
Estudio de caso: sistematización de cambio curricular con enfoque en tecnología e innovación en tres carreras de ingeniería para la mejora de la calidad educativa

Case study: systematization of curricular change in technology and innovation of educational quality in three engineering careers

*Carlos Ariñez-Castel**

*Ana Lorena Bolaños-Chaves***

*Ronald Mora-Barboza****

*Jeremy Ramírez-Hernández*****

Resumen:

La sistematización de los cambios curriculares de las 3 carreras de ingeniería es de gran importancia en la orientación de la práctica académica, mediante la incorporación de tecnología relevante y enfoques emergentes en las profesiones, ejes curriculares sostenibles y una flexibilidad curricular, capaz de captar los cambios disruptivos de la sociedad. La carrera de Tecnología de la Información enfatiza el enfoque de ciencia de datos, inteligencia artificial y ciberseguridad, como salidas laterales y seminarios abiertos para discusión de nuevas tecnologías. La carrera de ingeniería civil nos muestra un enfoque de ingeniería

* Doctor en Educación. Universidad Autónoma de Centro América. Departamento de Asesoría Curricular. Costa Rica. Correo electrónico: carinez@uaca.ac.cr

** Master en Cambio Climático, Master en Gestión y auditorías ambientales. Consultora Independiente. Directora de Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Centro América. San José, Costa Rica. Correo electrónico: abolanos@uaca.ac.cr

*** Licenciado en Sistemas Computacionales. Director de Carrera de Ingeniería en sistemas. Universidad Autónoma de Centro América. San José, Costa Rica. Correo electrónico: rmorab@uaca.ac.cr

**** Master en Administración de Proyectos. Docente en Universidad Autónoma de Centro América, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Topográfica y Catastral. San José, Costa Rica. Correo electrónico: jramirez@profuaca.ac.cr

orgánica, con énfasis en las ciudades inteligentes y sostenibles, con capacidad de vincular óptimamente los recursos con las necesidades del hombre, mediante los objetos o los productos asociados a la tecnología. La ingeniería topográfica enfatiza en el mejoramiento de técnicas de recolección de datos, nuevas técnicas geomáticas y el rol que asume el profesional como analista de información, tomadas con equipos cada vez más automatizados, como drones y programas GNSS y GPS que recolectan una gran cantidad de información de alta calidad y eficiencia.

Palabras clave: INGENIERÍA CIVIL - TOPOGRAFÍA - GEOMÁTICA - CIENCIA DE DATOS - INTELIGENCIA ARTIFICIAL - TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION Y COMUNICACIÓN - CIBERSEGURIDAD - COSTA RICA.

Abstract:

Curricular changes of the 3 engineering careers are of relevance in the orientation of academic practice through the incorporation of relevant technology and emerging approaches in the professions, sustainable curricular axes and a curricular flexibility capable of capturing disruptive changes in society. The Information Technology career emphasizes the focus of data science, artificial intelligence and cybersecurity as side exits and open seminars for discussion of new technologies. The civil engineering career shows us an organic engineering approach, with an emphasis on smart and sustainable cities, with the ability to optimally link resources with human needs through objects or products associated with technology. Topographic engineering emphasizes the improvement of data collection techniques, new geomatic techniques and the role that the professional assumes as an analyst of information taken with increasingly automated equipment, such as drones and GNSS and GPS programs that collect a large amount of information, high quality and efficiency.

Keywords: CIVIL ENGINEERING - TOPOGRAPHY - DATA SCIENCE - ARTIFICIAL INTELLIGENCE - INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES - CIBERSECURITY - COSTA RICA.

Recibido: 5 de octubre del 2021

Aceptado: 20 de octubre del 2021

Antecedentes

En el contexto de los cambios de las carreras de Ingeniería, centrándose específicamente en cómo se puede iniciar, implementar y sustentar la reforma dentro de los Departamentos y Escuelas de Ingeniería e identificando las características comunes para un cambio exitoso y generalizado que parecen ser en gran medida independientes de la ubicación geográfica o del tipo de institución (Real Academia de Ingeniería, 2006, 2007, 2010), es necesario analizar algunas experiencias exitosas en los cambios curriculares.

Estos cambios, según propone la Real Academia de Ingeniería, y los nuevos enfoques curriculares de competencias (Maris y Lucino, 2007) presentan características comunes: a) Liderazgo, comunicación, visión y análisis de las tensiones presentes en los discursos y prácticas docentes b) la necesidad de favorecer el desarrollo de competencias con sustentabilidad del cambio en el escenario actual de la enseñanza de las ingenierías, c) un uso de la tecnología como un conjunto de saberes propios que crean redes externas, d) la estructura curricular en la que se incluyan cuestiones de la práctica real de enseñanza y aprendizaje.

En este sentido, la Universidad Autónoma de Centro América (UACA), acorde con estos principios, establece en su plan estratégico y su planificación académica el mejoramiento continuo de las diferentes carreras, las cuales requieren de mejoras y cambios curriculares en sus principales carreras de ingeniería, logrando así iniciar la revisión de los planes de estudio para adaptarse a los cambios continuos y abruptos que tiene la sociedad actualmente.

Se toma como estudio de caso a las carreras de:

- Ingeniería de Sistemas que se transforma en Ingeniería en Tecnologías de Información y Comunicación (TI).
- Ingeniería Topográfica y Catastral que se transforma en Ingeniería Topográfica y Geomática.
- Ingeniería Civil que no cambia de nombre, pero adhiere una línea curricular nueva dedicada a las ciudades inteligentes y sostenibles.

La modificación curricular entra en la normativa del Consejo Nacional de Educación Superior Privada (CONESUP), donde se hace una modificación sustancial de cada una de ellas que radica en la disposición de una nueva propuesta de plan de estudios y el desarrollo de los elementos curriculares que incluye la elaboración de la justificación y perspectiva teórica, la estructura curricular, la estructura del plan de estudios, la nómina de docentes y los programas de los cursos. Dicho trámite se basa en el artículo 23 inciso c) del Reglamento General Consejo Nacional de Enseñanza Superior Universitaria Privada que establece los lineamientos para la modificación de planes de estudio que exceden el 30% del total de cursos o créditos de la carrera.

