



# PLAN ANUAL DE TRABAJO DE LA INSTANCIA OPERADORA DE LA RED NICTÉ 2018



# PLAN ANUAL DE TRABAJO DE LA INSTANCIA OPERADORA DE LA RED NICTÉ 2018

**Elaborado por:**

**Corporación Universitaria para el Desarrollo de  
Internet, A.C. (CUDI)**

**Marzo 2018**

## Contenido

<b>Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>I. Objetivo de la Red Nicté</b> .....	<b>6</b>
1.1. Acciones a realizar durante 2018.....	6
<b>II. Principios transversales de gobernanza y gestión</b> .....	<b>6</b>
2.1. Gobernanza de la Red Nicté .....	6
2.2. Gestión y regulación efectivas .....	7
<b>III. Marco normativo</b> .....	<b>7</b>
3.1. Normatividad sobre ciencia y tecnología.....	7
3.1.1. Ley de Ciencia y Tecnología.....	7
3.1.2. Ley Orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.....	8
3.1.3. Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018 .....	8
3.1.4. Normatividad sobre telecomunicaciones.....	9
3.1.5. Acuerdo de colaboración SCT – CONACYT .....	10
3.1.6. Obligaciones de la Instancia Operadora.....	11
<b>IV. La conectividad de banda ancha académica, un área de oportunidad para México</b> .....	<b>12</b>
4.1. Naturaleza normativa de las Redes Nacionales de Educación e Investigación .....	12
4.2. Antecedentes de la Red Académica de México .....	15
4.3. La Red Nicté en el contexto internacional.....	17
<b>V. Relevancia económica y social</b> .....	<b>20</b>
5.1. Banda ancha en la educación y la investigación.....	24
<b>VI. Plan de Trabajo de la Red Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Red Nicté)</b> .....	<b>26</b>
6.1. Gestión de la Asociación Civil .....	26
6.2. Conectividad local a través de anillos urbanos .....	27
6.2.1. Objetivo específico.....	28
6.2.2. Líneas estratégicas de acción.....	29
6.2.3. Actores involucrados.....	29
6.2.4. Priorización de anillos de fibra óptica.....	30
6.2.5. Estudio de casos de anillos de fibra óptica.....	37
6.3. Tareas y entregables para cada anillo .....	37
6.4. Objetivo específicos.....	38
6.5. Actores involucrados.....	38
6.6. Financiamiento de anillos.....	38
6.6.1. Objetivos específicos.....	39
6.6.2. Actores involucrados.....	39
6.7. Despliegue de los anillos financiados y de la dorsal que los conecte.....	39
6.7.1. Objetivos específicos.....	39
6.7.2. Actores involucrados.....	39
6.8. Conectividad internacional.....	39
6.8.1. Objetivos específicos.....	39
6.8.2. Actores involucrados.....	40
6.9. Colaboración con Estados Unidos y Canadá.....	40
6.10. Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas (CLARA).....	40
6.11. Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID).....	41
6.12. Centro de Operaciones de la Red (NOC) .....	41
6.12.1. Objetivos específicos.....	43
6.12.2. Actores involucrados.....	43
6.13. Calendarización.....	43

### Índice de Esquemas, Figuras, Gráficas, Mapas y Tablas

<b>Esquema 1.</b> Interconexión entre la red de Telmex RI3 y la red mexicana.....	16
<b>Esquema 2.</b> Desarrollo económico a partir de la penetración de las TIC.....	25
<b>Esquema 3.</b> Sistema de Monitoreo .....	42
<b>Figura 1.</b> Red troncal y anchos de banda .....	20
<b>Figura 2.</b> Matrícula de IES .....	28
<b>Gráfica 1.</b> Ancho de Banda Típico en los países europeos miembros de GÉANT .....	19
<b>Mapa 1.</b> Red Troncal de la Red Académica Mexicana .....	16
<b>Mapa 2.</b> Redes académicas que operan a nivel mundial .....	18
<b>Mapa 3.</b> Propuesta de infraestructura dorsal con impacto geográfico para 2018.....	35
<b>Tabla 1.</b> Distribución geográfica de la matrícula de IES .....	19
<b>Tabla 2.</b> Tabla general de indicadores para los proyectos de anillos de fibra óptica ..	31
<b>Tabla 3.</b> Ordenamiento de acuerdo con el promedio de los 6 criterios considerados.	32

## Introducción

El gobierno mexicano, a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), y por mandato de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, ha emprendido el esfuerzo de fortalecer una infraestructura digital de banda ancha que permita a las Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros de Investigación (CI) interconectar sus redes, para así formar una red científica y de investigación con alcance nacional.

A esta infraestructura se le ha denominado como la “Red Nacional para la Investigación Científica, Tecnológica y la Educación” (Red Nicté). Esta red operará en los ámbitos local, nacional e internacional para poner al alcance de la comunidad académica instrumentos especializados y servicios de cómputo avanzado, prioritarios para impulsar su innovación, productividad y competitividad. Asimismo, refuerza la cooperación nacional e internacional en proyectos de gran impacto que permitan al país insertarse en la sociedad del conocimiento y la economía global digital. Los servicios asociados a redes de banda ancha permiten apuntalar el avance de la educación superior, cada vez más dependiente de contenidos electrónicos y de mecanismos de colaboración basados en tecnologías de la información.

