica, pasen a dar materias de especialidad, apoyados con los cursos y profesores visitantes ya mencionados. Para quienes tuvimos esa oportunidad, empezó el desafío muy pronto, y pasamos a un proceso de “madurez” acelerado.

Se dio la graduación de la primera promoción, con un estrepitoso apagón en el Aula Magna de la Universidad de Cuenca, augurio de éxito para estos profesionales. Los desafíos vinieron, varios fueron a trabajar en el INECEL, en las empresas eléctricas de la región, en la propia Universidad. En la Industria local y en la actividad privada, había grandes oportunidades de trabajo. De la segunda promoción gran parte de los graduados fueron a laborar en la Central Hidroeléctrica Paute, muy próxima a entrar en operación (en mayo de 1983). Algunos graduados recibieron formación complementaria en otras centrales del país, en Quito y en Colombia; los demás siguieron la tendencia de la primera promoción, seguía haciendo falta más profesionales en la región. Vino la tercera promoción, se repitió el flujo, nos graduábamos un viernes y el lunes ya teníamos varias propuestas de trabajo, con desafíos importantes y sueños a donde volar.

En ese momento había que cuestionarnos, si esa formación de Ingeniería Civil de base, el sinnúmero de cursos sueltos —aunque siempre dentro de una malla curricular establecida—, la experiencia limitada de todo el entorno eran suficientes para enfrentar el desafío profesional en esta disciplina para el país. ¿Miedo? La verdad es que la juventud y confianza eran parte de esa formación que la Facultad nos había dado, estábamos

preparados para afrontar retos, como lo habían hecho y resuelto valiosos profesionales ingenieros civiles en la región, nosotros estábamos “construidos” de esa madera.

Aquí pido disculpas por personalizar el caso, pero mi desafío y el de otros colegas, fue buscar una especialización, un posgrado en el exterior, que consolide y dote de herramientas para enfrentar de mejor manera el futuro profesional. Me lancé a la búsqueda, conseguí una beca Fulbright para hacer una maestría en los Estados Unidos. A los seis meses de graduado ya tenía que salir a ese encuentro de, comprobar que nuestra formación fue suficientemente sólida, que lo que se había estudiado nos daba bases para hacer una maestría en el primer mundo, en otro idioma. Con fuerza y decisión lo enfrenté, con la expectativa “colectiva” de lo que iba a pasar, ¡“conejillo de indias” en carne propia! El desafío se cumplió con éxito, me llevó dos años y medio y regresé a buscar trabajo. La formación de la Facultad fue muy buena, la malla curricular cumplió en ese ámbito con su objetivo, había que hacer algunos cambios que más adelante se efectuaron con aporte de muchos, al introducir nuevas materias, técnicas de mejor nivel, el uso de herramientas informáticas, entre otros. Con toda confianza, varios colegas empezaron a salir a especializarse, a encontrar sus maestrías y más adelante doctorados, que han aportado de manera significativa en lo académico, profesional y científico.

La estrecha relación con la comunidad

La vinculación con la sociedad en la Universidad de Cuenca no solo fue en la carrera específica, sino de una verdadera política de aportar y aprender de los problemas de la sociedad. La formación profesional implica también una sólida formación humana, y específicamente la Escuela de Ingeniería Eléctrica siempre estuvo enlazada con la sociedad. La presencia de los profesionales eléctricos como profesores de la Facultad y como funcionarios de diferentes instituciones locales permitió una amplia participación de estudiantes en prácticas y actividades de diferentes ámbitos. Esa relación tuvo una enriquecedora presencia, volvió más prácticas y realistas las tesis de grado, y aportó a solucionar problemas en el ámbito técnico y del accionar de la sociedad. La interacción universidad-sociedad también abrió más oportunidades de trabajo para los profesionales, consolidando cuadros profesionales de alto nivel en las instituciones públicas y privadas en Cuenca y la región.



Central Hidroeléctrica Minas San Francisco
Fotografía: CELEC EP



Central Hidroeléctrica Saymirín

Fotografía: ElecAustro



Una proyección integral

Con el tiempo, la Escuela de Ingeniería Eléctrica fue ampliando su accionar en el campo de la electrónica, las telecomunicaciones y las carreras afines como la informática y ciencias aplicadas. Gracias a la apertura y formación complementaria de sus egresados, con estudios locales e internacionales, se crearon nuevas mallas curriculares, especialidades y posgrados que han fortalecido de manera significativa a los profesionales en electricidad y afines.

Ya en las ejecutorias de sus egresados se ha contado con la participación de muchos profesionales en altos cargos gerenciales dentro del sector eléctrico local, en diferentes ciudades del país y también como altos directivos a nivel de ministerios, empresas con carácter nacional e inclusive participación internacional. En el ámbito académico, conforme se ha elevado la formación, especialmente de posgrados, se ha contado con el aporte de artículos de interés científico con alto reconocimiento; además de la participación activa en calidad de autoridades universitarias.

Las empresas eléctricas de distribución y comercialización de la región se han convertido en las de mejores resultados por sus indicadores técnicos, alta tecnificación y uso de la moderna tecnología. Han sido actores importantes en liderar cambios que han beneficiado a todas las empresas del país, a partir de ser líderes en diferentes modelos y prototipos que, luego aplicados en lo local y en lo nacional, han beneficiado mucho en el ámbito del servicio eléctrico.

En el campo de la energía eléctrica, dentro del enfoque de la transición energética, al cual el mundo debe ir, los actores locales, sumada a la experiencia nacional e internacional han ido creando oportunidades en el tema de desarrollo industrial y de las energías renovables. Estos temas se han centrado en el diseño con participación multidisciplinaria, construcción y operación de centrales hidroeléctricas de menor y mediana escala, con una vastísima participación de talento humano y *know-how* propio y adaptado a lo local. Las centrales eólicas, por ejemplo, han requerido estudios sobre sus características y adaptación a las condiciones climáticas, altura sobre el nivel del mar, orografía, vías de poca confiabilidad y alta pendiente, dificultad en la disponibilidad de recursos locales y

otras condiciones complejas que han sido superadas gracias a la decisión, compromiso, capacidad y resiliencia de técnicos formados en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Cuenca, quienes aprendieron a encontrar soluciones integrales, que benefician a la colectividad. La capacidad, anteriormente mencionada, fue clave para lograr el diseño, la gestión de financiamiento, fabricación y la construcción de la Central Eólica Huascachaca de 56 MW, la más grande construida y en funcionamiento en el país, de reciente data.

Otro aspecto de la integralidad y amplia visión, en la formación de ese profesional útil, multifacético, adaptable, empático con la sociedad, ha sido la gran capacidad de relación con el medioambiente, la protección de los recursos naturales, el impulso a las comunidades con las mayores necesidades de apoyo, el aporte a la creación de riqueza. La presencia en campos como el de telecomunicaciones, informática, control, administración de empresas, calidad e incluso en temas relacionados con la agricultura, la ganadería, la floricultura, la manufactura, el mantenimiento y la industria denotan esa formación que, nacida de un origen incierto, pero claramente con alta calidad académica, con bases y principios éticos sólidos, ha sido un aporte notable a la sociedad. Se debe reconocer la amplia visión de los precursores de esta escuela y de sus actores, quienes han asumido los importantes papeles que la sociedad ha requerido.

Reconocer los hitos de formación de nuestra escuela: una sólida formación en física y matemáticas, formación técnica de base consistente, capacidad de aprendizaje, formación y autoaprendizaje profesional que no termina nunca. Una muy importante humanización de la profesión con una visión de la sociedad y de la vida misma. Amplitud para adaptarse a diferentes desafíos, inclusive de otras carreras y disciplinas. Formación de actores aportantes de la sociedad, de resiliencia —aunque este término lo empezamos a usar desde hace poco—. Somos gratos con la semilla que se sembró en la Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Eléctrica, hoy celebramos sus 50 años de gran aporte, para muchos ha significado toda una vida.

Corrientes de cambio: Cuenca y su revolución eléctrica a través de los años

Carlos Durán Noritz

Pertenezco a una generación que ha vivido desde mediados del siglo XX, nací en los años 50 y estoy viviendo el primer cuarto del siglo XXI. El ser parte de la primera promoción de la Escuela de Ingeniería, junto a mis colegas, me ha permitido tener una visión amplia del impacto que esta ha tenido en la sociedad a través del servicio de electrificación.

Quiero recordar a la hermosa Cuenca —y su región de influencia— de los años de mi niñez, sin querer usar datos estadísticos exactos, su población bordeaba los setenta y cinco mil habitantes. En ese entonces, la ciudad disponía de dos empresas eléctricas. La primera, en la que participaba el municipio, se denominaba Empresa Eléctrica Miraflores; la segunda, propiedad de la familia Ramírez, denominada Empresa de Luz y Fuerza, pero se la conocía como la Empresa Monay. En cuanto a la Empresa Eléctrica Miraflores (1950), su primera administración a cargo del señor Arturo Salazar Orrego, se enfocó en lograr una mayor dotación de fuentes de energía, -ya que las centrales antes existentes, Yanuncay y Tomebamba-, carecían de la capacidad necesaria para abastecer más que a un segmento limitado de la población, por lo que el servicio de alumbrado público era deficiente y estaba confinado principalmente al núcleo urbano.

Fuera de la ciudad en realidad el servicio de energía eléctrica era inexistente, más bien algunos años

después, ya avanzados los años 70, se establecieron las primeras empresas, generalmente vinculadas a los municipios que servían a los centros cantonales en algunos puntos de la provincia.

Solo tras superar numerosos obstáculos se inició la construcción de la central hidroeléctrica Saymirín I, un proyecto cuyos planos se habían esbozado poco después del término de la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, fue bajo el liderazgo de Salazar Orrego, siempre respaldado por la municipalidad, que este proyecto se concretó finalmente. La obra se complementa con una red de distribución que conectaba el corazón de la ciudad de Cuenca mediante una línea de transmisión a 22 kV. Esta línea partía de la Central Saymirín y llegaba hasta la actual subestación 1 en la zona de Cristo Rey. Desde allí, se enlazaba a través de una línea subterránea con la subestación 2, situada en la bajada del puente del Centenario.

Esa era la red fundamental que servía a la ciudad de Cuenca. Para contar con alimentación segura a las empresas industriales que se agruparon en la zona de Machángara, se construyó la subestación ubicada en el sector de Visorrey, conocida como subestación 4; además, para servir a la industria cementera ubicada en la parroquia Guapán del cantón Biblián, se construyó una línea que unía la central Saymirín con la cementera Guapán.



Acueducto que conducía el agua a la planta eléctrica de Yanuncay

Con el crecimiento de la industria local pronto fue necesario incrementar la capacidad de generación y así la empresa, que para entonces ya se denominaba Empresa Eléctrica Cuenca C.A. Instaló una central térmica en la zona de Monay.

Un visionario de la ingeniería, me refiero al ingeniero Daniel Palacios Izquierdo, ubicó un potencial aprovechamiento hidroeléctrico de gran magnitud para el Ecuador de ese entonces, conocido como la Central Paute, o la Cola de San Pablo, que se ubicaba en los recovecos del río Paute que fluye a través de la cordillera oriental en las confines del cantón Paute —de ese entonces— y en el rápido descenso hacia la zona del cantón Santiago de Méndez en la provincia de Morona Santiago. Era el proyecto que permitiría el despegue de un Ecuador que eléctricamente no estaba integrado en sus redes. Por lo que urgía acelerar su desarrollo.

Mediante la primera Ley Básica de Electrificación, se fundó el Instituto Ecuatoriano de Electrificación, o INECEL. Gracias a las regalías provenientes de la explotación petrolera, este organismo logró materializar la construcción de esta primera gran central eléctrica. Adicionalmente, se estableció una red de alta tensión, con capacidades de 138 y 230 kV, que facilitarían la integración de dicha central con los principales centros de consumo del país, localizados en los núcleos de desarrollo de Quito, Guayaquil y Cuenca.



Foto antigua de Cuenca. Torre de distribución de energía eléctrica.

Un impulso clave

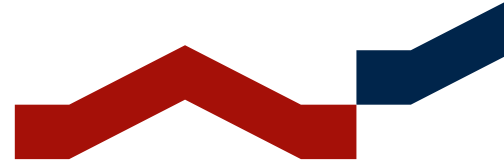
He buscado ofrecer esta síntesis ágil para explicar las circunstancias que impulsaron la creación de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, así como para contextualizar el panorama del servicio eléctrico en la ciudad de Cuenca y su esfera de impacto en ese momento. La demanda había crecido muy rápidamente, el Parque Industrial de Cuenca, ubicado en Machángara requería cada vez de mayor potencia y energía. La electrificación rural había iniciado con redes que saliendo de la ciudad de Cuenca alimentaban sucesivamente a los cantones Sigsig, Paute, Gualaceo, Girón, Santa Isabel, mientras que en la provincia de Cañar se extendían desde Biblián hasta el cantón Cañar.

En esta importante evolución, debemos situarnos en la década de los 60 en que figuras influyentes instaron a la Universidad de

Cuenca a fomentar la formación de ingenieros eléctricos y mecánicos.

La idea era que estos profesionales, junto con los ingenieros civiles que la universidad ya estaba formando, pudieran contribuir e impulsar un ambicioso proyecto energético que con los años se materializó.

Después de discusiones y debates dentro de los órganos decisivos de la Universidad se creó la Escuela de Ingeniería Eléctrica, integrada dentro de la Facultad de Ingeniería. Tuve el privilegio de ser parte de la primera promoción de la escuela. Del numeroso grupo que inició vale recordar que, junto a los aspirantes a ingenieros civiles, pudimos finalmente egresar y graduarnos solo catorce compañeros.



Los retos continuaron

En cuanto a la calidad del servicio, frecuentes eran las interrupciones y en la época de estiaje, los racionamientos, por lo que pronto fue necesaria la construcción de una nueva central termoeléctrica ubicada en el límite provincial entre Azuay y Cañar, en la zona de El Descanso.

Al integrarse el INECEL como mayor accionista de la Empresa Eléctrica, en 1979, esta pasó a denominarse Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., no era únicamente un cambio de nombre, sino más bien una reorientación del alcance del servicio; de cantonal, a provincial y de ahí a regional. Vale destacar que el área de cobertura de la CENTROSUR hace que sea la segunda en tamaño del país.

La integración a la red del Sistema Nacional Interconectado (SNI) no fue inmediata, recién se logra con la entrada en operación de la subestación Cuenca ubicada en Rayoloma, esto ya en 1982. Con esa integración a la red nacional, el servicio de la CENTROSUR mejoró ostensiblemente; pero es importante resaltar, que no solamente es la construcción de estos enlaces los que permitieron unir la red de distribución mediante una sólida red de subtransmisión regional al SNI, sino que todo ello fue posible gracias a la participación cada vez más importante, de profesionales de ingenieros eléctricos formados en la Universidad de Cuenca.

Indicadores clave

En 1994, la demanda se ubicaba en torno a los 76 MW, con una energía de 350 GWh al año y pérdidas totales del 11.43%, mientras que para el país la cifra ascendía al 20.95%. Contábamos con 220 clientes por trabajador, 165 km de líneas de subtransmisión y una capacidad de transformación de 270 MVA. En el 2000, las cifras mostraban una demanda de 130 MW, una energía de 440 GWh al año y pérdidas totales del 9.41%, con el país registrando el 22.35%. El número de clientes por trabajador había aumentado a 452, con 168 km de líneas de subtransmisión y 313 MVA en capacidad de transformación. Para 2010, la demanda se había elevado a 200 MW con una energía de 722 GWh al año y pérdidas totales del 7.5%, mientras que para el país la cifra estaba por encima del 18%. Contábamos con 576 clientes por trabajador y una capacidad de transformación de 445 MVA. Actualmente, la capacidad de transformación se sitúa en 920 MVA, con

649 clientes por trabajador. Otro punto a considerar es el alumbrado público, que pasó de 37 700 luminarias instaladas en el año 2000, a cerca de 77 000 en 2010 y actualmente se ubica en 175 000.

Al inicio del siglo XXI, una de las propuestas que significó una gran actividad de la ingeniería fue la mejora de la distribución del servicio eléctrico unido al incremento de la cobertura del mismo, la mejora del sistema de alumbrado público, así como la disminución de las pérdidas técnicas de comercialización del servicio. Fueron los indicadores de frecuencia y tiempo de interrupción, los tiempos de reacción ante reclamos, los tiempos de realizar una nueva instalación los que empezaron a volcar un proceso que rápidamente encontró un eco nacional, al recogerse en la normativa nacional.

La mejora fue sustancial, liderando la CENTROSUR al subsector de la distribución del país, lo que pronto fue motivo de generalización para el sector de la distribución del Ecuador, en donde nuevamente los profesionales de la región pudieron tener una activa participación en el plan de modernización del subsector. Mucho tuvo y tienen que ver en esta modernización los procesos de automatización en la distribución, con las mejoras de los sistemas de supervisión y control automático de las empresas, en donde, desde sus inicios, nuevamente fue líder la CENTROSUR.

Mi vida profesional, de casi cuatro décadas —comenzó en 1978— ha estado estrechamente vinculada con la Universidad de Cuenca y he tenido la fortuna de ser tanto testigo como actor de múltiples mejoras académicas que colocaron a nuestra institución educativa entre las más prestigiosas del país. Nuestra universidad sirvió como catalizador y modelo para el desarrollo de programas de ingeniería eléctrica en otras universidades locales. Espero que esta crónica haya capturado los aspectos más relevantes de nuestra estimada casona.