Los cambios curriculares plasman el desarrollo histórico-académico de las carreras que nos llevan desde su concepción, como una ingeniería relacionada al quehacer de las empresas, las mejores prácticas y conocimientos actualizados, acordes con los de tecnología de vanguardia en los sistemas de información y comunicación, los cuales guían hacia el enfoque de los nuevos paradigmas emergentes y se toman en cuenta a la hora de estructurar los planes de estudio.

La carrera de Ingeniería de Sistemas (propuesta actual como Tecnologías de Información y Comunicación) se presenta y aprueba en CONESUP el 17 de febrero del 2000 y tiene 21 años de funcionamiento en tres sedes universitarias en todo el país. La carrera de Ingeniería Topográfica y Catastral es aprobada en su grado de bachillerato el 22 de noviembre de 1997 y su licenciatura el 12 de febrero de 2014 y tiene 24 años de trabajo académico en dos sedes universitarias. La carrera de Ingeniería Civil es aprobada el 13 de febrero de 1985, tiene 36 años de funcionamiento en 3 sedes del país.

Gracias a esta madurez académica que tiene acumulada la Universidad en la gestión y administración de estas carreras, se establecen criterios de trabajo para realizar cambios sustanciales en la estructura curricular de cada una.

En este sentido, la carrera de Tecnologías de la Información y Comunicación enfatiza el enfoque de ciencia de datos, inteligencia artificial y ciberseguridad, como salidas laterales y seminarios abiertos para discusión de nuevas tecnologías emergentes.

Del mismo modo, la carrera de Ingeniería Civil nos muestra un enfoque de ingeniería orgánica, con énfasis en las ciudades inteligentes y sostenibles, con capacidad de vincular óptimamente los recursos con las necesidades del hombre, mediante los objetos o los productos asociados a la tecnología.

Asimismo, la carrera de Ingeniería Topográfica y Geomática enfatiza en el mejoramiento de técnicas de recolección de datos, nuevas técnicas topográficas, y el rol que asume el profesional como analista de información, tomada con equipos cada vez más automatizados, como drones y programas GNSS y GPS que recolectan una gran cantidad de información, de alta calidad y eficiencia.

Elementos diferenciadores en el abordaje curricular

Metodología en el proceso de diseño curricular

Se tomó como base del trabajo curricular la metodología prospectiva (Ysunza Breña, M. 2010), para construir un escenario futuro tendencial para formar el perfil del marco de egreso de las carreras de ingeniería, metodología que contempla: a) elaboración de marcos de referencia para diagnosticar problemáticas y prever escenarios futuros; b) diseño de intervenciones tecnológicas y sociales; c) planeación estratégica para la intervención a partir del análisis de fortalezas, oportunidades, en el campo académico y profesional de cada una de las carreras.

La metodología de prospectiva curricular cuenta con varios elementos que ayudan al análisis curricular y la perspectiva en la toma de decisión de los cambios de contenido, criterios de selección y organización del contenido, tipos de curso y su naturaleza, metodología, investigación, perfil de ingreso y egreso del estudiante, entre los más importante. Con esta intención, se sigue la siguiente lógica:

- **Diseño del escenario futuro tendencial** (Ysunza Breña, M. 2010). Utilizando las estrategias de la construcción prospectiva de un escenario en un horizonte temporal, se establecen los requerimientos y exigencias futuras. Esto se hace a través de un documento que sistematice y presente la información

pertinente del sector o ámbito productivo del país donde la carrera es objeto de un proceso de análisis y evaluación para considerar la necesidad de contar con un programa robusto y actualizado a las nuevas condiciones y necesidades del país.

- En el caso de la carrera de TI se realiza un documento de estado del arte, también publicado en artículo científico, con el título “Actualización y marco de referencia de los nuevos paradigmas en Ingeniería de Sistemas para el cambio curricular” (Ariñez y Mora, 2019) y las tendencias de formación profesional que indican referentes gremiales como la Association Computer Machinery (ACM, 2019), Colegio de Profesionales en Informática y Computación de Costa Rica y universidades referentes.
- En el caso de la carrera de Topografía y Geomática, se hace un informe de expertos externos que se reúnen con la comisión de cambio curricular y se ven los alcances de las tecnologías en geomática y se valida con el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (CFIA) y sus oficinas encargadas de la evaluación curricular para estructurar la nueva propuesta de la carrera. Además de ello, se consolida la propuesta con la participación del Colegio de Ingenieros Topógrafos (CIT) que realiza las observaciones técnicas y conceptuales necesarias para el tomo curricular. Se toma como referentes, La Asociación Panamericana de Profesionales de la Agrimensura y Topografía. (APPAT, 2019), Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASEBEL, 2019) y universidades referentes.
- La carrera de Ingeniería Civil se reúne con el Colegio Profesional de Ingenieros Civiles (CIC) y el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (CFIA) y sus oficinas encargadas de la evaluación curricular. Se utiliza como referentes a la Federación Mundial de Organizaciones de Ingenieros FEMOI (WFEO, 2018), Asociación Estadounidense de Ingenieros Civiles (ASCE, 2019).
- **Definición funcional del objeto de estudio de la carrera:** La revisión de diferentes definiciones del objeto de estudio en los referentes nacionales e internacionales por parte de universidades, organizaciones profesionales y los rasgos de los perfiles profesionales a nivel internacional ayudan a una referencia de las necesidades de la carrera.