Las redes académicas alrededor del mundo son operadas a través de organizaciones sin fines de lucro, concebidas para satisfacer las necesidades de conectividad de las IES y CI. Aquí es donde se encuentran los usuarios más demandantes del país: científicos, académicos e investigadores. Por tanto, las redes académicas deben estar a la vanguardia tecnológica, proveyendo servicios, comunicación y colaboración sobre una red de fibra óptica de alta velocidad que se mantenga en el ‘estado del arte’ y se encuentre exenta del ruido y de la fricción que caracterizan a las redes comerciales.

Aún si fuera factible proveer este tipo de servicios a través de las redes comerciales, el costo sería excesivamente alto. Esto debido a los crecientes flujos de información que requieren los procesos educativos y de investigación de frontera, así como a las necesidades de adaptación técnica y acompañamiento tecnológico que demandan estos grandes usuarios para albergar nuevos experimentos o proyectos al interior y exterior del país.

Las redes académicas tienen los siguientes beneficios:

- Se amplía la posibilidad de que recursos escasos, como pueden ser los instrumentos especializados, supercomputadoras, software o aplicaciones, sean aprovechados por un mayor número de investigadores y académicos de forma colaborativa.
- Se facilita la colaboración interinstitucional y multinacional mediante la interconexión entre instituciones y países. Esto, a su vez, hace más eficiente

la cooperación científica y tecnológica y el uso de recursos ubicados dentro y fuera del país (i.e. HAWC en Puebla, LHC en CERN Suiza, Ciclotrón en EUA, SKA en Australia y Sudáfrica, MareNostrum en España).

- Se impulsa la creación y uso de base de datos, repositorios digitales de información, datos, herramientas de software y hardware de acceso abierto y cerrado dentro y fuera del territorio nacional.
- Se crean ecosistemas educativos con contenidos de gran valor como cursos masivos abiertos, contenidos en línea, repositorios, espacios de interacción docente-alumno, tecnología educativa, patrimonio artístico y cultural.
- Se incorporan servicios que reducen latencias y hacen más eficiente el transporte de información y datos en la red, como pueden ser los Puntos de Intercambio de Tráfico de Internet (IXP).

Por esta razón, la reforma del sector telecomunicaciones previó una serie de acciones y programas, cuyos objetivos principales son la universalización del acceso a banda ancha y la masificación de sus beneficios. Entre las acciones más importantes, se pueden mencionar los cambios al Artículo 6° Constitucional y la promulgación de una nueva Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LFTR). El artículo 213 de la LFTR hace referencia expresa a los mecanismos de coordinación que deberán existir entre CONACYT y SCT para otorgar apoyo financiero y técnico a las IES y CI para su interconexión con capacidad suficiente para formar una red nacional de investigación y educación; así como su interconexión con otras redes internacionales especializadas en el ámbito académico.

El despliegue de esta infraestructura reviste de especial importancia, ya que el acceso a esta tecnología ampliará los flujos de información y posibilitará la ejecución de aplicaciones altamente valoradas en las labores educativas y de investigación. **En este contexto, la Red Nicté constituye una tarea impostergable para alcanzar el acceso masivo a los servicios de banda ancha para la investigación, el desarrollo de tecnología y la educación superior, con los beneficios económicos y sociales que de ello derivan.**

El objetivo fundamental de este documento es establecer el Plan Anual de Trabajo 2018 para el despliegue y gestión de los recursos asociados a la Red Nicté, que llevará a cabo la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet A.C. (CUDI), como Instancia Operadora. Para ello, este plan se divide en cinco apartados. En los siguientes dos bloques se describen el objetivo y principios transversales para la implementación de la Red Nicté. En un tercer apartado, se describe lo concerniente al marco normativo. Posteriormente, se plantea la conectividad de banda ancha como un área de oportunidad para México, así como su relevancia económica y social de la banda ancha. Por último, en el apartado final se presenta el Plan de Trabajo de la Red Nicté.

## I. Objetivo de la Red Nicté

La Red Nacional para la Investigación Científica, Tecnológica y la Educación (Red Nicté) es una estrategia de política pública, con alcance nacional, que busca robustecer la conectividad de las IES y CI con anchos de banda y características equiparables a las de las redes de educación e investigación de los países más avanzados; así como conectar las instituciones que actualmente no tienen acceso a banda ancha.

### 1.1. Acciones a realizar durante 2018

CUDI, en su carácter de Instancia Operadora, propone las siguientes acciones para el año 2018:

- a) Gestión de la Asociación Civil;
- b) Estudios de casos de anillos de fibra óptica y estrategia de priorización de los mismos;
- c) Evolución contratos existentes;
- d) Financiamiento de anillos;
- e) Despliegue de los anillos financiados y de la dorsal que los conecte;
- f) Conectividad internacional;
- g) Implementación del Centro de Operaciones de la Red (NOC por sus siglas en inglés).

## II. Principios transversales de gobernanza y gestión

La Red Nicté seguirá los principios transversales de gobernanza y gestión de sus recursos asociados. La gobernanza estará fundamentada en las decisiones emanadas del Grupo de Trabajo, cuya creación se sustenta en el Convenio de Colaboración firmado entre SCT y CONACYT. Asimismo, se incluye el principio de gestión y regulación efectiva, el cual enmarca el funcionamiento de la Red Nicté dentro de las mejores prácticas internacionales sobre gestión de redes de banda ancha.

### 2.1. Gobernanza de la Red Nicté

La construcción y operación de infraestructura de banda ancha para IES y CI debe reconocer las importantes diferencias que existen en las metas, objetivos, capacidades, tamaños y poblaciones que engloban a las IES y a los CI. Por esta razón, las decisiones en cuanto a la construcción, interconexión y operación de la red deberán basarse en los puntos de vista informados de las diversas instituciones que aportarán recursos y que se beneficiarán de esta infraestructura.