Finalmente, me gustaría reconocer a los notables directivos de la Facultad que dieron origen e impulso a nuestra carrera: Ulises Sotomayor Villegas, quien era el decano en el momento de la fundación; Hernán Vintimilla Ordóñez y Vladimiro Cordero Ordoñez, sus sucesores en el cargo; así como a Julio César Verdugo Cabrera, impulsor y Director de la Escuela.

Telecomunicaciones: sus giros y nuestros profesionales en el área

Fabián L. Jaramillo Palacios

La tecnología inalámbrica proporcionará un contacto más próximo mediante la transmisión de información, el traslado de nuestros cuerpos y de materiales y el transporte de energía.

Nikola Tesla

Este artículo tiene como objetivo ofrecer un panorama de los ingenieros eléctricos egresados de la Universidad de Cuenca y su contribución al desarrollo de las telecomunicaciones. A riesgo de omitir algún nombre, de antemano ofrezco disculpas, trataré de mencionar el recorrido y participación de quienes hemos incursionado en ese sector, aunque estimo que detallar sus vivencias permitirían llenar una revista completa.

Los inicios de la carrera y primeras actividades en telecomunicaciones

En su primera sesión del año 1973, el Consejo Universitario de la Universidad de Cuenca aprobó la fundación de la Escuela de Ingeniería Eléctrica. Esta nueva entidad académica compartirá los primeros cuatro ciclos con la carrera de Ingeniería Civil y luego se adentrará en cursos específicos del campo eléctrico a partir del quinto ciclo de los doce contemplados en el plan de estudios inicial. Cabe destacar que unos meses antes, el 16 de octubre de 1972, el gobierno del Gral. Guillermo Rodríguez Lara, había decretado la creación del Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones (IETEL) unificando las dos compañías regionales de Norte y Sur, olvidándose de que también existía una empresa, ETAPA, que prestaba servicios en Cuenca y que se mantuvo al margen de esta fusión.

En abril de 1973, el mundo es testigo de la primera llamada desde un celular realmente portátil, que la realiza Martin Cooper, entonces vicepresidente y Director de Innovación de Motorola.

En esa época, en Ecuador, básicamente se cuenta con servicios de telefonía fija en las principales ciudades del país y servicios de cabinas telefónicas en los sitios un poco más apartados, a donde se debe concurrir para comunicarse a través de operadoras que hacen la conexión y transfieren la llamada. Lo mismo ocurre, cuando se trata de hacer llamadas de larga distancia nacionales.

Hacer llamadas internacionales es un lujo que muy pocos pueden pagar y por eso la ayuda brindada por los radioaficionados resulta esencial para los casos en los que requieren comunicarse con alguien en el exterior o incluso en otra ciudad del propio país, donde la respuesta de los amigos que se dedican a esos menesteres y que atienden el CQ20 o CQ10, como llamado general en esas bandas, hacen posible el contacto entre personas con diversas necesidades.

En 1973, la puesta en operación de primera estación terrena, incorpora al Ecuador a las transmisiones vía satélite, de marca Mitsubishi, instalada en Guangopolo, con una antena de 30 metros de diámetro,



Cabinas telefónicas en los años 70s, México

un peso de unas 300 toneladas, inicia con 98 canales, distribuidos para diferentes países y usos los 42 y los 56 restantes para telegrafía y télex, apuntando al satélite INTELSAT-IV.

La primera persona, que luego será ingeniero eléctrico, que se vincula con las telecomunicaciones es **Enrique Torres**, que por el año 1976 ingresa como técnico a la oficina en Cuenca de la Regional 2 de IETEL, luego de su graduación en 1978, recibirá nombramiento como Ingeniero 2, seguirá ascendiendo en los cargos y llegará a ser Ingeniero 5 y más adelante Gerente Técnico de la Regional 3 de EMETEL, más tarde EMETEL S.A. y finalmente, Pacifictel. Desvinculándose de la actividad en 1999. Guarda en su memoria agradables recuerdos de la alegría que sentían los habitantes de poblaciones de Azuay, Cañar, Morona Santiago, Loja y Zamora Chinchipe, a donde llegaban para instalar y dotar de

servicio telefónico, principalmente, también algunos enlaces de datos para entidades públicas y privadas que lo requerían.

En 1977, la Stanford Telecommunications Laboratories (STL) hizo el primer despliegue comercial de fibra óptica, lo que permitió por primera ocasión realizar una llamada telefónica a través de este medio en Inglaterra, hecho que fue el inicio de un vertiginoso cambio en el manejo de las telecomunicaciones.

En 1978, año de graduación de la primera promoción de Ingeniería Eléctrica, en el país, considerando la situación de incomunicación del área rural, se firmó el primer crédito con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para el proyecto de telecomunicaciones rurales, para dotar de servicio a 460 de estas poblaciones.

En 1979, la densidad telefónica de Ecuador era de apenas 2.7 líneas por cada 100 habitantes, con una ocupación de líneas de central de un 83%.

El primer profesional, ya graduado como ingeniero eléctrico, contratado para prestar servicios en telecomunicaciones es **Milton León**. Se debe mencionar que él estaba estudiando ingeniería civil pero, al abrirse la nueva carrera, decide junto con otros compañeros y futuros colegas, perder un año e incorporarse al quinto ciclo de la naciente Escuela, junto con los que formaron la primera promoción.

Inicialmente, Milton se une a INECEL con la intención de trabajar en la Central Paute. Pero antes debe someterse a una formación que lo lleva primero a Quito y luego a la Central de Salitral en Guayaquil. Allí, el clima y las condiciones laborales le hacen reconsiderar su decisión y regresa a Quito para desvincularse de INECEL. Casi al mismo tiempo, en 1979, se abre una oportunidad en ETAPA para liderar el área de Planificación y Redes. Milton accede al puesto sin competencia y, a lo largo de los años, escala posiciones hasta convertirse en Director Técnico, cargo que ocupa hasta su retiro en 1996. Además, ha sido asesor de la Presidencia Ejecutiva de Pacifictel y ha formado parte del directorio de IETEL y Pacifictel, además de trabajar a nivel internacional con IMPSATTEL en Miami.

En otro hito de desarrollo del área en el país, en 1983 se firma un contrato con SIEMENS para la provisión e instalación de una red de transmisión digital, que incluiría a la mayor parte de provincias de la Costa y la Sierra, abarcando inclusive los enlaces internacionales fronterizos con Colombia y Perú.

Un primer grupo que se vincula con las telecomunicaciones

En 1986, ETAPA pone en marcha un ambicioso Plan Maestro de Telefonía, ejecutado por la firma SOFRECOM y que solicita que haya una contraparte local, para ello se incorpora **Trajano Bermeo**, quien hace de cabeza del equipo de trabajo. Se unen a él los entonces estudiantes de Ingeniería Eléctrica **Edgar Pauta** y **Jaime Matute**. Ambos comienzan aportando las 60 horas de trabajo requeridas y finalmente optan por quedarse en el equipo a largo plazo. También se

incorporan **Hernán Ordóñez** y **Juan Córdova** y, en el ámbito del diseño, se suma **Rubén Benítez** —quien fue Gerente General de ETAPA EP de mayo de 2021 a mayo de 2023—.

Con ello se inicia un cambio de conceptos y desarrollo digital en ETAPA. En 1987 se inicia la instalación de 12 500 nuevas líneas, la primera central digital, la red de fibra óptica monomodo de 6 hilos entre las centrales de El Ejido, Centro y Totoracocha. Antes fue necesario levantar un catastro de redes, hacer arreglos, rehacer empalmes y realizar el tendido de nuevas líneas de cobre. Intervienen empresas como I2E y CME, con **Gina Machuca**, por una parte y **Hugo Viteri** por otra, para el tendido de cables. Cabe mencionar que, para entonces, varios colegas ya se habían vinculado al área de telecomunicaciones en ETAPA, entre los que contamos a **Ricardo Pozo**, **Fernando Cañas** y **Marcelo Vidal**.

Durante cortos períodos, desempeñan el cargo de Director Técnico en ETAPA, primero **Galo Abril** y después **Efraín Villota**, quienes luego desarrollan su actividad profesional en otras áreas.

En el año 1992 se expide la Ley Especial de Telecomunicaciones, en donde por primera vez se menciona la prestación de servicio telefónico móvil terrestre y marítimo, con miras a que se realice el primer proceso para otorgar concesiones a operadoras privadas.

Un punto de inflexión en la formación de ingenieros eléctricos

A comienzos de los noventa la Escuela de Ingeniería Eléctrica introduce un curso especializado en Telecomunicaciones con una duración de 10 meses. Este curso está destinado tanto a profesionales graduados que buscan actualizar o profundizar sus conocimientos, como a estudiantes de la carrera, quienes por primera vez dejarían de tomar asignaturas de los últimos cursos vinculadas con sistemas eléctricos de potencia y tendrían la opción de graduarse al completar el curso, equivalente a los dos últimos ciclos. Para ello se contó con la cooperación de la VVOB de Bélgica y con la presencia de docentes de alto nivel como Jan Van Der Hoeven, Alain Coppens y Jan Doutreloigne.



Teléfono móvil, 1983

Tomar la opción del curso no fue una decisión fácil para algunos de los recién egresados y que aún les faltaba desarrollar su tesis. Sin embargo, varios estudiantes y egresados optan por él, lo que constituyó un punto de quiebre en su carrera profesional.

Una vez concluido el curso de telecomunicaciones y graduados algunos, varios de los nuevos profesionales inician el desarrollo de su actividad en este sector a partir de 1993.

Hernán Ordóñez, fue el primer gerente de la Regional 3 de EMETEL. Él, siendo también alumno, y en otros casos, profesor del curso de telecomunicaciones, fue el nexo para la vinculación de varios colegas en EMETEL (ahora CNT). **Claudio Rosas**, **Alfredo Garrillo** pronto se vincularon también a EMETEL. Les seguirían **Alcides Araujo**, **Fabián Brito**, **Julio López**, **Esteban Mendieta**, **Felipe Mendieta**, **Miguel Peñaherrera**, **Richard Morán**, **Absalón Fernández**, que se sumaban a **Enrique Torres** y **Arturo Tacuri**, que ya laboraban en esa entidad y a **Fernando Zumba** que ingresaría para trabajar en Azogues.

Estos profesionales asumieron la relevante tarea de instalar sistemas DOMSAT y VSAT, con lo que se pudo dotar de servicios a muchas localidades y comunidades que carecían de estos medios modernos.

Hernán Ordóñez ha tenido una larga e importante trayectoria en el sector, luego de EMETEL, se ausentó para realizar su Maestría en el INCAE. Después se vinculó a la Región 1 de EMETEL, que posteriormente, se convertirá en Andinatel, en donde ocupará cargos en el área de regulación e interconexión. Más adelante pasa a formar parte de la concesionaria de telefonía celular OTECEL, que inició con la marca Cellular Power, que pasará a ser BellSouth y luego a Telefónica-Movistar, en donde ha ocupado el cargo de Vicepresidente de Regulación.

Edgar Pauta narró las dificultades que debieron afrontar para su graduación, porque el Consejo Directivo de la Facultad trató en tres ocasiones, hasta finalmente aprobar su tema de tesis que consistía en el Inventario y Diagnóstico sobre el estado de la Red Telefónica de ETAPA, puesto que se discutía sobre su validez para profesionales que se orientaban principalmente a los sistemas eléctricos de potencia. La Superintendencia de Telecomunicaciones, SUPERTEL, empezó las pruebas de cobertura y calidad de servicio móvil en diciembre de 1993 en Guayaquil y en febrero de 1994 en Quito, luego, el 11 de mayo de ese año, el expresidente Sixto Durán Ballén, con una llamada telefónica inicia oficialmente la prestación de servicio móvil en las ciudades de Quito y Guayaquil, así lo divulga el Diario El Comercio de esa fecha.



Giovanni Barba ha sido una figura constante en el escenario de las telecomunicaciones de la provincia de Loja. A través de su empresa, ELYTE (Electricidad y Telefonía), ha estado al frente de proyectos de diseño de redes telefónicas para instituciones como el IETEL y posteriormente EMETEL. Su dedicación no ha menguado con el tiempo; sigue siendo un pilar en el sector de las telecomunicaciones hasta el día de hoy.

Se conforman los equipos profesionales de EMETEL, ETAPA, Superintendencia de Telecomunicaciones, Senatel.

Trajano Bermeo pasa, en 1995, a formar parte de EMETEL, su gestión lleva a que la Regional 3 de esta entidad sea empleada como la imagen y ejemplo de organización, para pretender vender la entonces creada EMETEL S.A., volverá más adelante por poco

tiempo a esta regional que supuestamente mantenía su autonomía pero que dependía de Guayaquil.

Edgar Ochoa y Claudio Rosas inician la operación de la oficina en Cuenca de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, SENATEL, Edgar continuará en esa entidad hasta su transformación en la ARCOTEL en el año 2015 y mantendrá vínculo con la academia, a través de la Universidad Politécnica Salesiana y la Universidad de Cuenca, en donde ha sido docente de pregrado y postgrado. Claudio, por su parte, trasladará su residencia a Quito, primero como parte de la SENATEL, luego trabajará para ANDINATEL, Global Crossing y concluirá como Intendente Técnico y luego Intendente de Control de la Superintendencia de Telecomunicaciones, SUPERTEL.



Evolución de los equipos de telefonía usados en casa

Juan Córdova, después de ETAPA, se vincula con la SUPERTEL en Cuenca, dejará ese organismo y hará su maestría en España, luego de un tiempo en libre ejercicio, pasará a ser Intendente Técnico en la oficina matriz en Quito, a donde retornará en 2007. Después de ello, ocupó la Gerencia de Telecomunicaciones de ETAPA, posteriormente se vinculó a la academia en la Universidad del Azuay y, finalmente, a CNT hasta poco antes de su jubilación.

En 1994, ingresa a ETAPA, quien ha sido la única ingeniera graduada en la Universidad de Cuenca, que ha laborado y continúa haciéndolo en el área de telecomunicaciones.

Mónica Carpio, trabaja inicialmente en Planificación, haciendo diseño de redes, para lo que se auto capacitará en manejo de GIS, Microstation y AutoCAD, para pasar luego la revisión y aprobación de diseños de redes y edificios, ha tenido a su cargo la dirección de algunos proyectos importantes para la empresa, como el que

actualmente ejecuta de Servicios Telemáticos. Ha sido también Presidenta de la Asociación de Empleados de ETAPA EP entre 2021-2022.

En 1994 Ecuador suscribió un memorando de entendimiento, junto con 15 empresas operadoras de telecomunicaciones en la región, para iniciar el proyecto del Cable Panamericano, que termina conectando desde Arica en Chile, hasta St. Thomas en las Isla Vírgenes, con 7 500 km de longitud, con múltiples puntos de aterrizaje, en nuestro país se lo hace en Punta Carnero. Este proyecto empezó su operación en noviembre de 1998 y tuvo un costo de unos 300 millones de dólares. La expectativa de vida útil fue de 25 años, que ya se han cumplido y aún sigue, funciona con tecnología SDH, con dos sistemas 2.5 Gb/s.

El Presidente Fabián Alarcón, en 1997, suscribe el

decreto para escindir a EMETEL S.A. en dos empresas Andinatel S.A. y Pacifictel S.A., para sacar a subasta el 35% del paquete accionario de cada una; en noviembre de ese mismo año, este proceso concluye sin que se presente oferta alguna. El fracaso de la subasta se repite en abril de 1998, lo que ocasiona la renuncia del Presidente del CONAM, Rodrigo Paz y del Director Ejecutivo, Raúl Gangotena.

Boris Piedra se vincula con las telecomunicaciones de forma más bien fortuita ya que en 1992 va a estudiar su maestría con una beca de Fulbright. Su intención era el estudiar Física, para lo que esta organización le asigna a la Universidad de Kansas, aunque él había pedido hacerlo en la New York State University. Luego de haber revisado su programa de estudios, y de haber efectuado varios reclamos, finalmente se le asigna a la universidad solicitada, pero resulta que para este momento el programa que pretendía tomar ya no existía. Entonces en el área de electrofísica, termina estudiando e investigando sobre microondas, antenas y propagación, con lo que hace un primer acercamiento a las telecomunicaciones. Luego, en 1996, como delegado del CIEEE, de acuerdo con sus palabras, “por culpa de Modesto Salgado”, participa en la Comisión de Modernización de las Telecomunicaciones que lo venía tratando el CONAM, terminada esa labor retorna a Estados Unidos para hacer su doctorado, programa que suspende cuando recibe una llamada de Rodrigo Paz, Presidente del CONAM, quien le ofrece un cargo como funcionario de esa entidad.

Después, Boris ingresó a ETAPA como Director de Telecomunicaciones, y posteriormente trabajó en ANDINATEL, para luego pasar a ser Gerente de Etapatelecom, y finalmente regresar a ETAPA como Gerente de Telecomunicaciones. Terminó su relación con esta entidad luego de haber sido Gerente General de la Empresa. Desde 2016 hace consultoría sobre Ciudades Inteligentes, para lo que ha hecho cuatro maestrías relacionadas con Big Data, Modelación de Datos, Ingeniería Computacional y Matemáticas.