- Se define la carrera de TI como el conjunto de actividades académicas y profesionales que trabajan dispositivos, servicios y actividades apoyadas por equipo o sistema de cómputo, y que se basan en la transformación de información numérica, también llamada digital, las cuales cumplen con el objetivo de desarrollar sistemas con técnicas avanzadas en ciencias de datos, inteligencia artificial o ciberseguridad que ayuden a la toma de decisiones gerenciales, mejorar la eficiencia de los procesos de las organizaciones y que garanticen la integridad y seguridad de la información. Toma en cuenta aspectos de la arquitectura de computadores, entorno social, interacción hombre-máquina, matemáticas, programación e Ingeniería de Software, redes, software de base, tratamiento de la información (UACA, 2019).
- Se conceptualiza la Ingeniería Topográfica y Geomática como una propuesta tecnológica y científica que integra todas aquellas tecnologías de avanzada, relacionadas con la topografía, cartografía general de la tierra e información espacial que nacen de la topografía, geodesia, catastro, medio ambiente, SIG, Fotogrametría Digital, Forestal, Sensores Remotos, Mecatrónica, que son caracterizados procesos de sistematización, automatización y electrónica, que llevan el error humano a su mínima expresión, en la obtención de información y generación de productos (UACA, 2020).
- Asimismo, se conceptualiza la Ingeniería Civil como: La disciplina encargada de la planeación, diseño, construcción, inspección, gestión y mantenimiento de las obras de infraestructura para satisfacer las necesidades de la sociedad de una manera económica, sostenible y sustentable, haciendo uso eficiente de los recursos naturales, recursos humanos y la tecnología de una forma innovadora, para mejorar la calidad de vida de las personas y su entorno; para ello son necesarios las dimensiones del diseño estructural, la sostenibilidad y medio ambiente, además de la gestión integral de los proyectos, por ello es necesario la formación matemática, ciencias naturales, ciencias de la ingeniería, diseño ingenieril y tener estudios complementarios acorde con el perfil profesional de la ingeniería civil (UACA, 2021).

- **Temáticas latentes, emergentes y decadentes:** dentro del proceso de planificación estratégica de la actualización de las carreras y las autoridades de la universidad (Rectoría, Dirección Académica y la Dirección de carrera), establecen la necesidad de incorporar ejes curriculares diferenciales que respondan a las nuevas condiciones y demandas socioculturales, empresariales y laborales del país.
 - Para la carrera de TI, se enfatiza en la Arquitectura de Computadores (20%), Entorno Social (30%), Interacción Hombre-máquina (10%), programación e Ingeniería de Software (20%) y tratamiento de la Información (20%). Las líneas curriculares y bloques electivos son: Inteligencia artificial (4 cursos especializados), ciencia de datos (4 cursos especializados) y ciberseguridad (4 cursos especializados).
 - Para la carrera de ingeniería topográfica se incorpora un 25% de los cursos con el enfoque de ingeniería geomática, con un total de 12 cursos en esta área del conocimiento que busca dirigir procesos de creación de sistemas digitales y controles de calidad de los productos de información geomática.
 - Para la carrera de Ingeniería Civil, el plan de estudios contempla un eje diferenciador hacia las ciudades sostenibles e inteligentes y todo lo que concierne a los nuevos estudios de las energías renovables, la sostenibilidad y sustentabilidad de las sociedades y su entorno. Esto se refleja en dos cursos de ingeniería ambiental, dos cursos de ciudades inteligentes, dos cursos de ciudades sostenibles y dos cursos de tecnologías especializadas, con alrededor de un 20% de énfasis en esta nueva área del conocimiento en la estructura curricular.
- **Perfil viable de acuerdo con el escenario futuro.** El escenario futuro tendencial tendrá el papel de marco de referencia para identificar problemas y retos que sustenten la definición de un perfil deseable, para hacer frente a dichos desafíos. En su definición, se han utilizado dos procedimientos complementarios: la investigación documental y el método de construcción de escenarios a partir de la consulta a expertos, propio del enfoque prospectivo (Ysunza, M. 2010).

- En el caso de la carrera de TI los espacios de la inteligencia artificial y agentes inteligentes proponen una estructura curricular abierta u holística dentro de la ingeniería de sistemas, que toma en cuenta factores de los entornos laborales inmediatos. En el caso de Costa Rica, el crecimiento exponencial de empresas, sedes o sucursales de empresas tecnológicas dedicadas a diferentes ambientes socio-productivos van desde la medicina nuclear hasta empresas de agroindustria que están necesitando cada vez de IA como base de sus labores de producción.
- En el caso de la carrera de Topografía, en expresiones de Bernard Dubuisson (2002), propone a la ingeniería geomática como el término que integraba un mecanismo sistémico, permitiendo conjuntar las ciencias para medir y localizar espacios en la tierra. En ciertos países que comenzaron a invertir en la investigación con el propósito de desarrollar herramientas integrales geomáticas.
- En la carrera de Ingeniería Civil prima el enfoque de ciudad inteligente que se convierte en una plataforma digital que permite maximizar la economía, la sociedad, el entorno y el bienestar de las ciudades, y facilita el cambio hacia un comportamiento más sostenible entre todos los stakeholders de la ciudad: usuarios, empresas y administración. El término stakeholders referencia a todos los implicados y partes interesadas en un proyecto (Vidal Tejedor, N. 2015).
- **Eje diferenciador del plan de estudios.** Toda construcción del escenario futuro tendencial realiza una propuesta dentro de la estructura curricular que ayuda a suplir las necesidades de la carrera en un corto plazo.
 - Para la carrera de TI el eje diferenciador está en la incorporación de un diplomado en Gestión de Tecnologías de Información y Comunicación con 71 créditos, 20 cursos en cuatro ciclos lectivos. Tres enfoques y seis cursos optativos: Inteligencia artificial con seis cursos; Aprendizaje automático, Tratamiento del lenguaje humano, Percepción del entorno, Aprendizaje estadístico, Gestión del conocimiento, IA aplicada a los Negocios.

Ciencia de Datos con seis cursos: Aprendizaje automático, Principios de análisis y búsqueda de datos, Análisis y búsqueda de datos avanzados, Aprendizaje estadístico, Gestión del conocimiento, IA aplicada a los negocios. Seguridad Informática con seis cursos: Conectando redes, Sistemas operativos avanzados, Hacking ético, Enrutamiento y conmutación avanzado, Principios de seguridad informática, Gestión de la seguridad informática.

