

# Creación del Centro de Tecnologías para la Educación (CTE)

Tema: Sistema Universitario

Nazareth Mesén Sánchez, EAN  
maria.mesensanchez@ucr.ac.cr

Sharlin Hernández Sánchez, EIE  
sharlin.hernandez@ucr.ac.cr

María de los Ángeles Ulate Jarquín, EIE  
maria.ulatejarquin@ucr.ac.cr

Nazareth Lanzoni Cerdas, EAN  
nazareth.lanzoni@ucr.ac.cr

Fiorella Mora Cruz, EAN  
fiorella.moracruz@ucr.ac.cr

Ricardo Villalón Fonseca, ECCI  
ricardo.villalon@ucr.ac.cr

## **Resumen ejecutivo**

La transformación digital en la educación superior permite encarar problemas globales a través del uso de herramientas tecnológicas. La Universidad de Costa Rica ofrece múltiples servicios tecnológicos a la comunidad, de apoyo a la administración y para gestión de contenido como apoyo a cursos virtuales. Pero las unidades presupuestan sus necesidades de recursos tecnológicos académicos mayormente de forma individualizada. Las restricciones financieras y recursos disponibles sugieren que la diversificación tecnológica propia de la academia debe ser soportada por servicios de nivel grupal o para uso de toda la comunidad, con el fin de optimizar los recursos disponibles. En esta ponencia se propone crear el Centro de Tecnologías para la Educación para atender el desarrollo de las necesidades tecnológicas académicas, en beneficio directo de la población estudiantil y docente. La unidad desarrollaría y gestionaría servicios tecnológicos para actividades educativas, de forma generalizada o grupal. La propuesta presenta como referencia la experiencia de los últimos cinco años de servicios prestados por la Nube Académica Computacional, una plataforma tecnológica que ha proporcionado laboratorios de computadores virtuales a miles de estudiantes y a docentes en todas las sedes de la Universidad, con beneficios y niveles de optimización de recursos sin precedentes a nivel institucional.

*Palabras clave:* Tecnologías para la Educación, Transformación Digital, Diversificación Tecnológica.

# **1 Descripción del problema**

## **1.1 Contexto de las tecnologías y la educación en la UCR**

La transformación digital en las instituciones de educación superior ofrece oportunidades para facilitar el acceso a la educación a personas de diversos contextos sociales. Promueve el uso de herramientas y el desarrollo de capacidades para encarar problemas globales y en contextos transdisciplinarios, como la pobreza, la calidad de vida, las diferencias económicas, o las crisis ambientales, entre otras [1].

La Universidad de Costa Rica (UCR) dispone de servicios tecnológicos básicos para uso de toda la comunidad, pero también servicios para funcionarios en apoyo a tareas administrativas. Por ejemplo se dispone de servicios de telefonía, redes y acceso inalámbrico, acceso a Internet, equipo computacional físico o virtual para procesamiento, soporte técnico, entre otros. Además, dispone de servicios digitales como autenticación de usuarios, hospedaje de sitios web y aplicaciones de software para apoyo a la administración [2] [3] entre otros, que son gestionados por el Centro de Informática.

En el contexto académico, la UCR tiene a disposición de la comunidad universitaria la Unidad Metics de la Vicerrectoría de Docencia, cuya misión es acompañar de manera interdisciplinaria los procesos de mediación pedagógica e innovación con tecnologías dentro de la institución [4]. El principal servicio de Metics para estudiantes y docentes es Mediación Virtual, un sistema de gestión de aprendizaje provisto a través de una aplicación web que permite desarrollar actividades de carácter docente, para la virtualización de cursos.

Además, la UCR dispone de la Nube Académica Computacional (NAC), una plataforma tecnológica compleja que ofrece laboratorios de computadores virtuales, con acceso remoto a estudiantes y docentes, para apoyo al desarrollo de actividades académicas. El origen de

la NAC se remonta al desarrollo del proyecto de investigación B3145 *Creación de la Nube Académica Computacional de la UCR* [5]. Este proyecto, inscrito en la Vicerrectoría de Investigación a finales del año 2012, contó con la participación de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática (ECCI), el Centro de Investigaciones en Tecnologías de la Información y Comunicación (CITIC) y el Centro de Informática (CI).