En los años 1998 y 1999 se dieron nuevos ingresos de colegas a ETAPA para el manejo directo de tráfico internacional. **Eduardo Peralta** tomará a cargo jefatura de la operación de la estación terrena. A él se unirán como operadores **Humberto Albán, Pablo Morales y Oswaldo Solano**, los tres profesionales que se habían graduado en un año menos de la duración normal de la carrera, superado el año de nivelación, rindiendo el examen de ubicación. Todos ellos han tenido

una importante trayectoria en el sector: Humberto luego de trabajar en ETAPA, pasó a la SENATEL, a Etapatelecom y finalmente a CNT. Pablo, tomó cursos con Intelsat en el 2000, para después en Japón hacer un curso de comunicaciones satelitales y llegó a ser Gerente de Telecomunicaciones de ETAPA. Oswaldo se mantuvo todo el tiempo en ETAPA, trabajando en diversos cargos y posiciones de responsabilidad.

Un poco más adelante, en 1998, ingresé a ETAPA, primero como Director de Planificación, luego como Director Técnico de Telecomunicaciones y posteriormente como Gerente de Telecomunicaciones. En este periodo se destaca el crecimiento en telefonía fija, el diseño e instalación del ISP propio de ETAPA, la creación de ETAPATELECOM para operar fuera de Cuenca, el crecimiento de las redes de datos y de los sistemas rurales. Hasta antes de esas fechas la actividad en el sector radiocomunicación se llevó a cabo en las Empresas CATEM y Tecnología Avanzada, después en enlaces de datos para sistemas SCADA, hasta que en el año 2008 se me designa Superintendente de Telecomunicaciones, cargo que ejercí hasta febrero de 2015, cuando por la expedición de la nueva Ley de Orgánica, se extinguió la SUPERTEL. Vinculado con la Universidad de Cuenca, ejercí la Dirección de la Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones entre 2015 y 2016, donde me correspondió hacer el cambio a Ingeniería en Telecomunicaciones, por la exigencia de la nueva Ley de Educación Superior. Fui también asesor en Supercable en Bogotá entre 2017 y 2018 y trabajé como consultor en varios proyectos.

Por los años 1999 y 2000 llegaron a ETAPA algunos otros profesionales: **Ricardo Urgilés, Omar Núñez, Félix González, Freddy Pesántez, Jhovani Carangui y Pablo Astudillo**. Ellos se incorporan para manejar las ampliaciones de redes y servicios de la Empresa. Con excepción de Freddy, todos se han mantenido en ETAPA, lógicamente realizando actividades diversas a lo largo de este tiempo.

El famoso yzk

Debemos recordar que la llegada del 2000 supuso para el mundo entero la preocupación por el adecuado funcionamiento de equipos y sistemas, pues existía la duda de que el primer día de ese año pudiera producirse un caos por la confusión de fechas que podrían haberse interpretado como el primer día del año 1900, con los consiguientes inconvenientes en el manejo de calendarios, facturaciones, referencias y



otros. Esto obligó, junto con el incremento de dígitos para la telefonía móvil, a poner fin a la operación de muchas centrales analógicas, que físicamente aún podían funcionar, pero que tenían limitaciones en su actualización y otras exigencias como la facturación con medición de tiempo en segundos.

Varios proyectos se desarrollaron alrededor de este tema, especialmente en el área de telecomunicaciones, sistemas y telemática que al mirarlos en el retrovisor, fue más el susto que los inconvenientes mismos.

Otras áreas de telecomunicaciones

Es fundamental recordar que existen otras áreas y ámbitos de las telecomunicaciones en donde también han tenido presencia algunos de nuestros graduados. **Vinicio Méndez** primero y **Alba Fernández**, después, han utilizado las telecomunicaciones como medios para recogida de datos para los sistemas SCADA de la Centro Sur.

En el sector privado y también para entidades como ETAPA, **Hernán Durazno** e **Iván Hermida** han diseñado sistemas para el manejo de los SCADA., así como desempeñado funciones para el área de Agua Potable y Tratamiento de Aguas Residuales.

Iván Barzallo fue jefe técnico en TVCable Cuenca, para posteriormente vincularse a ETAPA en el área comercial. Para **Guido Cardoso** quien ha visto las telecomunicaciones desde el lado de la radiodifusión, su carrera continúa desarrollándose en la diaria labor como presentador en su emisora.

Rogelio Maza desde 2012 desarrolla sus labores en la Armada Nacional en el área manejo de sistemas de comunicación, donde se destaca la codificación y encriptación de señales, códigos evolutivos, para operación y comunicación de las corbetas. En el año 2020 pasa a Ban Ecuador, a cargo de temas de ciberseguridad y protección de datos en transacciones.

Darwin Lanche se ha vinculado con la empresa privada, en donde ha trabajado en el proceso de instalación de sistemas para telecomunicaciones móviles.

Menciones especiales

Raúl Ortíz, destaca por su labor académica; hizo una maestría en Informática en la Universidad Andina Simón Bolívar, después otra en Telemática en el

Instituto Tecnológico de Costa Rica y a su retorno fue el gestor y primer director del curso de Maestría en Telemática, en la que varios de los antes nombrados también han tenido presencia y del que se han desarrollado algunas cohortes; ha trabajado también en un proyecto de Telemedicina, junto con la ESPOL. Con Raúl se inician los cursos de postgrado en esta área dentro de la Facultad de Ingeniería.

Así mismo, **Juan Andrade**, ingresó como docente a la Universidad de Cuenca en enero de 1998 y se fue para España en 1999 para realizar una maestría en Comunicaciones Móviles en la Universidad Politécnica de Cataluña. Desde el 2003 hasta 2005 fue a Estados Unidos para hacer otra maestría en Señales y Comunicaciones en Arizona State University. Él fue quien elaboró todo el proyecto, la justificación y el plan de estudios de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones que se aprobó en el año 2006, de la que se han graduado ya varias promociones. Entre 2005 y 2008 trabajó en Etapatelecom y en 2009 pasó a formar parte de ETAPA. Ha seguido vinculado con la academia y entre 2013 y 2019 realizó sus estudios de doctorado en la misma Universidad de Arizona.

Un grupo afortunado

Pertenece a una generación que, formados en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Cuenca y, por varias coyunturas, ejercimos nuestra actividad profesional en el campo de las telecomunicaciones. Fuimos partícipes de la evolución de las redes de telecomunicaciones nacionales desde su etapa analógica, luego su digitalización, su evolución a las redes de nueva generación y multiservicios y esperamos estar vigentes para verlas convertidas en sistemas IMS.

Somos un grupo que tuvo la satisfacción de llegar con teléfonos a poblaciones remotas hace 30 o más años, también de colocar los primeros E1 para la operación del servicio móvil en la región. Varios de los nuestros, a través de sus trabajos en los organismos de regulación, de control y en las mismas operadoras contribuimos al desarrollo de las siguientes generaciones del servicio móvil en el país.

Vivimos y aprendimos nuestro oficio operando los sistemas de microondas cuando las comunicaciones por radio reinaban en los medios de transporte, solo para verlo resurgir en el acceso como sistemas móviles.

Ha sido un grupo que se ha ganado nombre y reconocimiento nacional e internacional, que se ha desenvuelto con humildad, pero con decisión en muchas tareas y cargos, para dejar en alto el prestigio de la Facultad que nos formó, al tiempo de contribuir a la reducción de la brecha digital.

El ocaso del radio de gran capacidad ante el avance masivo de la fibra óptica ha sido el toque de campana para algunos de nosotros, para iniciar el retiro como soldados de esta actividad en las telecomunicaciones; es la hora del cambio, la de proseguir en otras áreas y campos de esta bella profesión.

Se marcó también el tiempo para dar paso a nuevas generaciones de profesionales con la formación adecuada para las tecnologías modernas. Es tiempo del relevo.

En estos días se negocia para el país la concesión por quince años más de los servicios móviles avanzados con las dos operadoras privadas y con ello seguirán llegando nuevas tecnologías y aplicaciones.

Queda muchísimo por hacer y desarrollar, la llegada de la IA, el cambio en los paradigmas de servicios, las OTT, el despliegue y uso de 5G y 6G, las exigencias de ciberseguridad, el manejo de comunicaciones, codificaciones y encriptaciones en infraestructuras estratégicas, el desarrollo de nuevos servicios, junto con la creación de puestos de trabajo, son algunos de los retos que deberán enfrentar los profesionales del área que ya tienen formación específica en estos ámbitos y que estarán ocupados por larguísimo tiempo, tal como decía el apreciado colega Jaime Bermeo “gracias a Dios, trabajito no falta”.





Torre de electricidad





*Prácticas en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas
Fotografía: Comunicación UCuenca*

Brillar con luz propia: la presencia femenina desde la experiencia vital

Alba Fernández



A pesar de la escasez de competencias en la mayoría de los campos tecnológicos que impulsan la Cuarta Revolución Industrial, las mujeres siguen representando solo el 28% de los licenciados en ingeniería y el 40% de los licenciados en informática y computación.

Organización de las Naciones Unidas, [ONU], 2023



*Prácticas de Laboratorio
Fotografía: Comunicación UCuenca*

Al concluir los estudios de bachillerato en el Colegio Manuela Garaicoa de Calderón, especialidad de Físico Matemático, compañeros y amigos realizaban la insistente pregunta: “Que seguirás en la Universidad”, a lo que yo siempre respondía: Ingeniería Eléctrica y, ellos, a su vez, me contestaban “esa carrera es de hombres allí no hay mujeres”. En ese entonces mi padre (+) y mi novio (ahora mi esposo) me sugirieron que más bien opte por la Arquitectura.

Así empezó mi reto de incursionar en el campo de la Ingeniería Eléctrica. Debo reconocer que no fue fácil, pues desde los primeros días había que estudiar y cumplir con las tareas, tuve que habituarme a “las malas noches” hasta las 2:00 o 3:00 de la mañana para poder cumplir con las exigencias de los profesores.

En lo que se refiere a los profesores, algunos de ellos me apoyaban, a otros les era indiferente y otros, machistas, tenían para mi persona comentarios desalentadores, burlones y ofensivos.

Cada ciclo aprobado era un triunfo para mí, un “yo sí puedo”, con la bendición de contar con compañeros de aula muy respetuosos que en su momento fueron un gran apoyo.

Todo era un mundo nuevo, desde los laboratorios hasta el tener que entender el concepto de las ciencias involucradas en el campo de la electricidad: el cálculo, electromagnetismo, máquinas, control, entre otras. Más adelante pude continuar con materias más prácticas como: generación, distribución, protecciones, subestaciones, etc., que me llenaban de entusiasmo.

Además de afrontar esta responsabilidad como estudiante, tuve que llevar otras responsabilidades como esposa y madre, que dado el momento en el que viví eran tareas exclusivas de una mujer (cuidar de los hijos y el hogar), pero al tener una meta cualquier esfuerzo justificaba llegar al objetivo.

Al fin llegó el día de egresar de la carrera para realizar el trabajo de titulación, entonces pensé “se acabó, no más clases, nunca más en estas aulas”, sin embargo, la computación empezó su auge. La Universidad de Cuenca cambió su sistema 360 por un conjunto de microcomputadoras y tenía que aprender a utilizarlas para poder desarrollar mi tesis. Ante la oportunidad de seguir un curso como Analista de Sistemas que la universidad ofreció para poder afrontar las necesidades de la sociedad cuencana, pensé “es un complemento



*Docente de la Facultad
Fotografía: Comunicación UCuenca*



a la Ingeniería Eléctrica y podré desarrollar mi tesis”. Entonces, ingresé nuevamente a estudiar, en forma paralela al desarrollo de mi trabajo de titulación.

Con mi título de Ingeniera Eléctrica y como estudiante de Ingeniería de Sistemas, la Universidad de Cuenca me dio la oportunidad de ingresar como docente; cargo que, hasta la presente fecha, desempeño, siendo catedrática de diferentes materias: Programación Avanzada, Introducción a la Informática, Estructura de Archivos, Programación, Circuitos, Matemáticas Discretas, Física entre otras.

Luego de obtener el nuevo título en Ingeniería de Sistemas se presentó la oportunidad de trabajar en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A (CentroSur) en el área de Supervisión y Control, como Ingeniera Eléctrica, luego como Superintendente del Centro de Supervisión y Operación, así como Jefe del Departamento de Supervisión y Control.

Mientras me desempeñaba como catedrática y como superintendente del CSO en la CENTROSUR cursé la maestría en Telemática —también en la Universidad de Cuenca— en la que adquirí conocimientos que complementaron mi perfil profesional permitiendo romper barreras de lo que podemos hacer las mujeres.

Mi formación me ha permitido desempeñarme en una de las áreas más críticas de la CENTROSUR: en el Departamento de Supervisión y Control, manejando herramientas de clase mundial, con tecnologías de punta como es el ADMS (Advanced Distribution Management System) o el Sistema de Gestión Avanzada de la Distribución. Este último, es un sistema implementado en todas las empresas distribuidoras del país, como parte de los proyectos que fueron impulsados por el Ministerio de Energía dentro del marco de convenio de asociatividad con la finalidad de homologar procesos y procedimientos, para lo cual se formó un equipo nacional de gobernanza, equipo del cual formé parte para apoyar y contribuir con mi experiencia y conocimiento para alcanzar el objetivo común.

Actualmente, formo parte del equipo de trabajo para la actualización del sistema ADMS, que incluirá tecnología de vanguardia y permitirá el desarrollo de una red eléctrica inteligente con nuevos conceptos

como la generación distribuida, el almacenamiento eléctrico, los vehículos eléctricos y una mayor simplicidad y mejora en funciones como FLISR, DMS, OMS, VOLT/VAR, etc.

Entre mis objetivos como colaboradora está el mantener a CENTROSUR en la vanguardia de los sistemas de gestión de distribución eléctrica, así como avanzar en la automatización de las redes de distribución con miras a “las redes eléctricas inteligentes”, de acuerdo a la tendencia mundial.

Gracias a la U de Cuenca por todo el conocimiento brindado, que me ha permitido desempeñar las diferentes funciones como parte de un equipo altamente especializado en el campo eléctrico.

Al día de hoy existen más mujeres que optan por estas carreras que históricamente han sido consideradas “exclusivas para hombres”, todas son un ejemplo a seguir y aportan con ideas, responsabilidad y liderazgo demostrando que somos capaces e iguales, que no hay razón para la discriminación de género.

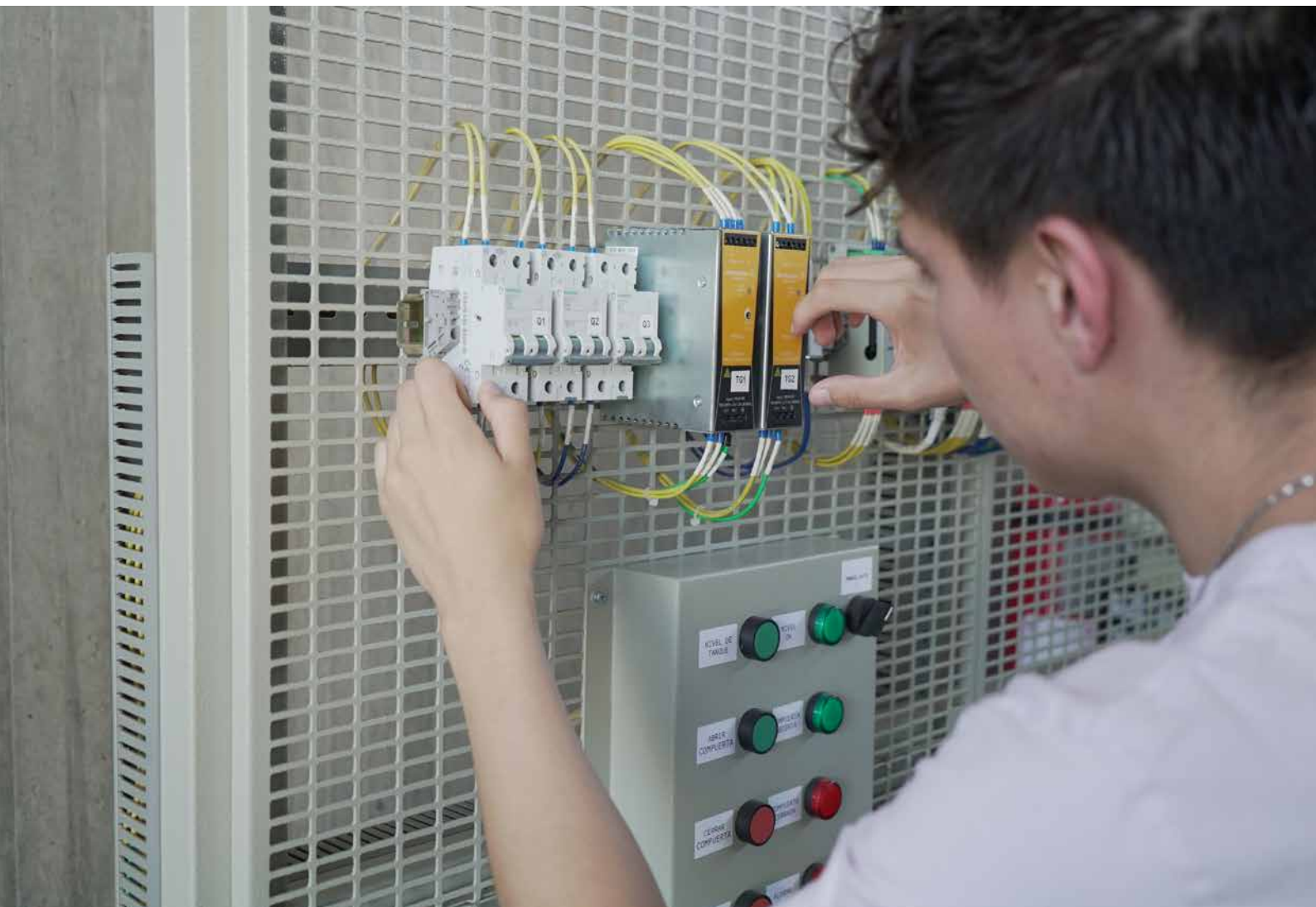
Mujeres, luchemos por nuestros objetivos con responsabilidad y sacrificio por nosotras mismas, por nuestros hijos, por nuestra patria.