- Para la carrera de Topografía, se enfatiza en los procedimientos geomáticos. Este eje destaca el mejoramiento de técnicas de recolección de datos, nuevas técnicas topográficas, y el rol que asume el profesional como analista de información tomada con equipos cada vez más automatizados, que recolectan una gran cantidad de información y de alta calidad y eficiencia. Esta área promueve el dirigir procesos de creación de sistemas digitales y controles de calidad de los productos de información geomática. Se compone por los cursos: Introducción a la ingeniería topográfica y geomática, Diseño y construcción virtual I y II, Principios de programación, Bases de datos geoespaciales, Laboratorio integrado GNSS I y II, Sistemas de información geográfica I, II y III, Teledetección y Seminario de gestión y gerencia de Big Data.
- Para la carrera de Ingeniería Civil, el plan de estudios contempla un eje diferenciador hacia las ciudades sostenibles e inteligentes y todo lo que concierne a los nuevos estudios de las energías renovables, la sostenibilidad y sustentabilidad de las sociedades y su entorno. Contempla los cursos Ciudades sostenibles I y II, Ciudad inteligentes I y II, Certificaciones ambientales, Ingeniería ambiental I y II, Uso de Tecnologías especializadas I y II.
- **Descripción de cursos optativos de la Universidad Autónoma de Centro América.** De acuerdo con el Observatorio Laboral de Profesiones (OLAP) del Consejo Nacional de Rectores (CONARE, 2019) y el estudio de radiografía laboral y el

estudio “Seguimiento de la condición laboral de las personas graduadas 2011-2013 de las universidades costarricenses”, se ha entrevistado a empleadores y a contratistas privados que emplean a los egresados de las universidades nacionales, planteando una serie de necesidades sobre habilidades, destrezas y atributos que necesitan los profesionales recién egresados. Entre estas llamadas competencias laborales o habilidades blandas se destacan cinco destrezas básicas que son: trabajo en equipo, toma de decisiones, hablar en público, paquetes informáticos y redacción de documentos que algunos empleadores del sector de la tecnología y la informática requieren. Es por este motivo que la Universidad Autónoma de Centro América, dentro de su estructura curricular universitaria, tiene a bien fortalecer estos atributos y habilidades, mediante la apertura de cursos optativos que el estudiante puede seleccionar, según sea el criterio que necesita fortalecer, así como complementar conocimientos y experiencias necesarias para su desarrollo en el mercado laboral.

- Los cursos optativos UACA son seis: (Humanística) Relaciones humanas para la autogestión y el Trabajo en equipo, Gestión de la multiculturalidad, (Investigación) Seminario de la investigación, Fundamentos de investigación, (Tecnología) Programación básica y tecnologías de Información y Comunicación. Se ofrecen a todos los estudiantes de la universidad, lo que fomenta una oferta académica amplia a las de sus carreras base y apertura nuevas opciones que mejoran sus competencias o habilidades profesionales.

Lecciones aprendidas y recomendaciones

- **Construir el perfil deseado de la carrera.** Se desarrolla una mayor significación epistémica por el uso de los documentos Estado del Arte y Referentes Universales, lo que ayuda a estructurar una lógica de la disciplina que crea conocimiento significativo, a partir de los últimos cambios del contexto académico y profesional. Se crea una escala de criterios técnicos para construir el perfil deseado. Esto quiere decir, implementar una base de datos que contemple varios documentos de la universidad o fuera de ella. La tabla 1 nos muestra algunos de ellos.

Tabla 1

Documentos y referencias utilizados en proceso de diseño curricular, UACA 2021

Tipo de documentos	Ingeniería en TI	Ingeniería Topográfica y Geomática	Ingeniería Civil
Estado del arte/plan de estudios anterior	Estado del arte 2018-2019	Plan de estudios modificado CONESUP 2002	Plan de estudios modificado CONESUP
Procesos de Acreditación	Autoevaluación en procesos de acreditación SINAES, 2018		
Planes estratégicos	Plan estratégico 2019-2020	Plan estratégico 2019-2020	Plan estratégico 2019-2020
Artículos científicos de los docentes	Ariñez, Carlos y Mora, Ronald (2019). Actualización y marco de referencia de los nuevos paradigmas en Ingeniería de Sistemas para el cambio		

Tomado de UACA, 2020.

	curricular. Acta Académica, 64 (Mayo), 37-56.		
Reunión con el Colegio profesional de ingenieros	Reunión con Comisión de revisión curricular CPIC	Reunión con Comisión de revisión curricular CFIA-CIT	Reunión con Comisión de revisión curricular CFIA-CIC

- **Razón tecnológica de la carrera.** Se debe conceptualizar el estudio, diseño, implementación y mantenimiento de sistemas de información, elementos tecnológicos de punta, mecanización de procesos, procesos ajustados al control y la automatización, mejoramiento y diseño de redes de telecomunicación (Muñoz y Álvarez, 2019). El equilibrio curricular entre las áreas disciplinares se mantiene y se da la secuencia a los contenidos, actividades y experiencias nuevas en tecnología que se generan después de la actualización de las temáticas y problemáticas del contexto. Cada una de las definiciones se describen en la tabla 2, a continuación:

Tabla 2

Enfoques tecnológicos orientados en el proceso de diseño curricular, UACA 2021

Ingeniería en TI	Ingeniería Topográfica y geomática	Ingeniería civil
En la carrera de TI, Tecnología Verde (Green Computing) ,el término Green	Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2010): “La Geomática es reconocida como una	Para Kichin (2015) existen tres discusiones o debates académicos sobre qué es una ciudad inteligente y