Por otra parte, las unidades -como escuelas o centros de investigación- dedicadas a actividades sustantivas de la institución establecen sus propias necesidades tecnológicas para apoyo a la docencia, la investigación o la acción social, y solicitan recursos a las unidades pertinentes que realizan la adquisición de equipos de diversa índole, incluidos los equipos tecnológicos [6].

Sin embargo, la estructura y el esquema de gestión tecnológica actual presenta importantes oportunidades de mejora. La atención a estas oportunidades constituye el foco principal de esta ponencia.

## **1.2 Necesidades tecnológicas para apoyo a la educación en la UCR**

La diversificación tecnológica [7] es un elemento común en las instituciones de educación superior [8]. Las universidades son un espejo de la sociedad, por lo que la enseñanza superior, las investigaciones científicas y la innovación conllevan necesidades de interacción o desarrollo con tecnologías diversas [9]. La comunidad universitaria está conformada por decenas de miles de personas, por lo que es de esperar que haya un alto nivel de diversificación tecnológica.

Con la puesta en marcha de la NAC, se identificaron necesidades tecnológicas importantes durante la última década, que reflejan parte del nivel de diversificación tecnológica que requiere ser atendido en la UCR:

- *Necesidad de apoyar el desarrollo de tecnologías actuales y emergentes:* se refiere a la evolución, integración tecnológica e innovación en temas como inteligencia artificial, Internet de las cosas, sistemas eléctricos y electrónicos, sistemas mecánicos, biosistemas, sistemas de salud, sistemas de redes sociales, desarrollo de ciencias básicas, gemelos digitales, ciudades inteligentes, espacios de datos, ciberseguridad, grandes volúmenes de datos, entre otros.
- *Necesidad de establecer arquitecturas diversas para sistemas:* se refiere al establecimiento de elementos tecnológicos -como estructuras de red, esquemas de organización de recursos de hardware y software, soluciones de seguridad, mecanismos de acceso remoto, entre otros- para la definición e implementación de proyectos tecnológicos asociados a cursos de diversa índole, a proyectos de grado y posgrado, a proyectos de investigación, entre otros.
- *Necesidad de esquemas para gestión de recursos:* se refiere a la definición de perfiles y sistemas de automatización para la asignación de recursos tecnológicos de procesamiento, de almacenamiento, de red, recursos compartidos, recursos colaborativos, recursos especializados, entre otros.
- *Necesidad de (ciber)seguridad y privacidad:* se refiere a la definición y establecimiento de esquemas de (ciber)seguridad acordes al estado del arte, así como el correspondiente desarrollo de regulación para atender las necesidades derivadas.

Lo anterior representa solo una pequeña muestra, de una lista amplia de necesidades, que evidencia la importancia de la diversificación tecnológica en la UCR. Además, permite visualizar la necesidad de contar con una entidad que sirva como catalizador o común denominador -i.e., un centro de tecnologías para la educación- a nivel institucional que

atienda de forma efectiva, eficaz y eficiente la diversificación tecnológica, en beneficio de la población estudiantil y docente.

### **1.3 Justificación de un centro de tecnologías para la educación**

El mejoramiento de la calidad de la educación que se enseña, se aprende y se vive en la UCR, con apoyo de la tecnología, es el justificante y razón de ser de esta ponencia. La población estudiantil es el mayor beneficiario de ese esperado mejoramiento aunque, sin duda, con un nivel comparable de beneficios para la población docente en sus actividades académicas, de investigación y de acción social.

El tamaño de la comunidad universitaria, la cantidad de recintos, las áreas del saber, las unidades de la institución, las carreras y la cantidad de proyectos en desarrollo se multiplican para conformar un problema de tamaño complejo, que debe ser gestionado con herramientas y métodos apropiados para lograr una diversificación tecnológica optimizada. Herramientas como la virtualización permiten reutilizar los recursos, por ejemplo semestre a semestre, en actividades diferentes según se presentan y cambian las necesidades.