Me he permitido compartir mi trayectoria en la profesión de Ingeniería Eléctrica, como una de las primeras mujeres preparadas en este campo. Hoy con optimismo y seguridad veo que las mujeres que optamos por esta rama de la Ingeniería aportamos con nuestro conocimiento en las diferentes empresas públicas o privadas, y dejamos muy en alto nuestra profesión con capacidad y liderazgo.

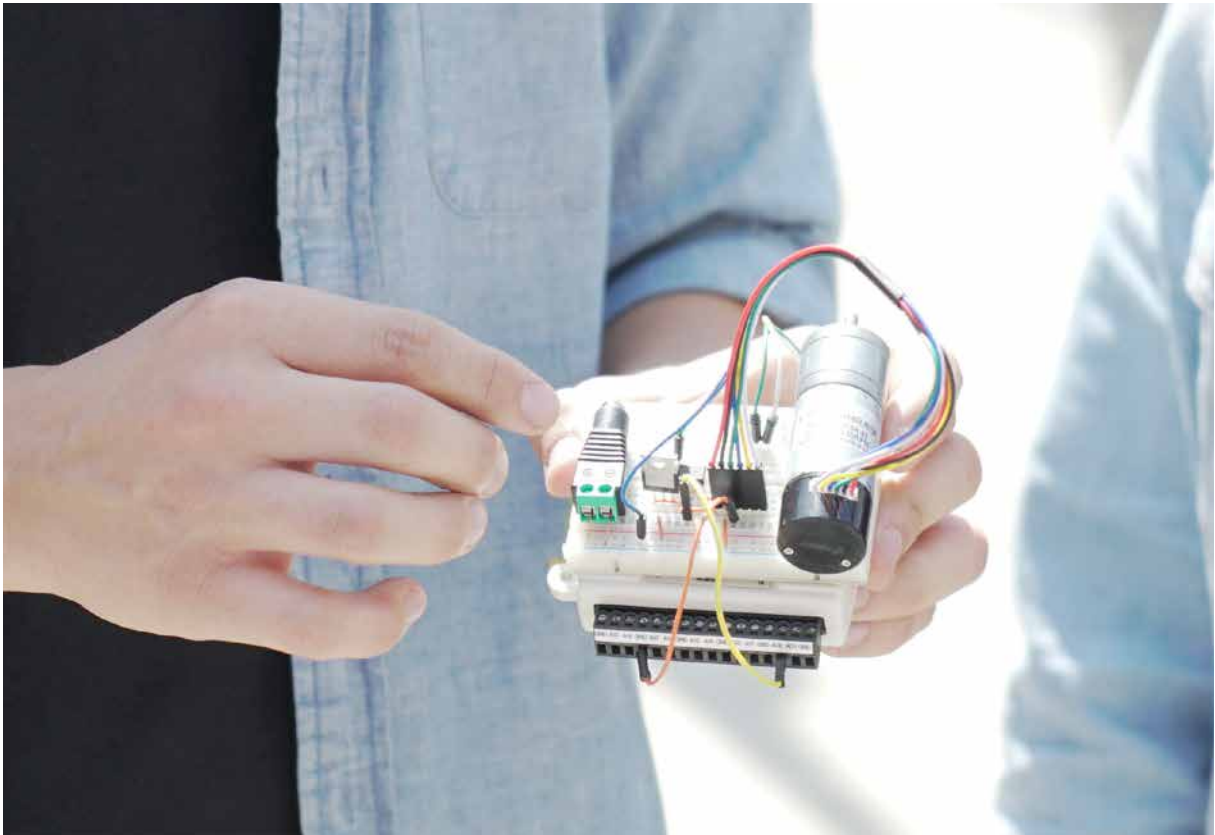
Mi saludo y apoyo a todas las mujeres, colegas, que sin dudar, realizan el ejercicio de la profesión en Ingeniería Eléctrica, su presencia ayuda a construir mejores días.

Desde Cuenca al país: aportes de la carrera al desarrollo

Rodrigo Sempértegui



*Laboratorio de Protecciones Eléctricas
Fotografía: Comunicación UCuenca*



*Prácticas de Teoría de Control
Fotografía: Comunicación UCuenca*

La Ingeniería Eléctrica es más que una mera disciplina académica; es una fuerza motriz en el progreso tecnológico y socioeconómico de una nación. En Ecuador, la Universidad de Cuenca se ha convertido en un epicentro de excelencia en este campo, moldeando no solo el paisaje energético sino también el tejido social y económico del país en varios aspectos.

Fomento de la innovación y la investigación

La Universidad de Cuenca, a través de su carrera de Ingeniería Eléctrica, ha promovido activamente la investigación y la innovación en el campo eléctrico. Los docentes y estudiantes realizan investigaciones en áreas como energías renovables, eficiencia energética, redes inteligentes, planificación y optimización de sistemas eléctricos de potencia y nuevas tecnologías en electrónica. Muchos de estos logros conseguidos gracias al Programa de Canje de deuda Ecuador-España, que entre 2014 y 2016, aportaría con casi cuatro millones de dólares para dos proyectos: “Centro

Científico y Tecnológico ‘Balzay’ de la Universidad de Cuenca” y “Adquisición de Equipamiento para los laboratorios de la Microrred y Bioenergía”, cuyo objetivo fue el de contribuir al cambio de la matriz energética y productiva del país, esto con el objetivo de lograr un mayor desarrollo de la investigación aplicada, así como también en innovación y docencia, en el campo de la energía sostenible.

Estas iniciativas han dado lugar a proyectos y soluciones en pro de enfrentar los retos energéticos del país y de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Contribución al sector energético nacional

La carrera de Ingeniería Eléctrica ha contribuido significativamente al sector energético del país. Los profesionales formados en este campo han ascendido a roles estratégicos en compañías especializadas en la generación, transmisión y distribución de electricidad. Su formación les ha permitido abordar los desafíos

operativos y técnicos del sector, aumentando la producción de energía limpia y mejorando la eficiencia y la confiabilidad del sistema eléctrico nacional.

Desarrollo de proyectos sostenibles

La sostenibilidad y el cuidado del medioambiente son temas cruciales en la actualidad. La Universidad de Cuenca, a través de la carrera de Ingeniería Eléctrica, ha enfocado sus esfuerzos en el desarrollo de proyectos sostenibles y amigables con el entorno. Poniendo un énfasis particular en las energías renovables —solar, eólica e hidroeléctrica—, la institución ha propiciado un avance significativo hacia una matriz energética más limpia y diversa, mitigando así la dependencia de recursos no renovables.

Impacto social y económico

La formación de ingenieros eléctricos altamente capacitados ha tenido un impacto positivo en el desarrollo social y económico del país. La materialización de proyectos en el ámbito eléctrico ha aportado a la generación de empleo, ha atraído inversión y ha fomentado el surgimiento de industrias emergentes. Asimismo, la mejora en el acceso a la energía eléctrica en áreas rurales y comunidades remotas ha permitido una mayor inclusión social y el desarrollo de emprendimientos locales.

Participación en proyectos de infraestructura clave

La Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Cuenca ha sido un participante crucial en la realización de vitales proyectos de infraestructura para la nación. Desde la planificación de redes de transmisión de alta tensión hasta la implementación de sistemas de control y automatización en industrias, la contribución de estos profesionales ha sido determinante en el desarrollo de infraestructuras que impulsan la productividad y competitividad nacional.

Formación de profesionales altamente capacitados

Uno de los pilares fundamentales de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Cuenca es la formación de profesionales altamente capacitados en esta especialidad. Los estudiantes adquieren conocimientos sólidos en áreas de generación,

transmisión y distribución de energía eléctrica, electrónica de potencia, automatización industrial, entre otras. Estos conocimientos son esenciales para abordar los desafíos tecnológicos y energéticos del país.

Contribución al desarrollo

La carrera de Ingeniería Eléctrica ha desempeñado un papel importante en el desarrollo del país a través de la implementación de proyectos eléctricos estratégicos. La planificación y ejecución de sistemas de generación renovable, como hidroeléctricas y parques eólicos, han permitido diversificar la matriz energética y reducir la dependencia de fuentes no renovables. La expansión y modernización de redes de transmisión y distribución han mejorado el acceso a la electricidad en áreas rurales y contribuido al desarrollo económico de diversas regiones.

No es de extrañar que entre los egresados se encuentren individuos que han ascendido a posiciones políticas de alta envergadura, demostrando una combinación rara pero esencial de destreza técnica y compromiso cívico.

Perfiles

Numerosos graduados de la Universidad de Cuenca, con especialización en Ingeniería Eléctrica, han ascendido a posiciones políticas de relevancia, lo que les ha permitido ejercer una influencia palpable en el rumbo y evolución del sector eléctrico nacional. A continuación, algunos de estos profesionales destacados que al día de hoy colaboran con esta revista:



Esteban Albornoz Vintimilla

Esteban Albornoz Vintimilla

Graduado en Ingeniería Eléctrica por la Universidad de Cuenca (1992). Esteban Albornoz ha tenido una destacada carrera política en el ámbito energético. Ministro de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador, por dos ocasiones; asambleísta por el Azuay; Presidente de la Comisión de Desarrollo Económico y Productivo de la Asamblea Nacional del Ecuador; Subsecretario de Electrificación; Presidente del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador; Presidente del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Azuay; Presidente Ejecutivo de la Empresa Generadora Hidropaute; Gerente de la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC); Presidente del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), Presidente de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL); Presidente del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE); Presidente de la Empresa Eléctrica Regional Centrosur C.A.

Docente de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Cuenca, bajo su liderazgo se implementaron importantes proyectos impulsando la sostenibilidad y el cambio de la Matriz Energética dando protagonismo a las energías renovables y a la eficiencia energética del sector.



Juan Leonardo Espinoza Abad

Juan Leonardo Espinoza Abad

Vicerrector académico de la Universidad de Cuenca (2021-2025). Ingeniero Eléctrico por la Universidad de Cuenca con un Maestría de Ciencias en Energía y Ambiente y un Doctorado en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental, ambos por la Universidad de Calgary (Canadá). Fue Gerente de Hidropaute, Unidad de Negocio de CELEC-EP; Jefe de la Unidad de Gestión Ambiental de Hidropaute; Subsecretario de Energía Renovable y Eficiencia Energética del Ecuador y Director Ejecutivo de la Comisión de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Cuenca.

Profesor universitario por más de 20 años en varias universidades del país, director de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, profesor y Director del Programa de Maestría en Electricidad. Coordinó el Programa de Canje de Deuda Ecuador-España, por medio del cual la Universidad de Cuenca recibió un importante financiamiento para equipar seis laboratorios del Centro de Energía.

Ha liderado varios proyectos de consultoría e investigación en tópicos relacionados con la energía renovable y el medio ambiente. Cuenta con decenas de publicaciones tanto en conferencias como en revistas indexadas nacionales e internacionales.



Antonio Borrero Vega

Antonio Borrero Vega

Graduado de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Cuenca (1981). Antonio Borrero Vega ha ocupado diversos cargos políticos en el área energética. Fue Presidente Ejecutivo de ELECAUSTRO; Gerente de CELEC, destacando por su enfoque en el desarrollo de energías limpias y la promoción de tecnologías sostenibles. Entre sus grandes logros se puede mencionar la repotenciación del complejo eléctrico Machángara, la construcción de la Central Hidroeléctrica de Ocaña, del Parque Eólico Minas de Huascachaca y el anteproyecto de Soldados-Yanuncay.



Carlos Durán Noritz

Carlos Durán Noritz

Graduado en Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Cuenca (1980), Carlos Durán Noritz se desempeñó como Director de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Cuenca por varios períodos. Director de planificación y luego Presidente Ejecutivo de la EERCS, colaboró también en la concreción del proyecto eólico Minas de Huascachaca, primero como funcionario de la EERCS y luego desde ELECAUSTRO.



Fabián Jaramillo Palacios

Fabián Jaramillo Palacios

Ingeniero Eléctrico de la Universidad de Cuenca (1981), M.Sc. por la Universidad de Loughborough-Inglaterra (1990). Fabián Jaramillo ha desempeñado importantes roles entre los que se destacan: Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca en cuatro períodos; Director de las Escuelas de Ingeniería Eléctrica y de Electrónica y Telecomunicaciones; Director y Gerente de Telecomunicaciones en ETAPA; miembro de los Directorios de EERCS C.A., Andinatel S.A., Pacifictel S.A., Telecsa S.A., CONARTEL, CONATEL. Fue también Presidente del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Azuay (CIEELA), enfocándose fundamentalmente en la modernización del sector de las telecomunicaciones del país.



Hernando Merchán Manzano

Hernando Merchán Manzano

Incluyo en este grupo al Ing. Hernando Merchán Manzano, pues como él mismo lo dice: su corazón siempre está en la Universidad de Cuenca. Graduado de Ingeniero Eléctrico en la Escuela Politécnica Nacional. Especialista en Energías Alternativas en Urbino-Italia; Ms.C en Ciencias Aplicadas en la Politécnica de Mons, Bélgica especializado en Alta Tensión; Máster en Dirección de Empresas por IDE-UTE. Se incorporó en 1982 como Profesor de la Facultad de Ingeniería de nuestra *Alma Mater*, cargo que desempeñó hasta 2017, fue responsable del montaje del Laboratorio de Alta Tensión y de su jefatura hasta entonces. Decano y Subdecano de la Facultad de Ingeniería por dos períodos cada uno. Profesor invitado de la Universidad de Artois en Francia.


Del 2007 al 2010, estuvo a cargo de la Dirección Académica del Consejo Nacional de Educación Superior (Ex CONESUP) y en 2012 fue designado Director de Formación y Difusión del Instituto Nacional de Energías Renovables y Eficiencia Energética (INER). Miembro del Directorio de Hidropaute (2003-2009) período en el que se inició la construcción y se puso en marcha el embalse, la presa y la central Mazar. En 2018 se incorporó como asesor de Despacho del Ministro de Energía. En 2019 gerenció la Corporación Nacional de Electricidad CNELEPy en el 2020 fue nombrado Viceministro de Electricidad y Energía Renovable y Presidente del Directorio de la Empresa Eléctrica Quito.

La incursión de estos profesionales en esferas políticas ha resultado clave para la implementación de estrategias y directrices que robustecen el sector eléctrico nacional y fomentan la adopción de energías limpias y renovables. Sus conocimientos técnicos y su compromiso con el desarrollo sostenible han dejado un gran impacto en la sociedad ecuatoriana.

Generación, transmisión y transformación: una conversación necesaria con Juan Leonardo Espinoza



Fotografía: Comunicación UCuenca



El actual vicerrector académico y graduado de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Cuenca, se da el tiempo para compartir algunas de sus visiones y experiencias. Siempre es un gusto poder conversar, desde la cercanía, con una persona de su nivel, que cuenta con una respetada sensibilidad social y claridad política. Y aquí vamos a un breve recorrido de sus tiempos de estudiante, sus motivaciones, su mirada crítica a los problemas del país y su mensaje a aquellos que quieren seguir la carrera que le forjó, ese camino que permite pensar en otro futuro para el país y el planeta.

¿Por qué decidió ser Ingeniero Eléctrico?

Es una pregunta difícil, no tanto porque no tenga respuestas sino porque, seguramente, ahora no tendría las mismas respuestas que hubiese tenido como un chico de 18 años, edad a la que decidí ingresar a la carrera. En ese entonces, había terminado mi bachillerato en electricidad, en el Colegio Técnico Salesiano, lo cual, obviamente incidió en la decisión. Creo que no solo fue eso, en verdad me gustaban algunos temas relacionados con la ingeniería y particularmente con la parte eléctrica, como instalaciones interiores, por ejemplo. Pero no sería verdad decir que tenía totalmente claro el panorama o que conocía con certeza a lo que me metía. De hecho, mi padre me recomendó que estudie ingeniería civil, pues tendría más campo de trabajo, pero me mantuve en continuar la “carrera” de eléctrico que había iniciado en el colegio. Además, muchos compañeros optaron por ese camino universitario y claro, uno también quería estar con sus amigos de secundaria; lo malo es que la mayoría de ellos se retiró luego del primer ciclo. Los pocos que quedamos hoy somos colegas y amigos junto con aquellos que se agregaron en las aulas universitarias, con quienes tenemos una estrecha relación de más de 30 años. Mirando en retrospectiva, fue una decisión acertada, de la cual no me arrepiento para nada.

¿Cómo era Juan Leonardo estudiante universitario?, ¿qué recuerdos tiene de esos tiempos?

Juan Leonardo, estudiante de ingeniería, no era muy diferente a los otros chicos que optaron por esta carrera. Tenía que estudiar duro, le guste o no la asignatura correspondiente (o el profesor de turno), para sacar notas no siempre altas, independientemente de su esfuerzo.