<p>Computing, también conocido como Green IT, se puede definir como un conjunto de métodos que reducen el impacto informático sobre el ambiente e incluso se considera el reciclaje de muchos de los componentes utilizados en estos procesos, permitiendo que otras personas continúen obteniendo provecho de estas tecnologías. Algunos autores señalan: “la Informática Verde es la toma de conciencia de una dimensión medioambiental para el ciclo de vida (desde la selección hasta el reciclaje, pasando con la gestión diaria) de materiales, software y servicios ligados a los sistemas de información” (Corne, y otros, 2009).</p>	<p>disciplina integradora de los conocimientos técnicos y científicos que hacen referencia a la captura, manipulación, análisis y difusión de la información geográfica para que los tomadores de decisiones seleccionen las mejores alternativas en función de los objetivos de sus empresas, organizaciones y, principalmente, que apunten al desarrollo del país. Más específicamente, la Geomática incluye las más modernas herramientas y técnicas interrelacionadas, tales como: Los sistemas satelitales de posicionamiento global (GPS, GLONASS, GALILEO, etc.), fotogrametría digital, cartografía digital, percepción remota, sistemas de información geográfica, sistemas de</p>	<p>sostenible: Se considera que una ciudad inteligente y sostenible es aquella que utilice tecnologías de información para desarrollar iniciativas sociales, justicia social, activismo, transparencia y responsabilidad gubernamental con los sistemas y medio ambiente, cuidando la huella ecológica.</p> <p>Se considera que una ciudad sostenible e inteligente será aquella que, con el uso de la tecnología, se enfoca en mejorar las regulaciones y políticas urbanas, mediante la reconfiguración del capital humano, a fin de aumentar elementos como la educación, innovación, creatividad, sostenibilidad y gestión. Se considera que los ciudadanos integran medidas de gobierno con base en sistemas de datos y estos toman en cuenta modelos</p>
---	---	--

	toma de decisiones, Geoestadística, SIG bajo web, etc., que están en constante desarrollo, lo que a su vez genera importantes avances en el conocimiento de sus campos de aplicación.” (IGAC, 2010).	sostenibles que ayudan a todas las profesiones a desarrollar un aporte positivo e inteligente al ecosistema social y natural.
--	--	---

Tomado de UACA, 2020.

- **Aspectos necesarios en la tecnología especializada.** La escogencia de la tecnología en software es fundamental, ya que la función del ingeniero es precisamente hacer que, entre estos tres elementos, “los recursos”, “los objetos o productos” y “las necesidades o deseos”, haya una correspondencia óptima. Para esto deberá poseer el sentido de la técnica y/o de la tecnología, entendiendo por tal la capacidad de vincular óptimamente los recursos (materias primas y elaboradas), con las necesidades o los deseos del hombre, mediante los objetos o los productos tecnológicos (Aguiles, G. 2014).

Tabla 3

Tecnología especializada utilizada para las carreras, UACA 2021

Ingeniería en TI	Ingeniería Topográfica y Geomática	Ingeniería Civil
Software especializado de trabajo colaborativo y en línea. Software de aplicación, Software de	Drones de alta precisión, Aparatos de medición GNSS y GPS, estaciones totales,	Software especializado Licencia Autocad, Archicad, Revit, Sap 2000, Tekla, Bentley,

Tomado de UACA, 2020

- **Hacer el diseño curricular con referentes creíbles.** La escogencia de los referentes académicos e institucionales son importantes para definir la identidad de la carrera, los ejes curriculares que contempla, además de las áreas de conocimiento necesarios para una propuesta innovadora. La tabla 4 muestra la escogencia por carrera.

Tabla 4

Organizaciones y universidades referentes por carrera, UACA 2021

Tipo de organización	Ingeniería en TI	Ingeniería Topográfica y Geomática	Ingeniería Civil
Organizaciones/universidades referentes internacionales	ACM (Association Computer	Instituto Geográfico	Asociación Estadounidense de Ingenieros
	Machinery, 2016). ANIEI, Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Informática (2018). Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2002). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2002).	Agustín Codazzi (2010). Universidad Autónoma de México (2018). Escuela Técnica Superior de Jaén. Universidad Politécnica de Madrid, University of Calgary, Canadá.	Civiles (ASCE, 2020). Federación Mundial de Organizaciones de Ingenieros FEMOI en ingles WFEO (2018). Universidad de Berkeley (2019). Universidad Tecnológica Nacional de Rosario (2019). Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT 2019).

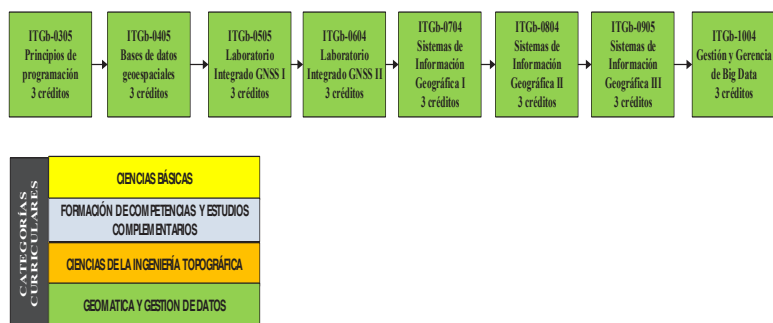
			Universidad Autónoma de México (UNAM, 2018).
Organizaciones gremiales	Colegio de Profesionales en Informática y Computación (CPIC).	Asociación Panamericana de Profesionales de la Agrimensura y Topografía. (APPAT, 2019). Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASEBEI, 2019). Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (CFIA). Colegio Ingenieros Topógrafos (CIT, 2017).	Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (CFIA, 2020). Colegio Ingenieros Civiles (CIC, 2020).

Tomada de UACA, 2020.