Considerando a la NAC, como un ejemplo de reutilización y optimización de recursos, durante los años del 2020 al 2024 se aprovisionaron recursos computacionales a aproximadamente 20000 estudiantes matriculados en cerca de 700 cursos en carreras de grado y posgrado en todas las Sedes de la UCR, por medio de 1000 computadores virtuales alojados en una granja de 30 servidores físicos.

En el ámbito financiero, la realidad nacional y la institucional presentan un panorama complicado. El presupuesto disponible para satisfacer necesidades individuales de equipamiento tecnológico de las diferentes unidades, cuyas solicitudes totales ascienden a órdenes de magnitud de varios miles de millones de colones por año, no permite satisfacer

mas del 50% en promedio de todas las solicitudes -durante el año 2025, el porcentaje promedio de solicitudes atendidas es mucho menor 50%-, y las perspectivas de corto, mediano o largo plazo para mantener u obtener más recursos económicos en la institución no son alentadores.

Sin embargo, aun cuando algunas necesidades tecnológicas requieren atención individualizada, hay soluciones que responden a necesidades tecnológicas grupales, como por ejemplo cuando se organizan por áreas del saber, por características comunes de los recursos tecnológicos o simplemente porque en el diseño se establecen especificaciones técnicas similares. Algunas necesidades pueden ser satisfechas con plataformas tecnológicas de alcance generalizado a toda la institución, como es el caso de los servicios provistos por la NAC, o plataformas de nube para proyectos de investigación o acción social que podrían ser gestionados con infraestructura similar.

Se trabajaría en la orquestación optimizada de los recursos tecnológicos y financieros invertidos en tecnología, pero a la vez en la calidad de los resultados educativos. En este contexto, toma sentido tener una unidad que trabaje de forma dedicada en el apoyo tecnológico de necesidades educativas, que cuente con músculo técnico robusto y se ocupe de integrar las necesidades tecnológicas de todas las partes interesadas. Así, el apoyo institucionalizado, organizado, optimizado y sostenible para la transformación digital y la diversificación tecnológica, en el contexto de las actividades educativas, conforman el camino a seguir expresado en esta ponencia.

## 2 Propuesta para el Centro de Tecnologías para la Educación

### 2.1 Conceptualización del Centro de Tecnologías para la Educación

*Centro de Tecnologías para la Educación (CTE)* es el nombre propuesto para la unidad que se describe en este documento. Su objetivo principal es contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación en la UCR, proporcionándole apoyo tecnológico. El CTE aportaría músculo tecnológico directo, servicios tecnológicos compartidos de valor agregado y de alto nivel, para el mejoramiento de la educación y teniendo como beneficiarios principales a la población estudiantil y a la comunidad docente.

Los servicios tecnológicos serían de ámbito común a grupos temáticos o a toda la comunidad universitaria, en actividades docentes, investigación, acción social, aunque no administrativos. Los desarrollos de servicios serían coordinados con otras unidades que prestan servicios tecnológicos o administrativos a nivel institucional, en lo que corresponda.

Es decir, el CTE sería un catalizador en el desarrollo tecnológico de la educación, con la expectativa de optimizar aspectos como:

- *Entrega de beneficios directos a la población estudiantil y docente*, generados por el desarrollo de proyectos tecnológicos comunes, para la academia, la investigación y la acción social, con recursos de hardware y software especializados, disponibles a estudiantes y docentes, desde todas las sedes o desde sus casas a través de Internet.
- *Involucramiento de las partes interesadas* en la habilitación de tecnologías innovadoras y en la asignación equitativa para el uso de los recursos.

- *Optimización de recursos financieros y tecnológicos*, con apoyo de propuestas técnicas basadas en arquitecturas de sistemas, que se ajusten según las necesidades reales.
- *Optimización de riesgos* asociados al desarrollo de proyectos tecnológicos al integrar servicios en plataformas a la medida.