Aunque la carrera era demandante, trataba también de abrir otros espacios para el deporte, la música, los amigos y, claro, la novia de toda la vida. De hecho, esos espacios (léase, tiempo) a veces se antepusieron al estudio lo cual tuvo su costo: reprobó una que otra asignatura en los dos primeros años.

Entonces hay recuerdos “académicos” como las noches interminables de estudio en grupo, la presentación desastrosa de algún trabajo o el “pasar sin quedarse” en alguna materia difícil; recuerdos sobre muchos buenos profesores que tuvimos y alguno no tan bueno; recuerdos de los compañeros “matones” que no reprobaban en nada y otros, en cambio, que no dejaban una materia sin quedarse, al menos, para supletorio.

Y hay otros recuerdos más mundanos de alguna fiesta o gincana de la facultad, las risas con los amigos y achaques permanentes entre nosotros (hoy le llamarían bullying grupal); en fin, en la balanza hay muchos más buenos recuerdos que malos.

Algo que recuerdo con cierta frecuencia, o que me lo recuerda gente cercana, es cuando con un grupo de amigos y compañeros decidimos incursionar en la política universitaria, particularmente en la facultad. Decidimos enfrentar a la agrupación dominante de esa época y aunque la primera vez, como candidato a vicepresidente de la Aso Escuela, perdimos, al año siguiente, ya de candidato a presidente, ganamos por 4 votos y luego fuimos reelectos por un margen algo mayor. Eran otros tiempos, se necesitaba de un discurso claro y una formación ideológica de la que, lastimosamente, carecen la gran mayoría de políticos de hoy.

¿Por qué el país y la región, pese a tantos esfuerzos por generar su propia energía, se enfrentan hoy a una crisis por la sequía?, ¿cómo solucionarlo?

La pregunta sobre la crisis energética actual podría tener varias explicaciones que no tienen que ver solo con la sequía anual de finales de año. Trataré de dar dos o tres de ellas. Primero, no tenemos políticas de Estado, a veces ni del gobierno de turno, para enrumbar el sector energético en general y eléctrico en particular. Eso incide en la planificación y ejecución (plan maestro de electrificación-PME), la inadecuada selección de quienes estarán al frente del sector, etc. Segundo, relacionado a lo primero, es que, si bien la electricidad avanza en el mundo como una alternativa a los combustibles fósiles, en nuestro país, paradójicamente, se ha ido perdiendo institucionalidad y parecería que nos queremos aferrar al petróleo como única fuente energética que genera recursos. Cuando se creó el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) en el año 2007, se dio una señal fuerte al país y al mundo, construyéndose en una década centrales hidroeléctricas que duplicaron el parque generador, incluso se llegó a exportar electricidad; pero doce años después, en el 2019, se fusiona al MEER con otro ministerio a cargo de los recursos no renovables como minas y petróleos, en el ahora “reencauchado” Ministerio de Energía y Minas. Y claro, para los últimos ministros la energía es el petróleo, dejando en segundo plano a la electricidad, con los impactos que ahora todos conocemos. Un tercer aspecto, que agrava aún más el problema, es el terrible centralismo que sufre nuestro país pues todo o casi todo se decide en el escritorio de algún burócrata de la capital.

¿Qué hacer? No es una tarea sencilla pues se ha perdido mucho tiempo de manera irresponsable, pero se tendrían que enfrentar los problemas señalados y otros más, sobre la base de un consenso nacional al más alto nivel con el Ejecutivo, Asamblea y gobiernos locales como actores claves y con una visión a largo plazo. Hay ejemplos de varios países de la región que han pasado por un proceso similar, como Costa Rica o Uruguay.

¿Su profesión ha marcado hábitos o formas de ver el mundo en lo personal?, ¿puede ejemplificarse?

Sin duda la formación técnica que recibí y la profesión que ejercí después han incidido en la forma de ver o entender el mundo. Creo que, como ingenieros, somos más prácticos en todo, tratamos de resolver problemas de forma pragmática y rápida, a veces hasta de forma binaria: es o no es. No quiere decir que no hacemos un análisis responsable de alguna problemática en particular, sino que no nos gusta quedarnos sin la solución (supongo que debido a que todos los exámenes que pasábamos en la universidad tenían solución, ¿cierto?). Por ejemplo, estoy convencido del papel que jugará la ingeniería eléctrica en la transición energética que demanda el planeta para salir del paradigma petrolero, es un reto enorme para el cual debemos preparar a nuestros profesionales.

¿Como vicerrector académico, qué desafíos ve en el futuro de la carrera de Ingeniería Eléctrica?

Sin duda, la carrera de Ingeniería Eléctrica tiene un gran futuro por la importancia misma que tiene la electricidad en el desarrollo actual y que tendrá en las próximas décadas. De aquí en adelante, tenemos desafíos enormes a escala global que tienen que ver con la sustentabilidad misma del planeta, como el calentamiento global o la pérdida de biodiversidad debido, entre otras cosas, al desmesurado consumo de energía proveniente de fuentes fósiles producto, a su vez, de un modelo de desarrollo insostenible. Es ahí donde la electricidad, a partir de fuentes renovables, juega un papel fundamental en la transición energética, libre de emisiones. Como estudiantes de ingeniería eléctrica, ya no tendremos que abordar solamente aspectos relacionados a un Sistema Eléctrico de Potencia, SEP tradicional, pues se vuelve evidente que la electricidad

está empezando a satisfacer otras necesidades humanas como movilidad, cocción, etc., que hasta ahora se hacía mayoritariamente, con combustibles fósiles. Además de explorar otras fuentes de generación, lo que obliga a desarrollar también la transmisión y distribución. Un nuevo desafío tecnológico proviene de toda la ola de tecnologías de información y comunicación, incluida la inteligencia artificial, lo que hará que los sistemas eléctricos sean mucho más sofisticados y complejos de manejar. Además, es posible (y deseable) que se entre en

un proceso de “democratización energética” donde el usuario o consumidor se convierta en productor de su propia energía, transformándose en lo que se denomina “prosumidor” o “prosumer”. Estos desafíos, tanto socioambientales como tecnológicos, demandarán de un nuevo perfil de ingeniero eléctrico, con competencias nuevas, habilidades dirigidas a un aprendizaje permanente y una alta capacidad de adaptación. Ese nuevo perfil exige que nuestra carrera actualice su malla de la misma forma.

Un mensaje para los estudiantes de ingeniería eléctrica:

Decirles, en primer lugar, que son personas privilegiadas al estar en una universidad pública de calidad y en una carrera particularmente interesante, con mucho futuro. Como se mencionó, el actual contexto energético posiciona a nuestra carrera con gran proyección y un sinnúmero de oportunidades de diversificación en el campo laboral. Pero esto demanda, asimismo, que estemos preparados para el aprendizaje, la actualización continua, por un lado y, por otro, para el compromiso con nuestra comunidad, reconociendo que podemos (y debemos) ser agentes de cambio para la construcción de una mejor sociedad. Por ello, creo que lo más importante para esta y cualquier otra carrera es buscar nuestro propio espacio dentro del espectro profesional, ser uno mismo y hacer lo que más nos gusta porque solo eso nos llevará a apasionarnos con lo que hacemos. Decía Marco Aurelio, emperador romano, que los que aman su profesión, dedicarán con pasión su vida a esa tarea. Y esa tarea, bien entendida, como aquel maravilloso oficio de la ingeniería eléctrica nos debe llenar de esperanza para transmitirla también a los demás.

Tres testimonios de estudiantes para estudiantes



*Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica
Fotografía: Comunicación UCuenca*



Trazar un camino

María Eliza Vega Iñiguez

Mi experiencia como estudiante en la carrera de Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Cuenca ha sido un viaje lleno de desafíos y aprendizajes tanto a nivel académico como personal. Cuando inicié esta carrera, lo hice con muy pocos conocimientos sobre el campo, pero con una gran curiosidad e interés en descubrir lo que la ingeniería eléctrica tenía para ofrecer. Los conceptos que en un principio me resultaban desconocidos, como las leyes de la electricidad y los circuitos, poco a poco se fueron desentrañando a través de horas de estudio y dedicación.

El proceso ha estado lleno de altibajos, y en varias ocasiones no ha sido fácil mantener la motivación y la confianza en mí misma. Sin embargo, con el apoyo de mi familia y amigos, encontré la fuerza para perseverar. Poco a poco, fui adquiriendo seguridad en mis habilidades y mejorando mis hábitos de estudio. Descubrí que, a pesar de los desafíos, amaba profundamente la ingeniería eléctrica y me apasionaba cada aspecto.

Durante mucho tiempo, las mujeres hemos enfrentado estigmas y prejuicios en ciertas disciplinas de la ciencia y la ingeniería; estos, poco a poco van quedando atrás, y cada día demostramos que las mujeres también sobresalimos en esta carrera.

Es cierto que todavía queda camino por recorrer para lograr una mayor representación femenina en la Ingeniería Eléctrica y en STEM (por sus siglas en inglés, Science, Technology, Engineering, Mathematics) en general, pero considero que estamos avanzando en la dirección correcta.

Ha sido gratificante participar en grupos de representación estudiantil, donde he tenido la oportunidad de demostrar que las mujeres no solo podemos destacarnos dentro del campo de la ingeniería, sino también como líderes estudiantiles.

Como estudiante de noveno ciclo, he alcanzado un punto en mi recorrido en el que puedo apreciar mi progreso y todo lo logrado. Cada paso, cada desafío, me han acercado más a mi meta de convertirme en ingeniera eléctrica. A través de los altibajos y los momentos gratificantes, he aprendido lecciones invaluable que trascienden lo puramente académico. La universidad me ha brindado un espacio donde he podido crecer como persona, estudiante y futura profesional; aunque reconozco que queda trabajo por hacer. Deseo que nuestra facultad siga avanzando hacia una enseñanza de calidad, con profesores a la vanguardia que nos motiven a perseverar en esta carrera y nos impulsen a ser mejores profesionales, transmitiéndonos sus conocimientos con pasión y dedicación, siendo uno de sus principales objetivos fortalecer nuestras competencias y habilidades.

Con los desafíos a lo largo de estos años universitarios, tengo la certeza de que una mujer puede destacar en la ingeniería y en la ciencia en general. La Universidad me ha preparado para ser una profesional competente y comprometida, lista para enfrentar el futuro con entusiasmo y determinación.

Estoy orgullosa de formar parte de esta comunidad académica y mi meta será generar un impacto positivo en la sociedad y mi entorno laboral como ingeniera eléctrica de la Universidad de Cuenca.

Un viaje transformador

Mateo E. Moscoso Calle

Desde muy pequeño mi anhelo era ser inventor; conocer o entender cómo funcionan las cosas siempre me ha motivado. Con el pasar de los años noté que mi fascinación por la física y la electricidad aumentaban constantemente, esto me llevó a decidir que en la universidad quería estudiar ingeniería eléctrica. Durante el colegio siempre fui un alumno destacado, con excelentes calificaciones, creía que al ser el mejor de mi clase en el colegio, sería también el mejor en la universidad; sin embargo, todo eso se terminó cuando, en la universidad, descubrí otra realidad. Revisaba mis calificaciones y me sentía cada vez más decepcionado de mí mismo, me daba cuenta de que no era especial, no había un solo día que no me culpara por esa situación. Nada era motivo de alegría.

Continué así durante meses, con mucho esfuerzo logré aprobar las materias con la calificación mínima, y como era de esperarse llegó el día en el que reprobé por primera vez una materia; después se convirtió en algo rutinario: reprobó una materia y aprobar el siguiente ciclo. Pero, nunca me hubiera imaginado que el mundo se iba a poner de cabeza a causa de una pandemia, y mis planes se vinieron abajo, la forma de estudiar cambió totalmente, los deberes, pruebas y clases se daban de una forma que era totalmente nuevas para mí; esto, sumado a varios problemas con los que mi familia tuvo que lidiar, hizo que hubiera tanto en que pensar en ese momento que perdía la concentración en minutos. Las clases me parecían eternas y el resultado era inminente, iba a reprobó por segunda vez la materia, esta vez ya no hubo bromas sobre la situación, el miedo que había ocultado por años nuevamente apareció y se apoderó de mí. No tardaron en llegar ideas a mi mente donde la mejor opción era rendirse, cambiarse de universidad, cambiarme de carrera, quizás yo no estaba hecho para esto.

Decidí hablar con mis padres sobre la situación en la que me encontraba y ellos me apoyaron en cada momento, me dijeron que intente una vez más, que no me rinda, que ellos sabían que era capaz. Decidí hablar con mis amigos sobre lo que sentía y ellos no me

dejaron atrás, me explicaron lo que no entendía, me invitaban a estudiar juntos, recibí el apoyo de todas las personas por las que yo sentía cariño y aunque al inicio las cosas no mejoraron con rapidez, poco a poco me di cuenta de que todo empezaba a cambiar.

Volví a sentirme valioso, descubrí que una calificación no me define, que mis logros más grandes no son aprobar materias y que reprobó las no me convierte en un fracasado, me di cuenta de que todo el mundo se puede equivocar, y de que mi familia y mis amigos siempre van a estar conmigo para apoyarme cuando necesite de ellos.

Llegó el día en el que no sentí temor cuando entregaban las calificaciones, sentía emoción por saber qué tan bien me fue, y observaba con asombro que había logrado más de lo que esperaba. Por primera vez me sentía feliz de ir a la universidad, mi grupo de amigos creció, mi confianza aumentó. Ya no tenía por qué ocultarle nada a mi familia, les contaba todo, las calificaciones buenas y las malas, mi confianza creció hasta tal punto que me di cuenta de que era capaz de hacer más y decidí ayudar a los demás, decidí ser candidato a la presidencia de la Asociación Escuela de Electricidad. Mi propia experiencia, me enseñó que muchos estudiantes necesitaban ayuda, que probablemente se sentían solos, o simplemente no se sentían parte de la carrera.

El año que fui presidente de la Aso-escuela de Electricidad fue, sin temor a dudas, el mejor año de mi vida y nunca me he sentido más feliz y motivado. Ahora soy estudiante de noveno ciclo y sé que vienen retos muy demandantes antes de graduarme, pero no siento temor porque tengo el apoyo y la motivación necesaria para dar todo y cumplir mi sueño, porque ahora tengo claro que haber estudiado Electricidad en la Universidad de Cuenca me cambió la vida y agradezco haber pasado por todo este proceso, porque me ha permitido crecer en lo académico y en lo personal.

Superar los desafíos

Pedro J. Machuca Chabla

En el transcurso de mis estudios universitarios en la carrera de Electricidad he atravesado momentos de una enorme alegría y también de tristeza, sin embargo, al pensar con detenimiento ha sido el camino en el que más he disfrutado y disfruto del aprendizaje. Un camino en el que he encontrado a grandes amigos que te dicen "tú puedes, eres pilas" o "hagamos este ejercicio, de ley entra en la prueba"; personas asombrosas con realidades diferentes que comparten el objetivo de llegar a ser ingenieros eléctricos, seres humanos entusiastas que manifiestan sus ganas de aprender y se esfuerzan por conseguirlo.

Amigos con quienes podemos reírnos de las situaciones cotidianas, compañeros de trabajo con los que resulta enriquecedor y emocionante sumergirse en las asignaturas de la carrera, desde las más básicas como Cálculo Integral, Matemáticas Aplicadas, y las más avanzadas como la Teoría Electromagnética y la Teoría de Circuitos, todas ellas extensas en contenido pero interrelacionadas, siendo las bases de esta bella rama de la ciencia que busca darle un sentido a los fenómenos naturales más increíbles y complejos.

En estos años he aprendido y he tenido la suerte de experimentar la satisfacción que genera el entender un tema y poder compartirlo a los demás, así como la frustración y cansancio al no entender otro tema, algo que considero es muy normal pero que puede llevarse de mejor manera si optamos por realizar actividades extracurriculares como practicar deporte, tocar algún instrumento o formar parte de un club académico. Así al final del día, buscar entender la temática desde otro punto de vista, porque todo estudiante de electricidad cuenta con la capacidad de entender cualquier asignatura.

En mi caso el baloncesto y la representación estudiantil han sido los lugares en donde los pensamientos han fluido y las preocupaciones han desaparecido, permitiéndome también complementar la formación académica con una formación íntegra en valores, en miras a ser un buen profesional y a su vez una buena persona.

Si bien el camino ha sido arduo y desafiante, es gracias al empeño por continuar aprendiendo y a las personas que me han ayudado a avanzar que me encuentro a la expectativa de qué ocurrirá en este último año de la carrera, sabiendo que voy a dar mi máximo esfuerzo al estar cada vez más cerca de mi meta.