## 2.2. Gestión y regulación efectivas

La gestión de los recursos de las redes que integran la Red Nicté debe estar orientada hacia la neutralidad y a la progresividad económica. Se tratará que, en la medida de sus posibilidades, aquellas instituciones que aprovechen de forma más intensiva los recursos asociados a la red, sean también quienes más aporten para su construcción y operación.

## III. Marco normativo

El acceso universal a las TIC ha sido, desde hace más de una década, una prioridad para el gobierno mexicano. A partir de 2012, el gobierno mexicano emprendió una ambiciosa reforma, con la cual se busca aumentar la conectividad a servicios de telecomunicaciones a través de una mayor competencia entre proveedores de servicios y de una mayor inversión pública en el sector.

La reforma al sector telecomunicaciones implicó cambios profundos del marco normativo. En particular, se derogaron las leyes de telecomunicaciones y de radiodifusión para integrar una nueva Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LFTR). Derivado de esto, CONACYT tiene una tarea que reviste de particular importancia. El artículo 213, de dicha ley, afirma que “el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, en coordinación con la Secretaría [de Comunicaciones y Transportes] establecerá los mecanismos administrativos y técnicos necesarios y otorgará el apoyo financiero y técnico que requieran las instituciones públicas de educación superior y de investigación para la interconexión entre sus redes, con la capacidad suficiente, formando una red nacional de educación e investigación, así como la interconexión entre dicha red nacional y las redes internacionales especializadas en el ámbito académico”.

### 3.1. Normatividad sobre ciencia y tecnología

La normatividad aplicable a ciencia y tecnología demanda que CONACYT impulse la creación de infraestructura orientada a servir a las actividades de ciencia, tecnología e innovación, tal como se describe a continuación.

#### 3.1.1. Ley de Ciencia y Tecnología

El artículo 2 de la Ley de Ciencia y Tecnología establece, como una de las bases para la Política de Estado, que se sustente la integración del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de la siguiente manera:

“Promover el desarrollo, la vinculación y disseminación de la investigación científica que se derive de las actividades de investigación básica y aplicada, el desarrollo tecnológico de calidad y la innovación, asociados a la actualización y mejoramiento de la calidad de la educación y la

**expansión de las fronteras del conocimiento apoyándose en las nuevas tecnologías de la información** y, en su caso, mediante el uso de plataformas de acceso abierto. Así como convertir a la ciencia, la tecnología y la innovación en elementos fundamentales de la cultura general de la sociedad”.

### 3.1.2. Ley Orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

De acuerdo con el artículo 2 de su Ley Orgánica, el CONACYT tiene por objeto ser la entidad asesora del Ejecutivo Federal, especializada para articular las políticas públicas del Gobierno Federal y promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, la innovación, el **desarrollo y la modernización tecnológica del país**.

### 3.1.3. Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018

El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018 (PECiTI) es el documento rector de la política científica, tecnológica y de innovación en el país. Su principal propósito es lograr que la sociedad mexicana se apropie del conocimiento científico y tecnológico y lo utilice para ser más innovadora y productiva. En general, el PECiTI se desprende de la Meta III del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018: “México con Educación de Calidad”. De esta meta se desprenden, a su vez, cinco estrategias.

Para cumplir con su objetivo, el PECiTI establece seis objetivos específicos que se corresponden directamente con las cinco estrategias del Objetivo 3.5 del PND:

- i. Objetivo 1. Contribuir a que la inversión nacional en investigación científica y desarrollo tecnológico crezca anualmente y alcance el 1% del PIB.
- ii. Objetivo 2. Contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel.
- iii. Objetivo 3. Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades de CTI locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente.
- iv. Objetivo 4. Contribuir a la generación, transferencia y aprovechamiento del conocimiento vinculando a las IES y los centros de investigación con empresas.
- v. Objetivo 5. Fortalecer la infraestructura científica y tecnológica del país.

- vi. Objetivo 6. Fortalecer las capacidades de CTI en biotecnología para resolver necesidades del país de acuerdo con el marco normativo en bioseguridad.

En aras de transitar hacia una economía basada en el conocimiento, en este documento se reconoce como área prioritaria el desarrollo tecnológico, en el cual la *conectividad informática, el desarrollo de tecnologías de la información, la comunicación y las telecomunicaciones* desempeñan un papel fundamental. Específicamente, la Red Nicté se enmarca en el objetivo 5 del PECiTI, del cual se derivan las siguientes estrategias:

- i. **Estrategia 5.1. Apoyar el incremento, fortalecimiento y utilización eficiente de la infraestructura de CTI del país.**
- ii. **Estrategia 5.2. Fortalecer las capacidades físicas y virtuales para la apropiación social del conocimiento.**
- iii. **Estrategia 5.3. Promover el acceso abierto a información científica, tecnológica y de innovación.**

#### 3.1.4. Normatividad sobre telecomunicaciones

Dentro de la normatividad que regula la materia de telecomunicaciones, se destaca el Decreto de reforma a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que tuvo lugar el 11 de junio de 2013. A través de éste, se establece el derecho a las TIC y a los servicios de radiodifusión y telecomunicación, incluido el de la banda ancha y el internet, para mejorar la disponibilidad, calidad y accesibilidad de los servicios de telecomunicaciones, a través de la promoción de la competencia y la inversión.