Algunos de los instrumentos o recursos tecnológicos que podrían formar parte de las herramientas de trabajo del CTE son:

- *Una o varias plataformas de nube* para atender diversos perfiles de necesidades de cursos, investigaciones, computación remota, alto rendimiento u otros. Por ejemplo, una plataforma de nube enfocada en laboratorios virtuales para las actividades de cursos y otra enfocada en proveer recursos para proyectos de diversa índole, logrando así un uso optimizado de recursos tecnológicos disponibles.
- *Conectividad y acceso remoto apropiado* a la infraestructura de red y a los centros de datos institucionales donde sean desplegados los servicios, en coordinación con otras unidades de la institución, según corresponda.
- *Sistemas tecnológicos para apoyar el ciclo de vida de los servicios provistos*, teniendo en consideración aspectos esenciales como la arquitectura, la gestión y la gobernanza de todos los recursos o servicios y de la Unidad misma.
- *Normativa reconocida y estudios científicos en el nivel del estado del arte*, como estándares internacionales, publicaciones científicas relevantes y normativa apropiada a la estructura institucional, para apoyar los desarrollos tecnológicos.

## 2.2 Integración del CTE dentro del ecosistema institucional

La UCR, entendida como un ecosistema institucional, se conforma de múltiples entidades o unidades que desempeñan funciones complementarias unas con respecto a las otras. En una vista general del ecosistema académico se pueden apreciar estudiantes, docentes, investigadores, unidades para actividades docentes, unidades de investigación, unidades de acción social, unidades de innovación, unidades de apoyo tecnológico, unidades de administración, entre otras, tal como se muestra en la Figura 1.



*Figura 1: Integración del CTE en el ecosistema institucional  
Fuente: elaboración propia*

El CTE funcionaría principalmente como un proveedor de servicios para la mayoría de las unidades, pero habría coordinación con unidades administrativas y otras unidades de apoyo tecnológico, para integrarse apropiadamente en el ecosistema.

Como información complementaria, en el anexo 5.1 se presenta una propuesta para la estructura organizacional y funcional del CTE.

### 2.3 Arquitectura, gestión y gobernanza del CTE

El CTE sería unidad de carácter tecnológico para apoyo a la educación, por lo que tendría en su responsabilidad el desarrollo y administración de recursos y servicios tecnológicos, y debería disponer de instrumentos apropiados para llevar a cabo sus tareas. La utilización de estándares internacionales, con procesos de validación y consenso de ámbito global, guiarían el desarrollo y administración de los proyectos, tanto hacia la comunidad como a lo interno de la unidad, con el fin de lograr el mayor nivel de optimización en el uso de recursos que garantice el éxito de los resultados esperados.

Las arquitecturas facilitan el desarrollo técnico, pero además son la base para desarrollar procesos de gestión y gobernanza con sentido. Esta integración entre las arquitecturas y los procesos administrativos es esencial para la sostenibilidad del desarrollo tecnológico a nivel institucional. El ciclo de vida de proyectos apoyados con tecnología debe considerar elementos como los que se muestran en la Figura 2. En el Anexo 5.2 se proponen estándares de referencia para las principales actividades del CTE.