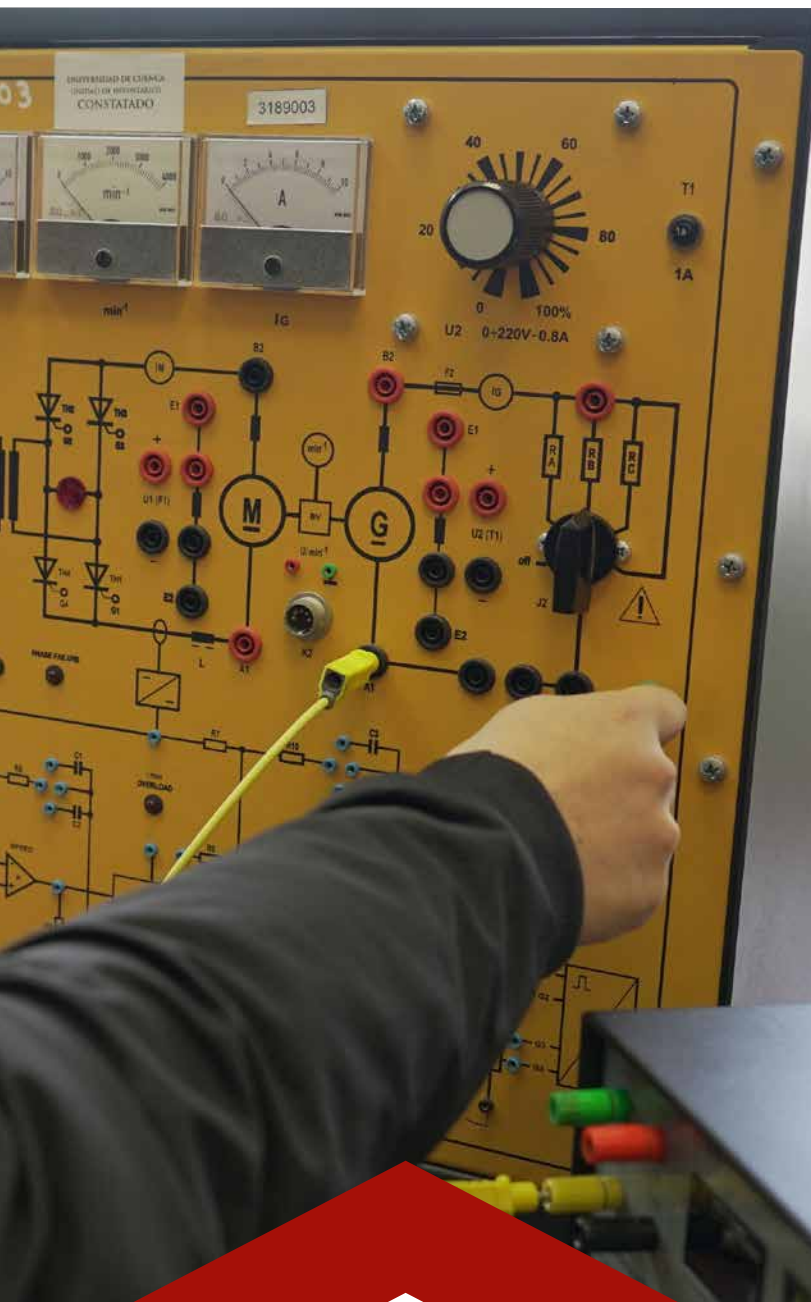


Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica
Fotografía: Comunicación UCuenca



Laboratorios





Fotografía: Comunicación UCuenca

Laboratorio de Tecnología de Alta Tensión: aprender en la práctica

Fernando Mogrovejo León



*Prácticas en el Laboratorio de Alta Tensión
Fotografía: Comunicación UCuenca*



Fotografía: Comunicación UCuenca

El Laboratorio de Tecnología de Alta Tensión es uno de los laboratorios más emblemáticos y antiguos de la Carrera de Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca, fue donado por la República Federal de Alemania en 1989.

Desde su apertura, en el laboratorio se desarrollan prácticas de generación y medición de altos voltajes ya sea en corriente alterna, en corriente continua o de impulso (descargas atmosféricas), pudiéndose elevar el voltaje mediante transformadores bifásicos a 100KV por cada uno. Se cuenta con tres transformadores funcionales, con el equipamiento que acompaña a estos transformadores se pueden desarrollar también circuitos duplicadores de tensión y circuitos multiplicadores de impulso. Todo es controlado mediante una consola de trabajo que se encuentra junto y afuera de la reja de protección.

Dentro de la reja de protección se encuentra una mesa de trabajo en donde se arma los circuitos que se requieran. Todo está conectado con respecto a tierra (GND). Cabe mencionar que también se pueden realizar la experimentación de descarga para diferentes presiones en gases aislantes como por ejemplo en aire y nitrógeno. Al poder generar y medir voltajes se pueden verificar los voltajes de disrupción y de impulso (BIL) que son requeridos por norma en materiales aislantes. Anteriormente se contaba con instrumentos analógicos para la medición de resistividad y resistencia del terreno tales como el Megger Samar y el Megger Norma, los instrumentos siguen funcionales, pero ahora se cuenta con un Telurómetro de la marca AEMC (Ground Tester 6472 AEMC). Con este termómetro se puede realizar mediciones de resistencia de terreno de acuerdo al número de picas, de la resistividad del terreno mediante los métodos de Winner y de Schlumberger, todo esto a diferentes distancias y de acuerdo a la necesidad.

Con los resultados de las mediciones se puede obtener perfiles de resistividad y resistencia del terreno que son factores importantes en el diseño de sistemas de puestas a tierra de construcciones tales como por ejemplo de una subestación o un sistema de pararrayos. Con el Ground Tester 6472 AEMC también se puede medir la resistencia eléctrica a dos hilos, por lo que este instrumento es utilizado en pruebas de los bloques de hormigón que construyen los estudiantes de Ingeniería Civil.

Además, en el laboratorio se cuenta con un medidor de disrupción dieléctrica en aceites comerciales que fue desarrollado como tesis en 1988, el mismo que indica el estado del aceite incrementando el voltaje hasta que se produce el cortocircuito.

El laboratorio, se ha actualizado de manera continua, es así que a través de los años se han adquirido equipos de: Medición de Resistencia de Aislamiento (AEMC 6550) y Medición de Resistencia de Contactos (AEMC 6292), los mismos que son utilizados para medir y constatar que la resistencia de los materiales conductores o aislantes cumplen con las especificaciones de una norma. Así también, con un DTR 8510 AEMC que mide la relación de transformación de transformadores sin estar energizados; y un medidor de resistencia de tierra AEMC 6418, el cual mide la resistencia de puesta a tierra de un transformador conectado al sistema de electrificación.

El Laboratorio de Tecnología de Alta Tensión no solo es un recurso técnico, sino también una herramienta pedagógica invaluable para la formación profesional de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica. Con este laboratorio, se fortalece el conocimiento en el ámbito profesional de los estudiantes en los campos de las Altas Tensiones, los Sistemas de Puesta a Tierra, Sistemas de Transmisión y de Distribución de Energía Eléctrica. Mediante el laboratorio se pueden emitir informes, realizando la experimentación en conformidad con las normativas específicas, permitiendo a los futuros ingenieros no solo entender si un sistema o material cumple con las regulaciones, sino también fundamentar sus conclusiones con datos empíricos.





*Prácticas en el Laboratorio de Alta Tensión
Fotografía: Comunicación UCuenca*





*Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica
Fotografía: Comunicación UCuenca*

Laboratorio de Micro-Red Eléctrica: contribución a la energía limpia

Danny Ochoa Correa



*Laboratorio de Micro-red de Balzay
Fotografía: Comunicación UCuenca*



*Laboratorio de Micro-Red
Fotografía: Comunicación UCuenca*

El Laboratorio de Micro-Red es un centro de investigación y desarrollo en el campo de las energías renovables y la movilidad sostenible. Este laboratorio, adscrito a la Facultad de Ingeniería y parte del Centro Científico Tecnológico y de Investigación Balzay (CCTI-B), desempeña un papel crucial tanto en la academia como en la industria. Cuenta con una infraestructura multifuncional y se utiliza para investigar, desarrollar e innovar en tecnologías relacionadas con las microrredes eléctricas. Además, es un espacio con fines pedagógicos y de formación continua, lo que lo convierte en un recurso valioso para la Universidad y la comunidad académica en general.

¿En qué consiste?

El laboratorio cuenta con cuatro grupos principales de elementos:

Primer grupo: se encuentran diversas fuentes de generación de energía como paneles solares, aerogeneradores, generadores termoeléctricos y pilas de combustible (hidrógeno), todos enfocados en la producción de energía limpia y renovable.

Segundo grupo: se centra en sistemas de almacenamiento energético, incluyendo baterías de vanadio REDOX, ion-litio, plomo-ácido y supercondensadores, contribuyendo a la estabilidad y continuidad del suministro en la microrred.

Tercer grupo: aquí se sitúan las cargas y estaciones de carga para la flota de vehículos eléctricos que dispone el laboratorio.

Cuarto grupo: incluye instrumentos y dispositivos de medición para evaluar la calidad de la energía y realizar análisis de datos relacionados con el rendimiento de la microrred.



*Recarga de vehículo eléctrico de la Universidad de Cuenca en el Laboratorio Micro Red
Fotografía: Comunicación UCuenca*



Laboratorio de Máquinas Eléctricas: lugar de encuentro de las ingenierías

Fabián Cabrera; Francisco Sánchez;
Isabel Cabrera



*Laboratorio de Máquinas Eléctricas
Fotografía: Comunicación UCuenca*



Desde su apertura en 1977, el laboratorio de Máquinas Eléctricas de la Facultad de Ingeniería, ha cumplido con la misión de complementar el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje —desde un punto de vista teórico-práctico y científico-técnico— a todas aquellas asignaturas que han compuesto las diferentes mallas curriculares de la Escuela de Ingeniería Eléctrica (actualmente carrera de Electricidad). Con el tiempo, se realizó una expansión de su capacidad para dar soporte académico práctico a la Escuela de Ingeniería Informática (actualmente carrera de Computación) y finalmente, también a la Escuela de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones (actualmente carrera de Telecomunicaciones).

Los servicios ofrecidos por el laboratorio se centran principalmente en el ámbito académico y están alineados con el plan de estudios de la Facultad de Ingeniería, abarcando las siguientes áreas científicas y técnicas:

- Ciencias básicas de la electricidad y el magnetismo
- Sistemas eléctricos de potencia
- Electrónica y control
- Telecomunicaciones

En lo que respecta al equipamiento el laboratorio cuenta con maquinaria que permite realizar prácticas y proyectos relacionados con múltiples campos de las Ingenierías.

Todo lo mencionado se ejecuta en forma no simultánea en un área de trabajo de aproximadamente 280 metros cuadrados (áreas 1 y 2: 124 m², área 3: 40 m², área 4: 51 m², área 5: 26 m², área 6 (segunda planta): 40 m²).

El apoyo técnico y docente que brinda el laboratorio, está considerado para las asignaturas que se complementan con aprendizaje práctico experimental (APEs):

Carrera de Electricidad: Física electricidad y magnetismo; Teoría de circuitos eléctricos I y II, Electrónica analógica; Electrónica digital; Teoría electromagnética; Teoría de Máquinas eléctricas; Electrónica de potencia; Microprocesadores y microcontroladores; Sistemas eléctricos de potencia;

Teoría de control en tiempo continuo y discreto; Control automático, Instalaciones eléctricas.

Carrera de Telecomunicaciones: Física electricidad y magnetismo; Teoría de circuitos; Electrónica analógica; Electrónica digital; Teoría electromagnética I y II; Programación con VHDL; Microprocesadores, microcontroladores y sistemas embebidos; Circuitos de RF; Teoría de control moderno; Comunicaciones ópticas; Sistemas de comunicación; Procesamiento digital de señales; Teoría de antenas y propagación; Control digital; Redes inalámbricas; Comunicaciones digitales; Redes de telecomunicaciones; Redes móviles.

El promedio de estudiantes por ciclo y por carrera con los cuales se ha trabajado los últimos tres años, se detalla a continuación:

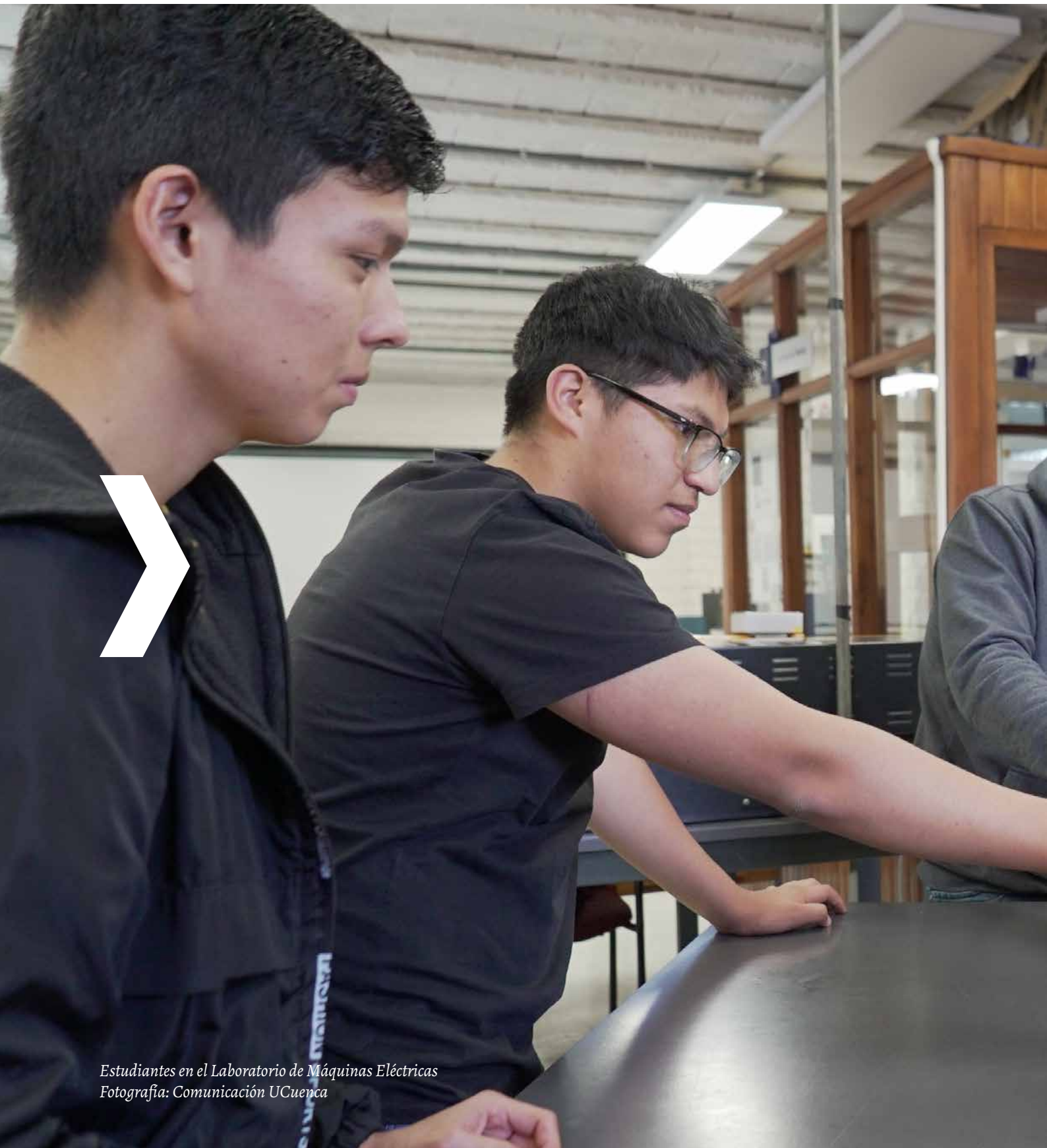
Carrera de electricidad: 38 estudiantes promedio por ciclo, 300 estudiantes aproximadamente en la carrera

Carrera de Telecomunicaciones: 58 estudiantes promedio por ciclo, 350 estudiantes aproximadamente en la carrera

El equipo humano encargado de asistir en las actividades del laboratorio está conformado por la Ingeniera Isabel Cabrera en la función de Técnico Docente, el Tecnólogo Francisco Sánchez Arce en la función de Instrumentista y el Ingeniero Fabián Cabrera Albornoz en la función de Jefe de Laboratorio.

El horario establecido para la realización de las diferentes prácticas es de lunes a viernes de 7:00 a 13:00 y de 15:00 a 17:00. Adicionalmente a este horario, se establecen horas extras de atención a los estudiantes que lo requieran y de acuerdo a sus necesidades durante el ciclo de estudios.

Al momento de elaborar esta revista conmemorativa, y en colaboración con las autoridades de la Facultad, se está realizando el proyecto para la construcción de un nuevo y actualizado laboratorio que permita contar con más y mejores espacios de trabajo acordes a las nuevas necesidades académicas de las carreras a las cuales se presta apoyo.



*Estudiantes en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas
Fotografía: Comunicación UCuenca*



Conexiones: prácticas preprofesionales

Patricio Astudillo Salinas



*Prácticas de Sistemas de control
Fotografía: Comunicación UCuenca*



*Estudiantes realizando su proceso de prácticas en el cantón Tarqui, provincia del Azuay
Fotografía: Facultad de Ingeniería*

La carrera de Ingeniería Eléctrica, ahora denominada Electricidad, ha destacado por su capacidad para formar profesionales de alto nivel que no solo desarrollan sus habilidades de análisis, destrezas y liderazgo en el ámbito académico, sino también a través de la realización de prácticas preprofesionales en diversas instituciones, tanto públicas como privadas, dentro del sector eléctrico.

Recientemente, con la modificación del reglamento de régimen académico, se ha establecido una nueva subdivisión de las prácticas preprofesionales en dos componentes clave: las prácticas de servicio comunitario y las prácticas laborales.

Las prácticas de servicio comunitario se centran en brindar atención y apoyo a personas, grupos o contextos de vulnerabilidad. Estas actividades se llevan a cabo en la Universidad de Cuenca mediante proyectos que son aprobados, luego de una meticulosa revisión por la Dirección de Vinculación, asegurando su pertinencia y relevancia social.