- **Continuidad y progresión de los contenidos:** La dinamicidad entre áreas disciplinarias, la continuidad y progresión de contenidos de los programas de curso son importantes de modo que den congruencia a los ejes diferenciadores con el resto del plan de estudios. En la figura 1, 2 y 3 vemos los ejemplos de las carreras analizadas en este estudio de caso:

Figura 1

Ejemplo de continuidad de cursos de geomática en la carrera de Topografía, UACA 2020

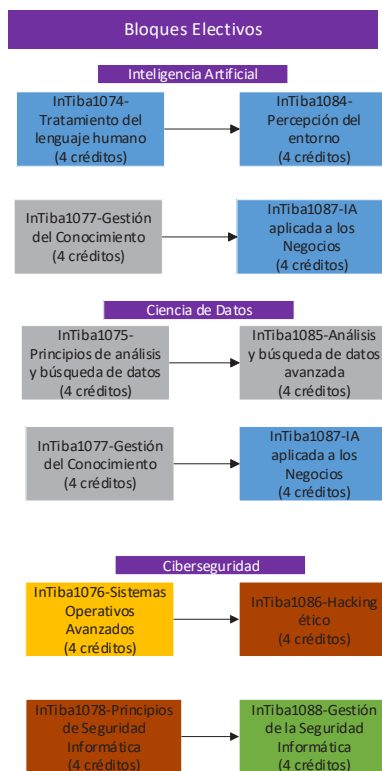


Tomada de UACA, 2020.

Esto es importante, dado que en cuanto a flexibilidad curricular el estudiante tendrá la opción de escoger, acorde a su vocación, los cursos que le faciliten aumentar sus conocimientos en el área que ellos sientan que tienen una mayor vocación y potencialidad. Veamos en la figura 2, los bloques de cursos optativos que se puede escoger dentro del plan de estudios de TI.

Figura 2

Ejemplo de cursos con flexibilidad curricular en la carrera de Ingeniería en TI, UACA 2020

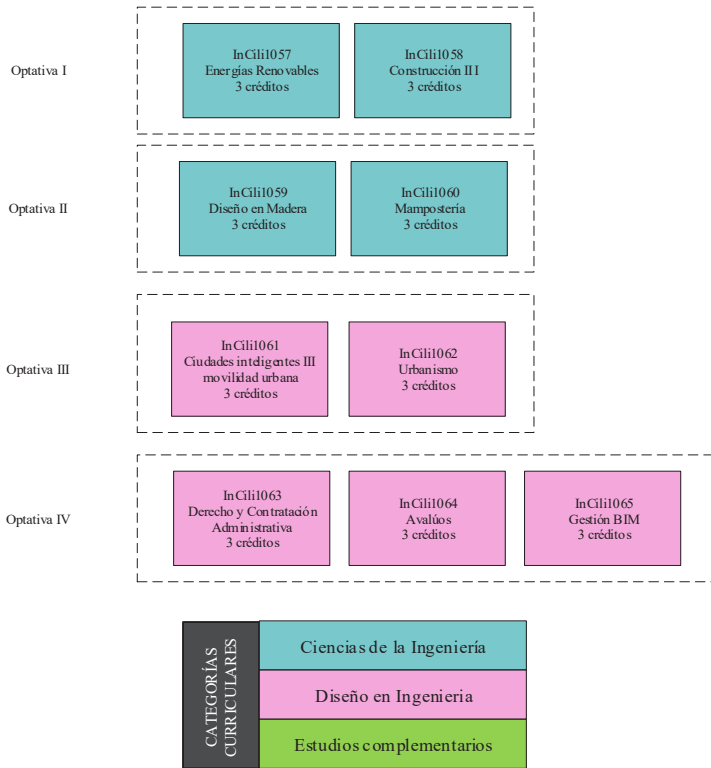


Tomada de UACA, 2020.

En cuanto a pertinencia del plan de estudios implica que dentro de un plan de estudios se diversifique la oferta de temáticas profesionales según las especialidades que escojan los estudiantes, así podemos ver en la figura 3, los cursos optativos que hacen que el alumno de la carrera de Ingeniería Civil pueda especializarse en temas que el mercado laboral solicita.

Figura 3

Ejemplo de cursos con flexibilidad curricular en la carrera de Ingeniería en TI, UACA 2020



Tomada de UACA, 2020.

Con la revisión del estudio de caso, podemos mostrar las lecciones aprendidas que son necesarias al realizar nuevos diseños curriculares que participan activamente de los problemas globales y locales desde propuestas que generan y difunden nuevos conocimientos y soluciones.

Referencias

- ACM/AIS IS (2010). *Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems*.
- ACM/AIS/IEEE (2005). *Computing Curricula 2005 the Overview Report*.
- ACM/IEEE (2008). *Computer Science Curriculum 2008: An Interim Revision of CS 2001*.
- ACM/IEEE. Information Technology (2008). *Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Technology*.
- Álvarez, R. y Mayo, I. (2009). Las tecnologías de la información y la comunicación en la educación superior. *Revista Iberoamericana de Educación/Revista Iberoamericana de Educação*, (50/7), 10.
- American Society of Civil Engineers. (2019). ASCE. https://www.asce.org/about_civil_engineering/
- Aquiles, G. (2014). *Introducción a la ingeniería: la tecnología, el ingeniero y la cultura*. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas. <https://elibro.net/en/ereader/bibliotecauaca/78162?page=66>.
- Ariñez, C. y Mora, R. (2019). Actualización y marco de referencia de los nuevos paradigmas en Ingeniería de Sistemas para el cambio curricular. *Acta Académica*, 64 (mayo), 37-56.
- Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (2014). *Tendencias en la formación de ingenieros en Iberoamérica*. México: AIIIEI.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). *Estrategia del grupo BID con el país*. <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=EZSHARE-1155022028-9>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). *Perspectiva general*. <https://www.iadb.org/es/paises/costa-rica/perspectiva-general>