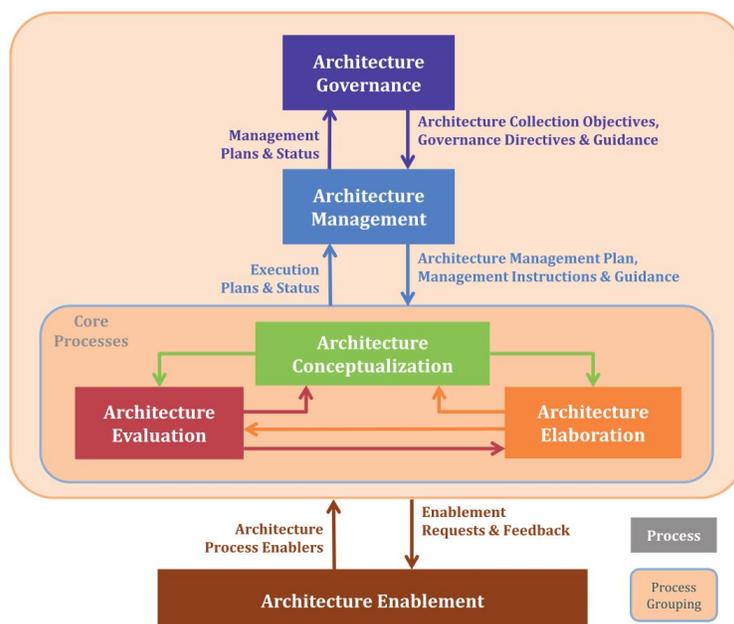


Figura 2: Procesos de una arquitectura y sus interacciones  
Fuente: [10], pág. 9

### 3 Referencias bibliográficas

- [1] Kaputa, V., Loučanová, E., y Tejerina-Gaite, F. A. (2022). Digital transformation in higher education institutions as a driver of social oriented innovations. En C. Păunescu, K. Lepik, y N. Spencer (Eds.), *Social innovation in higher education: Landscape, practices, and opportunities* (pp. 61–85). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-84044-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-84044-0_4)
- [2] Universidad de Costa Rica. (s.f.). *Servicios y recursos para funcionarios*. <https://www.ucr.ac.cr/docencia/servicios-recursos-docentes/>
- [3] Universidad de Costa Rica. (s.f.). *Centro de Informática*. <https://ci.ucr.ac.cr/>
- [4] Universidad de Costa Rica. (s.f.). *Misión y visión*. <https://metics.ucr.ac.cr/es/quienes-somos/mision-vision>
- [5] Universidad de Costa Rica. (s.f.). *Creación de la nube académica computacional de la UCR*. <https://vinv.ucr.ac.cr/sigpro/web/projects/B3145>
- [6] Universidad de Costa Rica. (s.f.). *Comisión institucional de equipamientos*. <https://ci.ucr.ac.cr/comision-institucional-equipamientos>
- [7] Ceipek, R., Hautz, J., Mayer, M., y Matzler, K. (2019). Technological diversification: A systematic review of antecedents, outcomes and moderating effects. *International Journal of Management Reviews*, 21(4), 466–497. alejandra.selva <https://doi.org/10.1111/ijmr.12205>
- [8] ETH Library, (s.f). *Technology diversification, product innovations, and technology transfer*. <https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/21820/eth-41716-01.pdf>
- [9] Poplavskyi, M. (2021). Innovative technologies in modern higher education: European experience and Ukrainian context. *Revista on line de Política e Gestão Educacional*, 25(esp. 3), 1698–1711. <https://doi.org/10.22633/rpge.v25iesp.3.15586>

[10] International Organization for Standardization. (2019). *Software, systems and enterprise — Architecture processes (ISO/IEC/IEEE 42020)*. International Organization for Standardization.

[11] International Organization for Standardization. (2022). *Software, systems and enterprise — Architecture description (ISO/IEC/IEEE 42010)*. International Organization for Standardization.

[12] International Organization for Standardization. (2022). *Software, systems and enterprise - Architecture evaluation (ISO/IEC/IEEE 42030)*. International Organization for Standardization.

[13] International Organization for Standardization. (2025). *Cybersecurity evaluation of complex systems - Introduction and framework overview (ISO/IEC TS 27115) (Working draft)*. International Organization for Standardization.

[14] International Organization for Standardization. (2022). *Information security management systems — Requirements (ISO/IEC 27001)*. International Organization for Standardization.

[15] International Organization for Standardization. (2022). *Information security controls (ISO/IEC 27002)*. International Organization for Standardization.