Este nuevo marco legal en materia de telecomunicaciones y radiodifusión se estructura en seis ejes:

- i. La ampliación de los derechos fundamentales de los mexicanos a través del reconocimiento del derecho de acceso a las TIC, incluidos la banda ancha y el internet.
- ii. La actualización del marco legal de las telecomunicaciones y la radiodifusión con la promulgación de una ley convergente.
- iii. El fortalecimiento del marco institucional con la creación del Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), como órgano constitucional autónomo del Estado Mexicano, y la puesta en operación de tribunales especializados en la materia para dar certeza a las inversiones en el sector.
- iv. La promoción de la competencia a través del otorgamiento de nuevas facultades al IFT, como órgano regulador, para reducir los niveles de concentración y permitir 100 por ciento de inversión extranjera en las telecomunicaciones.

- v. El establecimiento de una Política de Inclusión Digital Universal y de una Estrategia Digital Nacional que definan los proyectos para acercar a la población las TIC y la banda ancha.
- vi. El impulso a una mayor cobertura en la prestación de servicios de telecomunicaciones mediante la promoción de proyectos estratégicos de infraestructura fija y móvil de telecomunicaciones.

Así, en el nuevo marco legal promovido por la reforma de telecomunicaciones se perfilaron proyectos y acciones que el Poder Ejecutivo deberá realizar:

- i. Diseñar e implementar la Política de Inclusión Digital Universal que, entre otras metas, tendrá por lo menos que el 70% de todos los hogares y el 85% de todas las micro, pequeñas y medianas empresas a nivel nacional, cuenten con accesos con una velocidad real de descarga de información conforme al promedio registrado en los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).
- ii. Elaborar las políticas de radiodifusión y telecomunicaciones del Gobierno Federal.
- iii. Planear, diseñar y ejecutar la construcción y ampliación de una red troncal de telecomunicaciones, a partir de la cesión a Telecomunicaciones de México (Telecomm) del título de concesión de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- iv. Instalar una red compartida mayorista de servicios de telecomunicaciones, cuyo objeto es impulsar el acceso efectivo de la población a la comunicación de banda ancha y a los servicios de telecomunicaciones, haciendo un uso óptimo de la banda de 700 MHz.
- v. Incluir en los programas y acciones del Ejecutivo Federal:
  - a. La elaboración de un programa de banda ancha en sitios públicos;
  - b. La identificación de infraestructura pública (activa y pasiva) que pueda ser puesta a disposición de los operadores de telecomunicaciones para agilizar el despliegue de sus redes;
  - c. El desarrollo de un programa de trabajo para la transición a la Televisión Digital Terrestre (TDT), que permita aprovechar el dividendo digital de la banda de 700 MHz; y
  - d. El diseño de un Programa Nacional de Espectro Radioeléctrico.

Además, en el artículo Décimo Séptimo Transitorio se establece la obligación de incluir en el Plan Nacional de Desarrollo y en los programas sectoriales, institucionales y especiales conducentes, los proyectos de crecimiento de la red troncal, un programa de banda ancha en sitios públicos, la transición a la TDT y el Programa Nacional de Espectro Radioeléctrico.

### 3.1.5. Acuerdo de colaboración SCT – CONACYT

El Convenio de Colaboración, celebrado entre la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), tiene por objeto determinar las bases de colaboración y coordinación entre ambas instancias, a efecto de que este último pueda establecer los mecanismos administrativos y técnicos necesarios para otorgar el apoyo financiero y técnico que requieren las instituciones de educación superior (IES) y centros de investigación (CI) para la interconexión entre sus redes con la capacidad suficiente. Con ello, también podrá realizarse la interconexión de la red nacional y las redes internacionales especializadas en el ámbito académico.

Para el funcionamiento de la Red Nicté, la SCT deberá aportar sus conocimientos y experiencia en el diseño, arquitectura, capacidad, puesta en marcha, operación, monitoreo, mesa de ayuda, resguardo y seguridad en redes; en temas de conectividad digital y capacidad provista a las entidades federativas, dependencias y entidades; así como a organismos con los cuales tiene convenios de concertación. Por su parte, el CONACYT deberá promover la participación de la comunidad científica y del sector público en el desarrollo e integración de la Red. También apoyará la capacidad y el fortalecimiento de los grupos de investigación dentro de las instituciones de educación superior. Como parte de la colaboración y coordinación, se constituirá un Grupo de Trabajo que tendrá como funciones:

- i. Discutir y analizar los mecanismos y acciones administrativas, técnicas y financieras para dar cumplimiento con lo establecido en el artículo 213 de la LFTR.
- ii. Designar a una institución sin fines de lucro y de reconocido prestigio como Instancia Operadora de la Red Nicté.
- iii. Analizar, aprobar o, en su caso, emitir recomendaciones al plan anual de trabajo de la Instancia Operadora; al diseño técnico de la Red Nicté presentado anualmente; así como al plan para conectar la infraestructura científica del país a la Red Nicté.
- iv. Emitir recomendaciones a las IES sobre los estándares de conectividad que se juzguen necesarios para obtener y mantener su interconexión.
- v. Emitir recomendaciones para la expedición de convocatorias para apoyar proyectos de educación e investigación que utilicen la Red Nicté.
- vi. Emitir anualmente recomendaciones respecto de los requisitos y, en su caso, las aportaciones que deberán cumplir las IES que deseen obtener y conservar su interconexión a la Red Nicté.

### 3.1.6. Obligaciones de la Instancia Operadora

La Red Nicté será operada por una Instancia Operadora, la cual firmará un Convenio Marco con CONACYT, en el cual se compromete a cumplir con las obligaciones previstas en el documento de “Obligaciones de la Instancia Operadora” que se especifiquen en dicho convenio.