Por otro lado, las prácticas laborales se enfocan en proporcionar a los estudiantes una experiencia profesional enmarcada en escenarios que despliegan desafíos reales y palpables. Por definición, estas experiencias deben estar alineadas con el perfil de la carrera, y para ello, se establecen colaboraciones con diversas empresas e instituciones, tanto públicas como privadas.

En el ámbito de las prácticas de servicio comunitario, la carrera ha estado involucrada en una serie de proyectos de vinculación como:

- Desarrollo del diseño y distribución para la nueva planta productiva de Prograserviv: Estudio eléctrico preaprobado.

- Acondicionamiento con Técnicas Tradicionales y Autoabastecimiento Energético del Hogar de Acogida María Amor.

- Movilidad eléctrica: retos, limitaciones y plan de implementación en el régimen especial de la provincia de Galápagos, enfocada en el desarrollo sostenible y su factibilidad en la ciudad de Cuenca.

A través de estos proyectos, la carrera ha contribuido significativamente a mejorar las condiciones de vida de diversas personas y grupos, marcando así un impacto positivo en la sociedad.

En cuanto a las prácticas laborales, los estudiantes de la carrera han logrado ampliar sus conocimientos en instituciones tanto públicas como privadas, gracias a la existencia de convenios Marco y específicos con la Universidad de Cuenca con socios estratégicos como Elecaastro S.A.; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.; Empresa Eléctrica Provincial Galápagos S.A.; Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A.; Empresa Eléctrica Azogues C.A.; Plásticos Rival Cía. Ltda., entre otros.

Los convenios facilitan la inserción de los estudiantes en ambientes de trabajo real, permitiendo así que adquieran experiencia práctica y contribuyan al desarrollo del sector eléctrico. Además, es importante destacar que muchos estudiantes han optado también por llevar a cabo sus prácticas en consorcios y empresas contratistas dentro del sector eléctrico, utilizando cartas compromiso como parte del proceso.

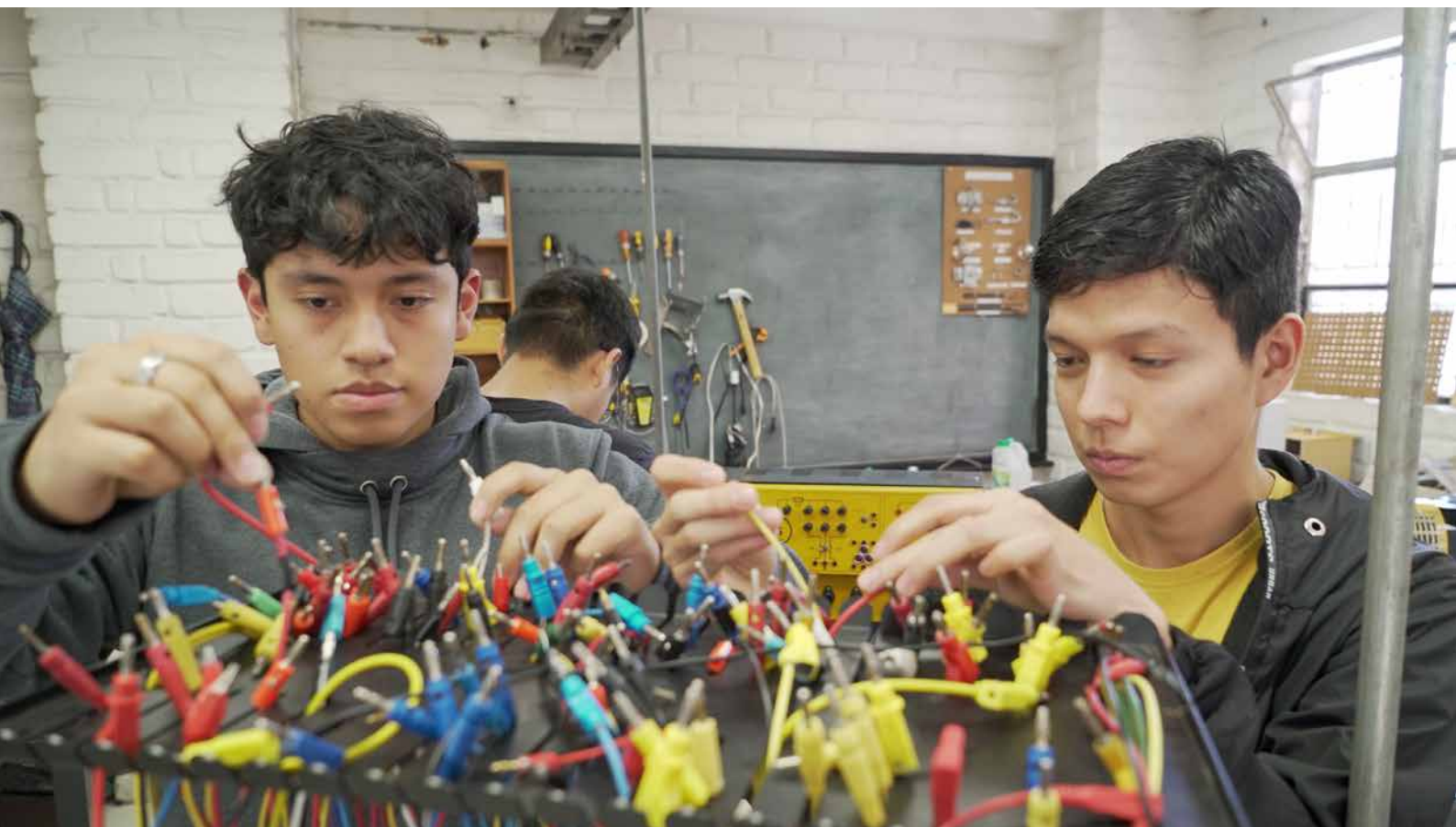




*Estudiantes de la Universidad de Cuenca durante una sesión de prácticas de autoabastecimiento energético
Fotografía: Comunicación UCuenca*

Análisis de datos: trabajos de titulación de la carrera de Ingeniería Eléctrica período 1978-2023

Jaime Bojorque Iñiguez



*Laboratorio de Circuitos Eléctricos
Fotografía: Comunicación UCuenca*



En el presente artículo se realiza un análisis de los trabajos de titulación elaborados desde 1978 hasta mayo del 2023, trabajos previos a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico, por parte de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca.

La base de datos se obtuvo del Centro de Documentación Regional "Juan Bautista Vázquez". Las variables analizadas incluyeron: el número de tesis, los directores, las áreas temáticas, los títulos de los trabajos, los sectores geográficos y los títulos. El número total de trabajos registrados hasta la fecha de corte son de 496, permitiendo que 848 profesionales se hayan incorporado de ingenieros/as. Se identificó que la participación de las mujeres en las áreas de la ingeniería eléctrica ha sido muy limitada, pero se espera un crecimiento sostenido. A través de este análisis, se evidencia que la Carrera de Electricidad (Ingeniería Eléctrica) ha aportado en gran medida a la generación del conocimiento y al desarrollo económico y social de la región austral y del país.

Introducción

La necesidad de abordar los problemas de una forma más conceptual y poder discutir y transmitir los conocimientos, impulsó la creación de entidades orgánicas como las actuales universidades. En nuestra región del Austro, la primera universidad se crea en 1867, denominada Corporación Universitaria del Azuay (desde 1925 Universidad de Cuenca). Años después, en 1935, se estableció la Escuela Superior de Minas y cuatro años más tarde, la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Siendo el rector de la Universidad, en ese entonces, Remigio Crespo Toral. La Facultad de Ciencias fue el inicio de las áreas técnicas, conformada con las escuelas de Agrimensura, Arquitectura, Química Industrial, Ingeniería Civil e Ingeniería de Minas (UC, 2017). El progreso de las ciencias provocó que se creen más facultades que abarquen las diferentes disciplinas. Es así que se crea la Facultad de Ingeniería en el año de 1939, con la carrera de Ingeniería Civil, siendo esta la primera escuela de la Facultad. Luego de la reapertura de las universidades, y para apoyar el crecimiento técnico y social de la

región, la Universidad crea la Escuela de Ingeniería Eléctrica en 1972. En 2019 se inicia un nuevo periodo de la carrera pasando a denominarse Electricidad.

Desde sus inicios, la facultad ha estado íntimamente ligada con el desarrollo de la región. Varios trabajos de titulación se han enfocado en proyectos de vinculación con la colectividad.

La ingeniería, desde los inicios de la humanidad, ha aportado significativamente en diferentes ámbitos, aplicándose a la vivienda, dotación de agua, medios de comunicación, protección, producción de energía, entre otros campos. La ingeniería se define como la profesión en la que el conocimiento de las matemáticas y la física, adquirido por el estudio, experiencia y práctica, es aplicado con juicio para desarrollar formas de emplear económicamente los materiales y fuerzas de la naturaleza para el beneficio de la humanidad (ABET, 2017).

En este documento se recopilan los trabajos de grado realizados por los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, actualmente Electricidad de Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca, desde 1978 hasta mayo de 2023. Se pretende presentar de una forma concisa la información existente en la base de datos del Centro de Documentación Regional "Juan Bautista Vázquez" sobre los trabajos de titulación; Se evalúa el número de tesis desarrolladas en los diferentes años, los directores involucrados, las áreas temáticas que cubren los trabajos, los sectores geográficos donde se han realizado los temas, y las palabras más empleadas en los títulos. De forma transversal se aborda la participación de las mujeres en el desarrollo de la Ingeniería Eléctrica.

Materiales y métodos

La presente información engloba los trabajos realizados por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica (desde la malla 2019 se denomina Ingeniería en Electricidad, pero hasta la fecha no se ha incorporado ningún estudiante bajo esta denominación) de la Facultad de Ingeniería, previo a la obtención del título profesional. Hay que anotar que las modalidades para el grado se han modificado con el tiempo. En los primeros años se exigía que se realice una "Tesis de Grado" después se incorporó como alternativa la modalidad de "Monografía de Grado". Según el Reglamento de Régimen Académico, en el Artículo 32, se indica que la aprobación de la unidad de integración curricular se realizará por: "a) Desarrollo de un trabajo de integración curricular; o, b) La aprobación de un examen de carácter complejo, mediante el cual el estudiante deberá demostrar el manejo integral de los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación..." (CES, 2019).

La diversidad de modalidades para cumplir la última etapa de grado no se aborda en este documento, el presente estudio se limita al análisis de los documentos referentes a tesis/monografías/trabajos de titulación existentes en el Centro de Documentación Regional "Juan Bautista Vázquez" de la Universidad de Cuenca. Se cuenta con 46 años de registros de tesis, desde 1978 a 2023, con un total de 496 trabajos realizados previo a la obtención del título de ingeniero/a. Se ha validado parcialmente la información mediante el acceso a la documentación física, con la finalidad de verificar la información faltante.

La base de datos contiene el nombre del o los autores, el director o directores (tutor o tutores), el título y el año de publicación. El análisis que se presenta a continuación aborda: i) el número de tesis en los diferentes años, ii) los directores/tutores de los trabajos, iii) las áreas temáticas, y iv) los títulos de los trabajos. Se analizó de manera complementaria la participación de las mujeres en la realización de los trabajos de titulación.

Análisis y discusión

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del proceso y análisis de los registros de los trabajos de titulación.

I. Número de trabajos de titulación

La primera tesis, en Ingeniería Eléctrica, que se encuentra registrada en la base de datos es de 1978, sus autores son Arízaga Guzmán Jaime y Bermeo Pesántez Jaime Alfredo con el tema: Instalaciones en hospitales, dirigida por el ingeniero Chérrez Tamayo, Antonio. En el año 1978 se incluyen ocho (8) tesis más, desde ese entonces, las tesis han incrementado año tras año hasta alcanzar las 496 hasta mayo de 2023.

En la Figura 1 se presenta el número de tesis realizadas en los diferentes años. Se puede observar un incremento paulatino hasta el año 1998, después se evidencia una reducción significativa en el número de trabajos hasta el 2011, periodo en que se incrementa el número de publicaciones de una manera variada. El número máximo de tesis se da en el 2018 con 32 trabajos.

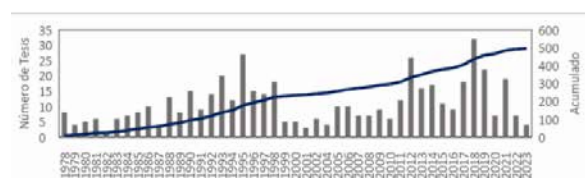


Figura 1. Número de trabajos de titulación en los diferentes años en la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Cuenca, periodo 1978-2023



De las 496 tesis registradas, en 41 han participado mujeres como autoras o coautoras, representando un 8.3%. En la Figura 2 se presenta el número de tesis realizadas por mujeres en los diferentes años.

En el periodo de 1978 a octubre de 2023 se incorporaron 848 profesionales, de las cuales 46 fueron mujeres (5.4%). El año con el mayor número de tesis realizadas por mujeres fue el 2005, con 4 trabajos.

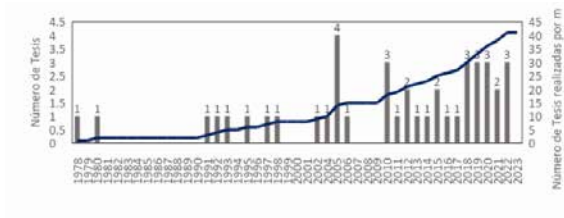


Figura 2. Número de trabajos de titulación realizados por mujeres en la carrera de Ingeniería Eléctrica

Las tesis registradas, en un 99%, han sido elaboradas por uno o varios autores. En la Figura 3 se dan los porcentajes respecto al número de autores por trabajo.

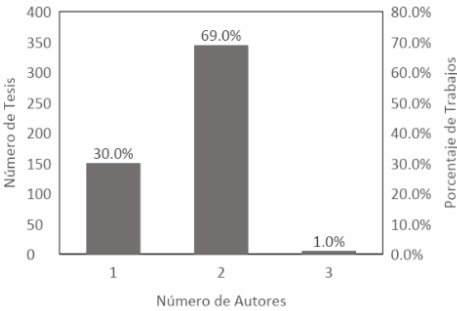


Figura 3. Porcentaje de tesis en función del número de autores

Del total de trabajos, el 30% (149 tesis), han sido realizadas por un único autor/a, el 69% (342) por dos autores, y 5 trabajos (1%) por tres autores.

II. Directores/tutores

Carrera de Ingeniería Eléctrica

Para la carrera de Electricidad, dentro de la base de datos, existen 3 trabajos que no contienen director asignado, esto principalmente en las tesis realizadas antes de 1984. Para este análisis se cuenta con 496 registros, de este número, únicamente 2 tesis han sido dirigidas por mujeres, lo que representa únicamente un 0.4%. El número de directores de tesis registrado es de 59 profesionales, de los cuales 2 son mujeres, constituyendo el 3.38%. Únicamente 6 tesis cuentan con un director y un codirector o tutor.

En la Figura 4, se muestra el número de directores en función del número de tesis dirigidas, realizando un corte a las 10 tesis dirigidas.

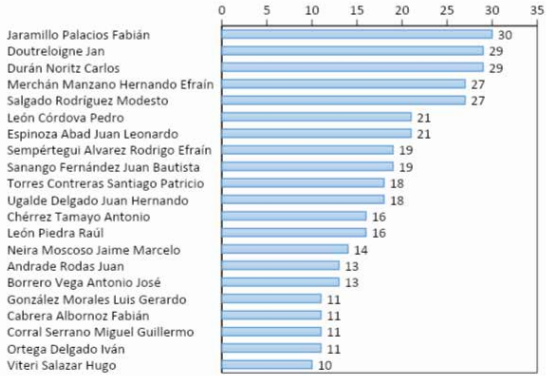


Figura 4. Directores en función del número de trabajos de titulación

El profesor que más número de tesis ha dirigido es el ingeniero Fabián Jaramillo Palacios, con 30 trabajos, seguido por los ingenieros Jan Doutreloigne y Carlos Durán Noritz con 29 tesis. El primer director registrado en una tesis es Hernando Merchán Manzano, en el año 1978. Los dos únicos trabajos dirigidos por mujeres son en 2018, por Alba Fernández Avilés y Mireya Viñan Ludeña.

Entre otros resultados, se tiene que 16 profesores dirigieron solo un trabajo de titulación y 8 profesionales dirigieron dos tesis, cada uno, en el periodo 1978-2023.

III. Áreas temáticas

La carrera de Ingeniería Eléctrica cubre varias áreas temáticas. Para categorizar los trabajos de graduación por área temática se realizó una clasificación en áreas generales como: Análisis y modelado, Automatización y control, Calidad y eficiencia energética, Control y automatización de procesos, Diseño, gestión y planificación de sistemas eléctricos, Distribución eléctrica y subestaciones, Eficiencia energética y energías renovables, Generación y transmisión de energía, Iluminación y eficiencia energética, Instalaciones eléctricas y planificación, Mantenimiento, operación y gestión de sistemas eléctricos, Protección y seguridad eléctrica, Sistemas de comunicación y telecomunicaciones, Sistemas de control, regulación y protección y Vehículos eléctricos y movilidad sostenible.