[16] Information Systems Audit and Control Association. (2018). *COBIT 2019 Framework: Governance and Management Objectives*. <https://netmarket.oss.aliyuncs.com/df5c71cb-f91a-4bf8-85a6-991e1c2c0a3e.pdf>

## **4 Agradecimientos**

Un sincero agradecimiento a la profesora M.Sc. Alejandra Selva Mora y a la Dra. Gabriela Marín Raventós por su apoyo y comentarios en la elaboración de esta ponencia.

## 5 Anexos

### 5.1 Propuesta de estructura organizacional y funcional del CTE

Se propone que la nueva unidad se integre al esquema institucional, como una dependencia de la Vicerrectoría de Docencia, según se muestra en la Figura 3.

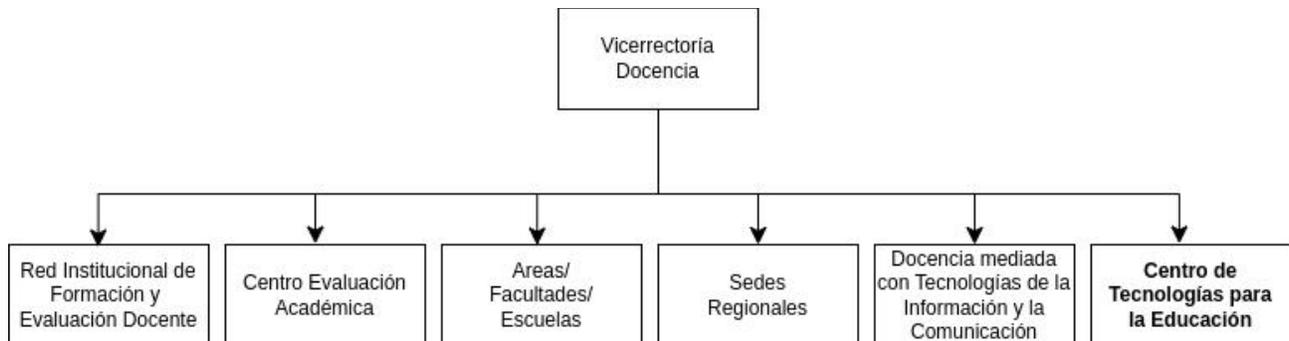


Figure 3: Propuesta de integración del CTE en el esquema institucional  
Fuente: organigrama institucional y elaboración propia

En relación con la organización interna de la unidad, se propone la estructura que se muestra en la Figura 4a.