## IV. La conectividad de banda ancha académica, un área de oportunidad para México

Las IES y CI de México requieren de amplias capacidades en infraestructura de telecomunicaciones para intercambiar, difundir y recibir amplios flujos de información que forman la base sobre la cual se apoya el desarrollo científico, tecnológico y la innovación a nivel global. Sin embargo, el ancho de banda que demandan los procesos educativos y de investigación hacen muy difícil que los proveedores comerciales puedan ofrecer opciones efectivas a precios competitivos.

La Red Nicté constituye un instrumento de política, que busca ampliar la oferta de infraestructura de redes de telecomunicaciones para proveer Internet de banda ancha a través de la construcción y operación de redes de fibra óptica dedicadas exclusivamente al sector Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), con tarifas competitivas a las condiciones actuales de mercado.

### 4.1. Naturaleza normativa de las Redes Nacionales de Educación e Investigación

Las redes dedicadas al sector CTI existen desde hace más de 20 años. Europa ha sido el líder en el despliegue de redes de telecomunicaciones dedicadas a la educación e investigación. El modelo organizacional europeo, de una sola red académica por país con coordinación y colaboración a nivel continental, ha tenido amplia aceptación en el mundo.

Las redes académicas se gestionan a través de organizaciones que se concentran en proveer infraestructura de conectividad (mediante enlaces de fibra óptica) para interconectar a las instituciones de educación superior y centros de investigación de cada país, conformando así una red privada académica de última generación de Internet. Para operar esta infraestructura se han constituido organizaciones sin fines de lucro. La mayoría de los países les otorgan soporte financiero, ya que son infraestructuras críticas que empoderan a estudiantes, profesores, investigadores y académicos de todas las disciplinas mediante el uso y acceso de herramientas de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la educación media y superior, investigación, desarrollo e innovación (I+D+I), ayudando así a detonar la economía digital.

Entre los objetivos de estas redes están:

- Satisfacer las necesidades de conectividad de banda ancha en órdenes de magnitud superiores a las de las redes comerciales con el fin de hacer investigación colaborativa.
- Apoyar la distribución de contenidos digitales de gran ancho de banda.
- Implementar servicios digitales indispensables para los nuevos modelos educativos.
- Compartir instrumentos especializados de alto costo.
- Habilitar la posibilidad de transportar grandes volúmenes de datos.
- Promover las economías de escala en la adquisición de bienes y servicios relacionados con la red.
- Apoyar y dar acompañamiento a las comunidades temáticas virtuales.
- Transformarse en plataformas para la innovación en la investigación y la educación.
- Otras necesidades de TIC, de la comunidad de educación e investigación que representan.

Una característica esencial de las redes académicas es que, únicamente, existe una por país a la que se le otorga la conectividad internacional. Existen 126 países en los que se han conformado este tipo de redes, y éstas se encuentran interconectadas entre sí para formar redes regionales que en su conjunto constituyen la red avanzada académica global. Estas redes son asociaciones abiertas a cualquier institución educativa o centro de investigación, sean éstos públicos o privados. Estas redes son operadas y controladas por sus beneficiarios.

Ejemplos de actividades de investigación en distintos campos que se realizan a través de las redes académicas:

- Colaboración de gran escala en áreas de las ciencias de la Tierra, cuestiones climáticas, oceanografía, ciencias nucleares y medioambiente.
- Desarrollo de simulaciones a gran escala.
- Investigación sobre computación colaborativa, distribuida o en malla.
- Visualización y monitoreo remoto en tiempo real.
- Transferencia de grandes volúmenes de datos como pueden ser imágenes satelitales, películas, estudios de lingüística, bancos de DNA, etc.
- Aplicaciones médicas en tiempo real como operaciones en vivo para capacitación de médicos, diagnósticos remotos, operaciones asistidas por robots.
- Videoconferencias con más de 100 participantes para reuniones y colaboraciones.

Las redes académicas impactan en la ciencia porque permiten desarrollar políticas públicas alrededor de:

- Recursos escasos como pueden ser instrumentos altamente especializados, recursos computacionales, software o aplicaciones para que éstos puedan ser utilizados o estén disponibles a un mayor número de investigadores y académicos de forma colaborativa.
- La colaboración interinstitucional y multinacional al permitir la interconexión entre instituciones y países que faciliten la cooperación científica y tecnológica y el uso remoto de recursos ubicados dentro y fuera del país (i.e. el HAWC en Puebla, Telescopio de San Pedro Mártir, Baja California, el *Large Hadron Collider* (LHC) la Organización Europea para la Investigación Nuclear en Suiza, el Ciclotrón en Stanford, el *Square Kilometer Array* en Australia y Sudáfrica, las supercomputadoras del sistema XSEDE en EUA o MareNostrum en España).
- La creación y uso de bases de datos, repositorios digitales de información, datos, herramientas de software y hardware de acceso abierto y cerrado dentro y fuera del territorio nacional.

Además, impactan en la educación porque:

- Ponen a disposición del ecosistema educativo contenidos educativos de gran valor, tales como cursos masivos abiertos, contenidos en línea, repositorios, datos, tecnología educativa, patrimonio artístico y cultural.
- Permiten el uso de herramientas como la videoconferencia para la interacción docente-alumno.
- Crean sistemas de educación virtual o a distancia.
- Permiten incorporar servicios sobre la nube (almacenaje, software, capacidad computacional sobre demanda, federación de identidades, sistemas administrativos y administración del conocimiento).