Las tesis abarcan una variedad de temas en Ingeniería Eléctrica, como análisis técnico de sistemas energéticos, estimación de energía requerida, técnicas de reducción de variaciones de potencia, expansión de áreas de cobertura de subestaciones, generación distribuida, almacenamiento eléctrico, calidad de energía eléctrica, planificación y optimización de sistemas de transmisión, diseño de sistemas fotovoltaicos, entre otros. Algunas tesis se centran en el análisis y la implementación de sistemas eléctricos en el transporte, como la sustitución de autobuses públicos por autobuses eléctricos y la gestión de carga de vehículos eléctricos. Varios proyectos de tesis se enfocan en la generación de energía a partir de fuentes renovables, como la energía solar fotovoltaica, la energía eólica y la microgeneración solar. Así también, algunas tesis mencionan la participación de empresas e instituciones específicas, como empresas eléctricas regionales, empresas generadoras de energía, universidades y laboratorios de automatización.

IV. Análisis de los títulos

El título de una tesis debe ser conciso, específico y reflejar el objetivo de la tesis y los aspectos fundamentales, debe ser escrito en forma clara y llamar la atención del lector (Hernández, 2006; DIUC, 2017). Se considera que, al igual que para artículos científicos, en los trabajos de titulación:

El título de un artículo científico es el segmento que sintetiza la idea central de la investigación, su redacción debe ser cautelosa de tal forma que describa el contenido de forma clara, exacta y precisa; el investigador debe preguntarse cómo quisiera que su investigación sea localizada en una base de datos. (Castro-Rodríguez, Mattos-Vela & Aliaga-Del Castillo, 2018)

La carrera de Ingeniería Eléctrica cubre varias áreas temáticas. Para categorizar los trabajos de graduación por área temática se realizó una clasificación en áreas generales como: Análisis y modelado, Automatización y control, Calidad y eficiencia energética, Control y automatización de procesos, Diseño, gestión y planificación de sistemas eléctricos, Distribución eléctrica y subestaciones, Eficiencia energética y energías renovables, Generación y transmisión de energía, Iluminación y eficiencia energética, Instalaciones eléctricas y planificación, Mantenimiento, operación y gestión de sistemas eléctricos, Protección y seguridad eléctrica, Sistemas de comunicación y telecomunicaciones, Sistemas de control, regulación y protección y Vehículos eléctricos y movilidad sostenible.

De los trabajos de titulación de la carrera de Ingeniería Eléctrica, el título de tesis más largo tiene 40 palabras con 269 caracteres: Análisis de factibilidad técnica y económica en la implementación de energía fotovoltaica y termosolar para generación de electricidad y calentamiento de agua mediante paneles solares fijos y con un seguidor de sol de construcción casera, para una vivienda unifamiliar del año 2011. Por el otro lado, existe una tesis con dos palabras como título, la tesis de 2009 Analizador Dinámico. En la Figura 5 se presenta un histograma del número de palabras que tienen los títulos de las tesis. Se observa que 43 tesis tienen 13 palabras, lo que representa un 8.7% del total, siendo el número de palabras más común (moda). Se recomienda, en general, que el título tenga una longitud de 10 a 12 palabras (DIUC, 2017), un 14.9% de todas las tesis cumplen con este criterio. Considerando que el título no debe exceder las 15 palabras (Hernández, 2006), esta última referencia corresponde al 56% de los trabajos.

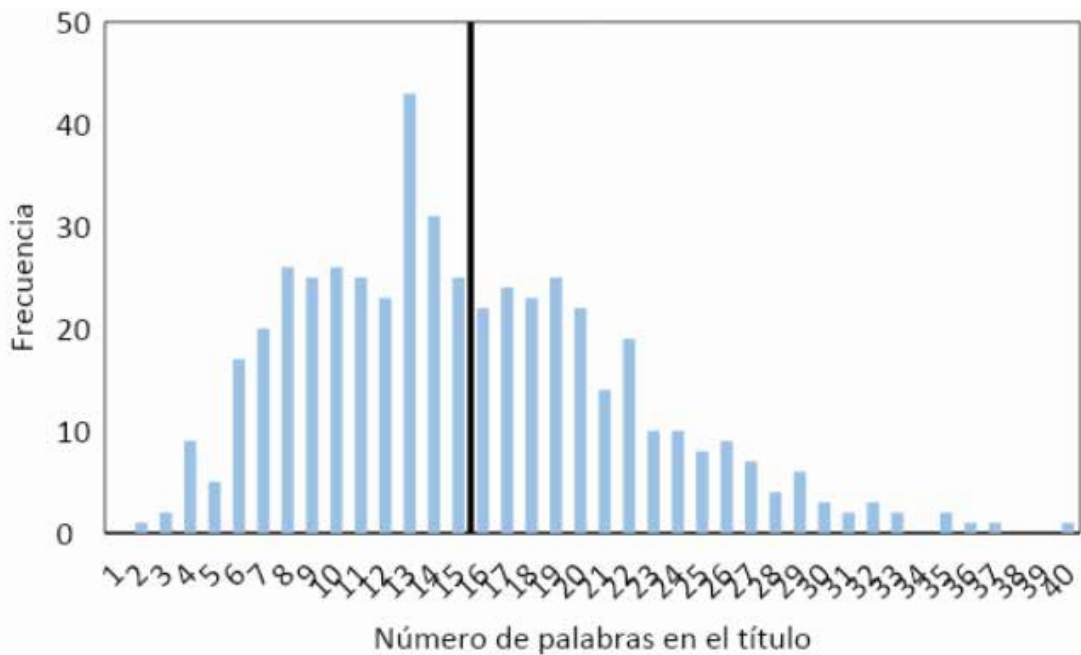


Figura 5. Frecuencia de la longitud en palabras de los títulos

En la Tabla 1 se presentan los estadísticos descriptivos de los datos referentes a la extensión de los títulos de los trabajos de titulación de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Se presenta en la Figura 6 un gráfico de barras de las veces que una palabra en particular aparece en el título. Se observa que la palabra “eléctrico/a” aparece en 193 tesis, “sistema” en 157, “empresa” en 70, entre las más frecuentes, sin considerar las generales, como “diseño”, “análisis”, “estudio”, etc.

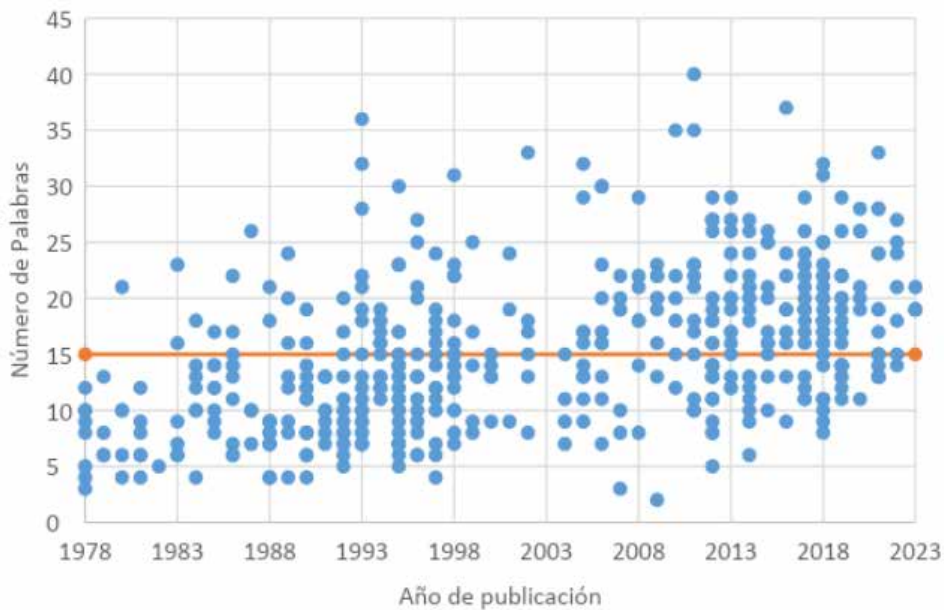


Figura 6. Número de veces que una palabra aparece en el título de la tesis

No es de extrañarse que la mayoría de trabajos se enfoquen en temas relacionados con la palabra “eléctrica/o”, pues siendo una necesidad indispensable para la sociedad, es preciso estudiar los diferentes aspectos a su alrededor. Palabras como “Sistema de distribución eléctrica”, “Energía eléctrica”, “Sistemas eléctricos”, “Empresa Eléctrica” entre otros son ejemplos del empleo de la palabra en el título.

La primera tesis que tiene la palabra “eléctrica” en su título es de 1978: Sistema de distribución eléctrica para el cantón Paute y la última del registro del año 2023 es Análisis de prefactibilidad en la adopción de vehículos eléctricos en una flota institucional. Caso de estudio: Universidad de Cuenca. Teniendo en cuenta la primera palabra con la que inicia el título de la tesis, en la Figura 7, se presenta el número de veces que aparece una palabra en particular.

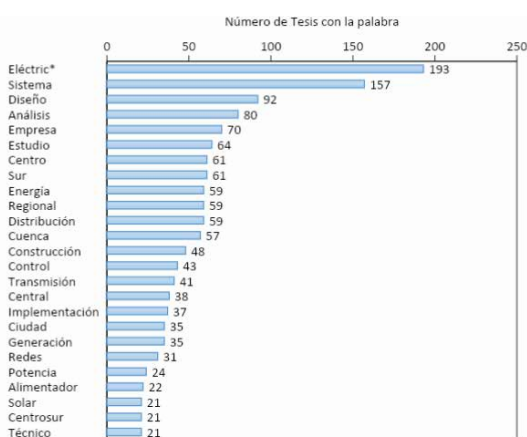


Figura 7. Número de tesis versus primera palabra del título

Se evidencia que, con 72 veces (14.5% de 496), que la palabra “Diseño” es la preferida para empezar el título en los trabajos de titulación, seguida muy cerca por “Análisis” con 71 (14.3%), y “Estudio” con 52 (10.5%). En general, se sugiere que se emplee el tipo de verbo en base al nivel de investigación que se ha realizado: descriptiva, comparativa, analítica, explicativa, proyectiva, experimental y evaluativa (Hurtado de Barrera, 1998). El verbo “estudiar” corresponde a una investigación descriptiva, “analizar” a una analítica, “evaluar” a una evaluativa y “diseñar” a una proyectiva. Sin embargo, hay que considerar que los estudiantes Respecto a las palabras que se emplean en los títulos, en la Figura 8, se presenta una “nube de palabras” (Word clouds) que es una representación visual de las palabras que conforman los títulos de las tesis, en donde el tamaño es mayor para las palabras que aparecen con más frecuencia. no llegan a abordar estos aspectos en la carrera.

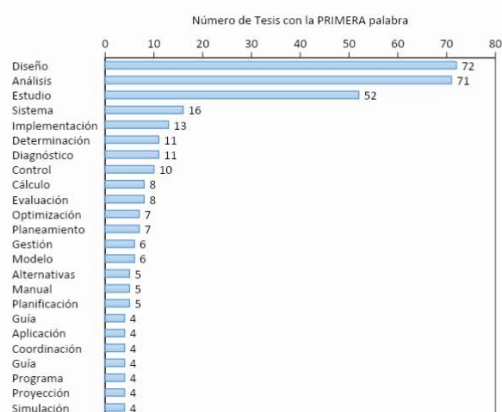
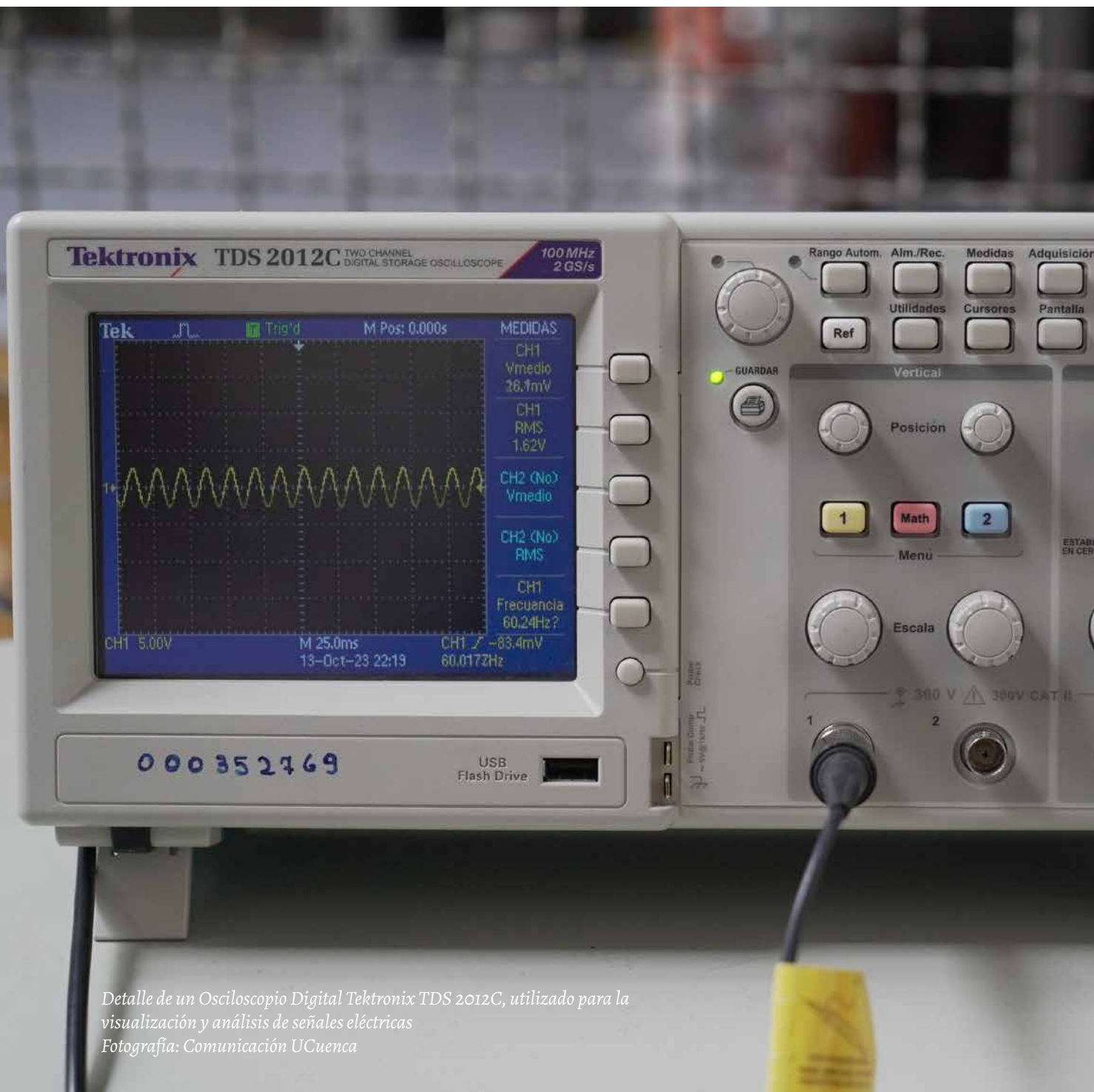


Figura 8. Representación de la frecuencia que se repite una palabra en el título

V. Sectores

Una palabra clave es un término que expresa el contenido de un documento y que permite localizarlo dentro de las bases de datos. Del análisis del título de la tesis se han realizado trabajos en varios sectores geográficos del Ecuador: Amazonía Sur del Ecuador.

Ambato, Austro, Azogues, Azuay, Bolívar, Cañar, Carmen de Pijilí, Catamayo, Celica, Chanlud, Chimborazo, Chiquintad, Checa, Corpanche, Cuenca, El Cajas, El Descanso, El Ejido, El Oro, Gualaceo, Chordeleg, El Cabo, Gualaquiza, Guapan, Guayaquil, Huascachaca, Irquis, La Troncal, Latacunga, Léntag,



Detalle de un Osciloscopio Digital Tektronix TDS 2012C, utilizado para la visualización y análisis de señales eléctricas
Fotografía: Comunicación UCuenca



Referencias

- ABET. (2017). Accreditation Board for Engineering and Technology. ABET 415 North Charles Street, Baltimore. <http://www.abet.org/accreditation/>
- Cárdenas M.C., Carrasco M., Espinosa L., y Malo C. (2001). Historia de la Universidad de Cuenca 1867-1997. Instituto de Investigaciones Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.
- Castro-Rodríguez, Y., Mattos-Vela, M. A., & Aliaga-Del Castillo, A. (2018). Consideraciones en redacción científica: el título, resumen y palabras clave. *Odontología Sanmarquina*, 21(1), 63–68. <https://doi.org/10.15381/os.v21i1.14431>
- Consejo de Educación Superior. (2019). Reglamento de Régimen Académico. Consejo de Educación Superior del Ecuador. Quito, Ecuador. Registro Oficial 473 de 23-abr.-2019.
- DIUC. (2017). Directrices para la elaboración de artículos científicos. *Revista MASKANA*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/21826>
- FIUC. (2014). Norma técnica para la unidad de titulación y trabajo de titulación. Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil. Universidad de Cuenca.
- Hernández Meléndrez, E. (2006). Metodología de la investigación. Cómo escribir una tesis. Escuela Nacional de Salud Pública. Cuba.
- Hersh, M. (2000). The changing position of women in engineering worldwide. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 47, (3), 345-359.
- Hurtado de Barrera, J. (1998). Metodología de la Investigación Holística. Fundación Sypal.
- Universidad de Cuenca. (2017). Información general. <https://www.ucuenca.edu.ec/sobre-la-udc/informacion-general#historia>

Cuenca – Ecuador