- Banco Mundial. (2016). *El banco mundial en Costa Rica*. <https://www.bancomundial.org/es/country/costarica>
- Berkeley University of California. (2019). *Berkeley*. <https://engineering.berkeley.edu/academics/undergraduate-programs/civil-environmental-engineering>
- Berné, J., et al. (2019). *GNSS: GPS: fundamentos y aplicaciones en geomática*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. <https://elibro.net/es/lc/bibliotecauaca/titulos/111750>
- Boletín Oficial del estado (2009). *Ministerio de Educación*. <http://www.boe.es/boe/dias/2009/08/04/pdfs/BOE-A-2009-12977.pdf>
- Bolívar, E., y Lozano, R. (2019). Estudio de Factibilidad Ingeniería en Topografía articulada por ciclos propedéuticos con el programa de Tecnología en Levantamientos Topográficos para ofertar en el municipio de Bucaramanga.
- Capurro, R. (2007). Epistemología y ciencia de la información. *Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 11-29.
- Castro, L. (2018). *La planeación sostenible de ciudades: propuestas para el desarrollo de infraestructura*. México, D.F, México: FCE - Fondo de Cultura Económica. <https://elibro.net/en/ereader/bibliotecauaca/37820?page=11>.
- Centro de Desarrollo de Alto Potencial. (2019). *Cómo las metodologías de mejora continua impactan el mundo*. <https://hipodec.up.edu.mx/blog/impacto-industria-metodologias-mejora-continua>
- Chávez, G. (2010). *El ingeniero y la ingeniería civil*. Instituto Politécnico Nacional. <https://elibro.net/es/lc/bibliotecauaca/titulos/73967>
- Colegio de Ingenieros Electricistas, Mecánicos e Industriales. (2015). *Perfil de profesionales en Ingeniería Civil*. http://cfia.or.cr/descargas_2015/formacion_profesional/perfir_profesional_industrial_ciemi.pdf

- Colegio de Ingenieros Topógrafos. (2017). *Asamblea general extraordinaria No. 01-2018-AGET*. <https://colegiotopografoscr.com/comunicados/2018/asamblea.pdf>
- Consejo Nacional de Rectores. (2017). *Estadísticas de diplomas 2013-2015*. <https://www.conare.ac.cr/servicios/estadistica>
- Consejo Nacional de Rectores. (2018). *Seguimiento de la condición laboral de las personas graduadas 2011-2013 de las universidades costarricenses*. San José, Costa Rica: CONARE.
- Cuervo, M. y Menéndez, A. (2008). Métricas e Indicadores de la Sociedad de la Información: panorámica de la situación actual. *Estadística española*, 50(168), 273-320.
- Cugurullo, F. (2018). *The origin of the Smart City imaginary: from the dawn of modernity to the eclipse of reason*. In C. Lindner, & M. Meissner (Eds.), *The Routledge Companion to Urban Imaginaries*. Londres: Routledge.
- Del Río, O., Espinoza, T., Sáenz, A., y Cortés, F. (2019). Levantamientos Topográficos con Drones. *Revista Ciencia 1*.
- Dias, P. (2013). The Engineer ' s Identity Crisis : Homo Faber or Homo Sapiens. In Diane, Michelfelder., Natasha, McCarthy. and David, Goldberg. (eds.), *Philosophy and Engineering: Reflections on Practice, Principles and Process* (pp. 139-150). DOI: 10.1007/978-94-007-7762-0_11
- Díaz, J., Jiménez, G., y Hurtado, C. (2019). Proyecto académico ingeniería topográfica y geomática. *Revista Educación En Ingeniería*, 14(28), 95-105. <https://doi.org/10.26507/rei.v14n28.987>.
- Duarte, S. (2008). Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) desde una perspectiva social. *Revista Electrónica Educare*, 12, 155-162.
- Escobar, C., Calderón, J., Cevallos, E. y Escobar, H. (2017). Epistemología de las ciencias computacionales en ingeniería. *Revista Didasc@ lia: Didáctica y Educación*, 8(3).

Estado de La Nación (2016). *Quinto informe Estado de la región en Desarrollo humano sostenible*.

Galland, G. (2011). *Reflexiones Epistemológicas: En torno a la cuestión de la ciencia y la tecnología*. XXXIX Congresso Brasileiro de Educação Em Engenharia. <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/8/sexoestec/art1854.pdf>

García, A. (2014). *Topografía moderna*. Universidad Politécnica de Cartagena. ProQuest eBook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecauacasp/detail.action?docID=4795230>.

Gartner. (2018). *Top 10 Strategic Technology Trends for 2019*. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019/>.

Garzón, R., y Rincón, J. (2017). *La Geomática: Definición, Características, Objeto Y Método De Estudio*.

Gorina, A., Alonso, I., Salgado, A., y Álvarez, J. (2014). La gestión de la información científica proporcionada por el criterio de expertos. *Ciencias de la Información*, 45(2), 39-47.

Graham, R. (2012). *Lograr excelencia en la formación de ingeniería: los ingredientes para un cambio exitoso*. Trad. Hans Grof Reese: Publicado por la Real Academia Nacional de Gran Bretaña para la Ingeniería.

Hewitt, J., y Monge, R. (2018). *La Automatización en los Sectores de Exportación de Alimentos, Tecnologías de Información y Comunicación, y Servicios Offshore en Costa Rica: Impactos sobre el Empleo y la Competitividad*. Informes técnicos, Organización Internacional del Trabajo.

IEEE/ACM Software Engineering (2004). *Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering*, 23 August 2004.

Lafuente, E., Leiva, J. y Mora, R. (2019). *Global competitiveness. Project Costa Rica = informe de competitividad empresarial Cartago*.