Las redes académicas apoyan el desarrollo de la economía digital, ya que:

- Son usuarias naturales de puntos de intercambio de tráfico (*IXP* por sus siglas en inglés) porque son generadoras de grandes volúmenes de tráfico y proveedoras de contenidos de alto valor.
- Impulsan el emprendedurismo digital.
- Facilitan la colaboración industria-academia.
- Promueven la ciencia e ingeniería basada en la simulación.
- Empoderan a investigadores y educadores para que sean más competitivos internacionalmente.

Desde el punto de vista de las políticas públicas, y en la medida en la que los gobiernos reconocen a las redes académicas como disparadores de la innovación e instrumentos que se basan en el conocimiento mundial, es que se pueden establecer marcos legales apropiados para su crecimiento y actualización. En América Latina, la mayoría de los países cuentan con importantes apoyos gubernamentales para el desarrollo de sus redes. El gobierno de Brasil sufraga de

forma integral el costo de la conectividad de sus instituciones de educación superior y centros de investigación.

Estas redes avanzadas requieren adecuada conectividad internacional para habilitar proyectos colaborativos internacionales. Para ello se han ido implementando estrategias regionales de conectividad que optimicen costos y generen economías de escala.

Los organismos de financiamiento regionales y mundiales como el Banco Interamericano de Desarrollo y el Banco Mundial identifican a las redes académicas como bienes públicos regionales que deben ser salvaguardados por los países para asegurar su uso, su perdurabilidad y su impacto en la mejora de la calidad de vida de sus habitantes. Existen aproximadamente 10 redes regionales. CUDI es socia fundadora de la red regional CLARA (Corporación Latinoamericana para Redes Avanzadas) que conecta a las redes académicas de la mayoría de los países de la América Latina Continental y a estas con la red regional europea denominada GEANT.

#### 4.2. Antecedentes de la Red Académica de México

México tiene ya avances significativos de acuerdo a las redes académicas. Las redes académicas existentes al día de hoy se han convertido en una herramienta indispensable para el acceso a contenidos educativos y a servicios digitales, recursos esenciales en las universidades modernas. Ha sido la base para desencadenar proyectos innovadores que son disruptivos respecto del modelo tradicional de la educación presencial. La educación a distancia o la educación en línea se convierten en soluciones exitosas en aquellos mercados donde la oferta es nula, y fortalece la educación tradicional presencial mediante contenidos y servicios digitales que permiten relacionar al profesor con el estudiante de manera diferente.

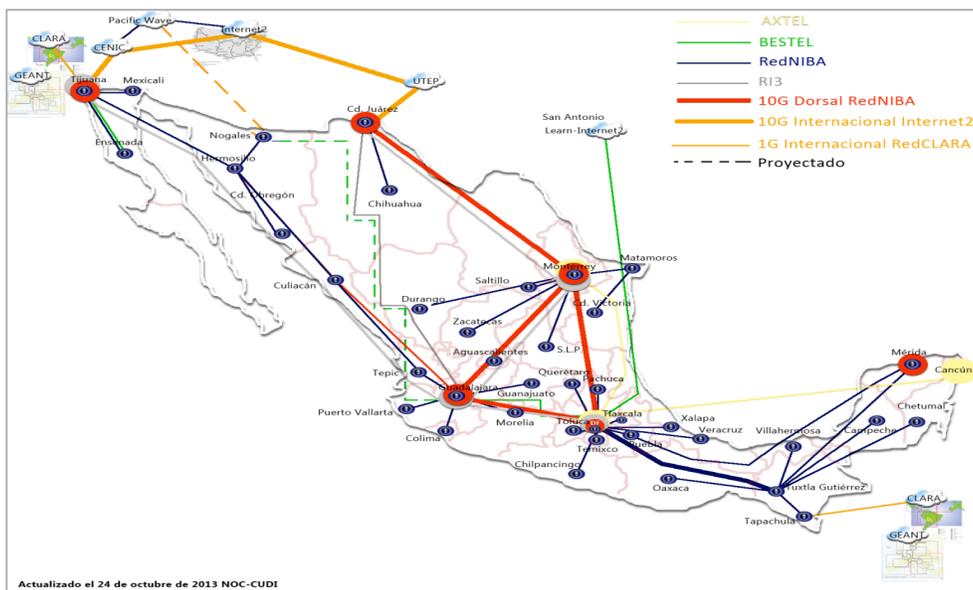
Esta innovación también resulta de la máxima importancia para la capacitación de personal docente. La comunidad de educación y la comunidad Red Latinoamericana de Tecnologías Educativas (RedLATE) han desarrollado diversas herramientas multimedios que apoyan la enseñanza y la capacitación con excelentes resultados. Entre ellas hay desarrollos de objetos de aprendizaje, repositorios institucionales y los cursos masivos en línea.

CONACYT y la SCT han jugado un papel importante en la sostenibilidad de las redes académicas mexicanas. Por una parte, CONACYT ha aportado anualmente un presupuesto para el sostenimiento de CUDI y para el pago de las membresías a nivel internacional. Por la otra, SCT, a través de la Coordinación de la Sociedad de la Información y el Conocimiento (CSIC-SCT), mediante sinergias con el proyecto e-México, que posteriormente dio origen a la Red Nacional de Impulso a la Banda Ancha (Red NIBA), abrió el espacio mediante convenios de concertación para la integración de la red académica de México. Mientras tanto,

con la SEP en 2012 se logró etiquetar un fondo de financiamiento en el presupuesto de la Cámara de Diputados para equipar la última milla de las universidades hacia la red dorsal de la Red NIBA. El proyecto se denominó Fondo de Conectividad Universitaria y los Diputados otorgaron 50 millones de pesos a la instancia coordinadora, la Universidad de Guadalajara, quien implementó con el apoyo del NOC de CUDI dicho fondo equipando con IRUs (*Indivisible Right of Use*, por sus siglas en inglés) y ruteadores a un plantel de 32 Universidades Públicas estatales.