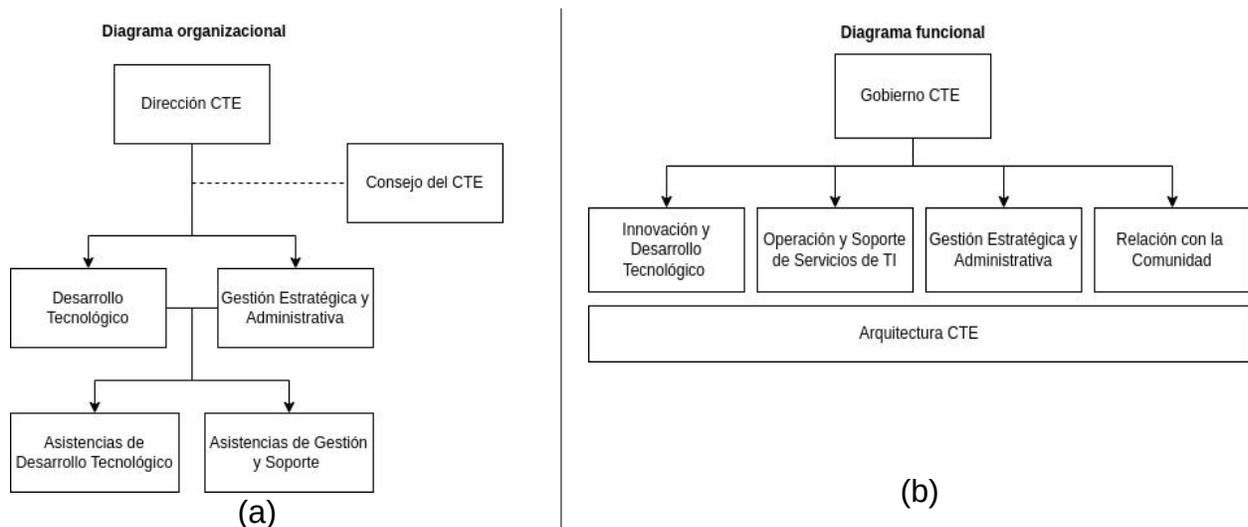


Figura 4: Propuesta de diagrama organizacional y funcional del CTE  
Fuente: elaboración propia

- Dirección CTE: podría estar compuesta por una dirección y una subdirección. Los puestos serían elegidos por medio de votación de los miembros del Consejo del CTE y por periodos de 4 años.

- Consejo del CTE: podría estar conformado por una representación con la siguiente distribución:
  - Dirección del CTE (coordinador(a))
  - Vicerrector(a) de Docencia
  - Vicerrector(a) de Investigación
  - Vicerrector(a) de Acción Social
  - Decano(a) del SEP
  - Un(a) representante de cada área de conocimiento
  - Dos representantes de sedes regionales
  - Dos representantes de unidades de investigación
  - Dirección del Centro de Informática
  - Cuatro representantes estudiantiles

Los miembros del Consejo podrían ser elegidos por periodos de 2 años, con rotación en los miembros que representan grupos como áreas, sedes regionales, unidades de investigación y la representación estudiantil.

- Desarrollo tecnológico: sería el equipo técnico encargado de diseñar las arquitecturas y desarrollar los sistemas y servicios. Tendría a su cargo las funciones de innovación y desarrollo tecnológico, así como la operación y soporte de servicios de TI, como se muestra en la Figura 4b.
- Gestión estratégica y administrativa: sería el equipo encargado de elaborar el marco de gobierno, plan estratégico y las tareas de administración. Sería un equipo de apoyo estratégico y administrativo al equipo de desarrollo tecnológico, así como de relación con la comunidad, como se muestra en la Figura 4b.

- Asistencias: las asistencias serían un apoyo invaluable a las actividades de la unidad, así como una importante fuente de experiencia para las personas participantes.
- Arquitectura CTE: sería el producto de trabajo con la especificación documental de los componentes tecnológicos a ser desarrollados, operados y administrados por el CTE. La arquitectura sería el resultado de atender las preocupaciones expresadas por todas las partes interesadas, es decir, solicitudes de los miembros de la comunidad que serían orquestadas por medio de las decisiones en el Consejo del CTE. La arquitectura también sería la referencia técnica para la elaboración del marco de gobierno y la planificación estratégica.

**IMPORTANTE:** para el desarrollo inicial de la Unidad y de su arquitectura posiblemente se requiera un esfuerzo institucional adicional. El desarrollo de los proyectos y servicios inicialmente es complejo y laborioso, entonces es importante contar con una coordinación de alto nivel de experiencia en el desarrollo de proyectos a partir de arquitecturas de sistemas, así como personal técnico calificado para trabajar en ese contexto.

## **5.2 Propuesta de estándares internacionales de referencia**

Se propone la alineación con al menos las siguientes normas de arquitectura de sistemas, gestión, gobernanza y ciberseguridad, para el desarrollo de las actividades del CTE:

- ISO/IEC/IEEE 42010 Software, systems and enterprise - Architecture description [11].
- ISO/IEC/IEEE 42020 Software, systems and enterprise - Architecture processes [10].
- ISO/IEC/IEEE 42030 Software, systems and enterprise - Architecture evaluation [12].
- ISO/IEC TS 27115 Cybersecurity evaluation of complex systems - Introduction and framework overview [13].
- ISO/IEC 27001 Information security management systems — Requirements [14].

- ISO/IEC 27002 Information security controls [15].
- Marco de trabajo COBIT 2019 [16].
- Normativa institucional y nacional pertinente, por identificar.