- Maris, A. & Lucino, C. (2007). Enfoque curricular orientado al desarrollo de competencias en carreras de Ingeniería. *Paradigma*, 28(1), 87-104.
- Martín, A. (2014). *Topografía*, Universidad Politécnica de Cartagena. <https://elibro.net/es/ereader/bibliotecauaca/59887>
- Massachusetts Institute of Technology. (2019). *Bold solutions for sustainability across scales*. <https://cee.mit.edu/about/>
- Mesa, M. (2019). La Educación para la Ciudadanía Global y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una Agenda para la Transformación Social. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social (RIEJS)*.
- Ministerio de Economía, Industria y Comercio de Costa Rica. (2019). *Estado de situación de las PYME en Costa Rica 2012-2017*. <http://reventazon.meic.go.cr/informacion/estudios/2019/pyme/pcp.pdf>
- Moreiro, J. y Paletta, F. (2019). Competencias y destrezas para la actuación profesional en ambientes digitales en ciencia de la información. *Informação y Sociedade*, 29(2).
- Muñoz, A. y Álvarez, J. (2019). *Bases de la ingeniería ambiental*. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. <https://elibro.net/en/lc/bibliotecauaca/titulos/106548>
- Navarro, S. (2019). *Civil Geeks*. <https://civilgeeks.com/2012/04/27/historia-y-origen-de-la-ingenieria/>
- Nichols, S. (2017). *Recruitment Department of Geodesy and Geomatics*. New Brunswick, Canada: Department of Geodesy and Geomatics
- Núñez, A., Buill, F., y Rodríguez, J. (2009). Recursos para autoaprendizaje en la titulación de Ingeniería Técnica en Topografía. *Revista de Docencia Universitaria*, 7(2).
- Oficina de Estadísticas Laborales. (2019). *All engineers*. <https://www.bls.gov/ooh/architecture-and-engineering/industrial-engineers.htm#tab-1>

- Pérez, J. (2018). *Definición*. <https://definicion.de/infraestructura/>
- Prince, S. y Llach, C. (2006). *El estatus epistemológico de la ingeniería y su importancia para el diseño Curricular*. Chile: Universidad de Valparaíso. <https://www.yumpu.com/es/document/view/13743782/el-estatus-epistemologico-de-la-ingenieria-y-su-eici>
- Pulgarín, L., Loaiza, M., Mosquera, J., Ramos, R., & Velásquez, J. (2013). *Introducción a la Ingeniería*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Quesada, M., Cedeño, M. & Zamora, J. (2001). *El diseño curricular en los planes de estudio: Aspectos teóricos y guía metodológica*. San José, Costa Rica: Editorial UNA.
- Reverso Diccionario. (2019). Diccionario.reverso.net. <https://diccionario.reverso.net/espanol-definiciones/infraestructura+t%C3%A9cnica>
- Rodríguez, F. & Fernández, G. (2010). Ingeniería sostenible: nuevos objetivos en los proyectos de construcción. *Revista ingeniería de construcción*, 25(2), 147-160. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732010000200001>
- Rojas, M. (2011). *Introducción a la ingeniería*. Ediciones de la U. <https://elibro.net/es/lc/bibliotecauaca/titulos/70968>
- Romaní, J. (2009). El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento. Zer: *Revista de Estudios de Comunicación*, 14(27), 295–318. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aphy&AN=47139369&lang=es&site=eds-live>.
- Sánchez, L., Aguas, N., Cortes, J., Gaona, A., Rodríguez, G., y Rodríguez, F. (2019). Nuevos perfiles profesionales en TI: caso ANIEI-New professional profiles in IT: case of ANIEI.
- UACA. (2018). *Documento de autoevaluación Ingeniería de Sistemas*. Documento institucional.
- UACA. (2018). *Estado del arte de la carrera de Ingeniería de Sistemas*. Documento institucional.

- UACA. (2020). *Plan estratégico de la carrera de Ingeniería Civil*. Documento institucional.
- UACA. (2020). *Plan estratégico de la carrera de Ingeniería de Sistemas*. Documento institucional.
- UACA. (2020). *Plan estratégico de la carrera de Ingeniería Topográfica y Catastral*.
- UACA. (2021). Solicitud de modificación sustancial del Bachillerato y Licenciatura en Ingeniería Civil, con base en el artículo 23, inciso c) del Reglamento General del CONESUP
- UACA. (2021). Solicitud de modificación sustancial del Bachillerato y Licenciatura en Ingeniería Topográfica y Catastral con base en el artículo 23, inciso c) del Reglamento General del CONESUP. Junio 2020.
- UACA. (2021). Solicitud de modificación sustancial del Bachillerato y Licenciatura en Ingeniería de Sistemas con base en el artículo 23, inciso c) del Reglamento General del CONESUP. Septiembre, 2021.
- Unión Europea, Eurostat Oficina Europea de Estadísticas (2019). *Eurostat Statistics Explained*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Employment_statistics
- United States Department of Labor (2019). *Bureau of Labor Statistics*. <https://www.bls.gov/home.htm>
- Universidad de Concepción. (2017). *¿En qué consiste la carrera de ingeniería geomática?* <https://www.tvu.cl/magazine/2017/12/26/en-que-consiste-la-carrera-de-ingenieria-geomatica.html>
- Universidad de Guadalajara. (2020). *Ingeniería topográfica*. <http://www.cucei.udg.mx/es/oferta-academica/licenciaturas/licenciatura-en-ingenieria-topografica>
- Universidad del Valle. (2020). *Ingeniería topográfica*. <http://ingenieria.univalle.edu.co/prueba-colegio-ingenieria/64-del-colegio-a-las-ingenierias/278-ingenieria-topografica>

Universidad Nacional Autónoma de México. (2018). *Ingeniería geomática*. <http://oferta.unam.mx/ingenieria-geomatica.html>

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. (2020). *Carrera de ingeniería geomática*. <https://www.unphu.edu.do/acerca-de-la-unphu/facultades/facultad-de-ciencias-y-tecnologia/escuela-de-ingenieria-geomatica/ingenieria-geomatica/>

Universidad Tecnológica de Panamá. (2020). *Licenciatura en ingeniería geomática*. <http://www.fic.utp.ac.pa/licenciatura-en-ingenieria-geomatica>

Yip, J., Ahn, J., Bonsignore, E., Clegg, T., y DiSalvo, E. (2019). *Making the Learning Sciences Count: Impacting Association for Computing Machinery Communities in Human-Computer Interaction*. A Wide Lens: Combining Embodied, Enactive, Extended, and Embedded Learning in Collaborative Settings.

Ysunza, M. (2010). *Perfil de egreso y formación profesional: una estrategia metodológica en el diseño curricular*. Universidad Autónoma Metropolitana, IISUE.

Zúñiga, M. (S.f.). 190 [ciento noventa] años de historia y evolución. Revista CFIA.