El mayor avance en la conformación de una red académica mexicana se compone por tres diferentes infraestructuras principales, como se muestra en el Mapa 1.

**Mapa 1.** Red Troncal de la Red Académica Mexicana



Fuente: GÉANT Compendium of National Research and Education Networks in Europe 2015 Edition

- a. La capacidad disponible en la red NIBA (enlaces originalmente provistos por CFE y actualmente por BESTEL) que opera la CSIC-SCT se muestra en color AZUL y en color ROJO la delta CDMX-GDL-MTY;
- b. La capacidad disponible en la red de Axtel (donación) en el tramo del sureste y el resto propiedad de CUDI se muestra en color AMARILLO; y,
- c. La capacidad disponible en la red de Bestel (donación) se muestra en color VERDE.

Estas combinaciones de capacidades conforman la red dorsal nacional para interconectar a todas las Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros de Investigación (CI). El diagrama lógico del Esquema 1 muestra la conectividad actual.

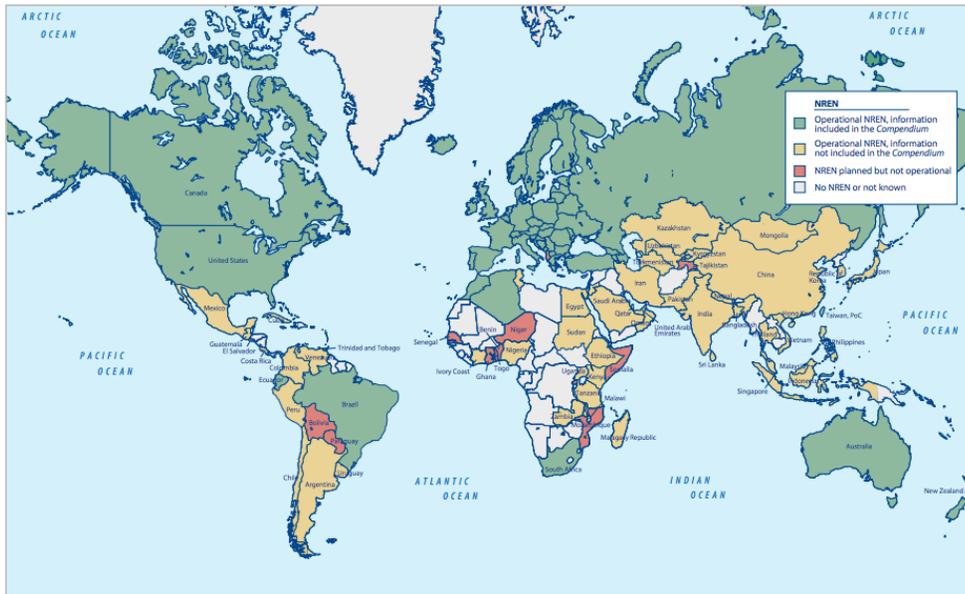
**Esquema 1.** Interconexión entre la red de Telmex RI3 y la red mexicana



capacidades actuales de la Red Nicté con respecto a las más avanzadas en ambas regiones.

En el Mapa 2 se muestra el estado en el que se encuentran operando las redes académicas que se han identificado en las distintas regiones del mundo. Las redes académicas marcadas en color verde y amarillo se encuentran en operación; mientras que las señaladas en color rojo son las planificadas.

**Mapa 2.** Redes académicas que operan a nivel mundial



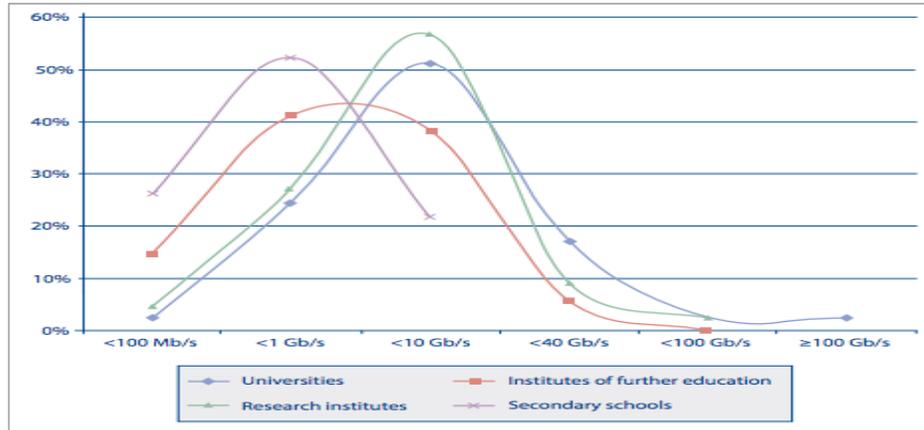
Fuente: GÉANT Compendium of National Research and Education Networks in Europe 2015 Edition

Las capacidades de ancho de banda; así como la localización de los enlaces de fibra óptica de las redes académicas a nivel mundial se pueden consultar en la siguiente liga: <https://compendiumdatabase.geant.org/compendium-2015-updated.pdf> En la región de Asia-Pacífico, se encuentran 22 redes nacionales interconectadas a través de la red regional TEIN. En la región de Asia Central, CAREN conecta 4 redes nacionales. UbuntuNET se localiza en el sureste africano, conectando 16 redes nacionales. GÉANT, en la región europea, conecta 44 redes nacionales. RedCLARA, en América Latina, conecta 13 redes nacionales. Los países árabigos se constituyen a través de ASREN, conectando 11 redes nacionales. En Norteamérica, se encuentran la red canadiense CANARIE y la red estadounidense Internet2. En África central y oriental, WACREN integra 14 redes nacionales en proceso de conexión.

La Gráfica 1 muestra la dispersión de anchos de banda disponibles a los usuarios de las redes académicas que resultaron de la medición realizada en 2015. Se incrementó de 100 Mbps típico para 2014, a velocidades entre 1 y 10 Gbps un año después, siendo las IES y los CI los usuarios más demandantes como lo muestra la gráfica. A dos años del reporte de GÉANT, se han incrementado los anchos de banda en un orden de magnitud. Es decir, hoy diversas redes

académicas han migrado sus redes a 100 Gbps, como es el caso de Australia, EUA y Japón. Asimismo, el incremento en el uso de fibra óptica oscura se ha extendido a más países, debido a la flexibilidad que este recurso representa para lograr incrementos de velocidad en periodos cortos.

**Gráfica 1.** Ancho de Banda Típico en los países europeos miembros de GÉANT



Fuente: GÉANT, Compendium of National Research and Education Networks in Europe 2015 Edition

Para identificar las necesidades actuales de anchos de banda, tanto en la dorsal como en las conexiones internacionales de la Red Nicté, se realizó un ejercicio preliminar que permitiera obtener resultados de referencia para medir la brecha con las redes académicas líderes. En Tabla 1, se desglosan las matrículas en 5 regiones, partiendo de las 40 ciudades con presencia de la red académica.

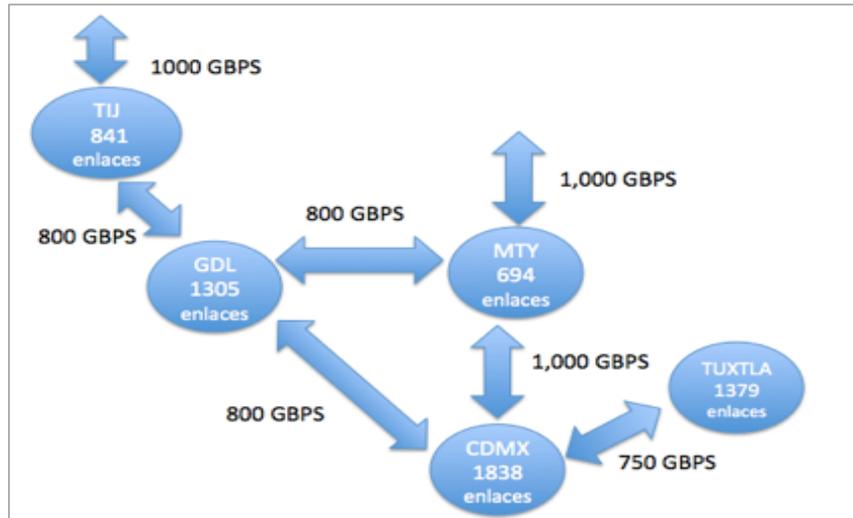
**Tabla 1.** Distribución geográfica de la matrícula de IES

Región	Matrícula en las principales 40 ciudades	Ancho de banda GBPS	Fuera de las principales ciudades	Ancho de banda Gbps	Enlaces totales
Centro	1,105,588	1,106	513,412	513	1,838
Noroeste	417,000	417	106,000	106	694
Occidente	397,000	397	377,000	377	1,305
Sur-Sureste	396,000	396	355,000	355	1,379
Noreste	297,000	297	275,000	275	841
<b>Total</b>	<b>2,612,588</b>	<b>2,613</b>	<b>1,626,412</b>	<b>1,626</b>	<b>6,057</b>

Fuente: NOC CUDI

En principio, esto debiera conducir a tener una red troncal con los siguientes anchos de banda aproximados:

**Figura 1.** Red troncal y anchos de banda



Fuente: Elaboración propia.

Este ejercicio permite estimar la magnitud de la brecha entre las redes líderes y la Red Nicté. En este contexto, se justifica la creación y gestión de la Red Nicté, bajo la dirección de CONACYT y SCT.

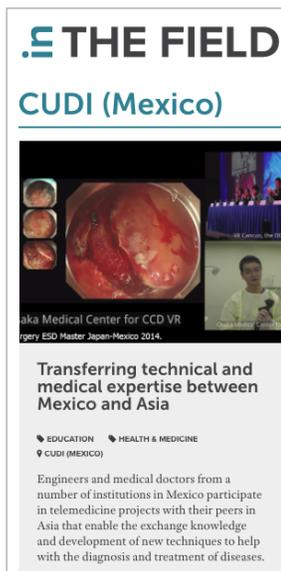
Dado que la brecha es amplia, las acciones deberán ser programadas gradualmente para ir incrementando las capacidades de la conectividad con criterios que maximicen el impacto de la investigación y educación en el desarrollo del país.

## V. Relevancia económica y social

Las redes financiadas con fondos públicos crearon las bases para la Internet comercial. El profundo impacto que esto ha tenido en todas las actividades económicas y sociales es inconmensurable. Hoy en día, las redes académicas de educación e investigación continúan teniendo alto impacto en distintos sectores. Éstas son plataformas tecnológicas que apoyan a los investigadores para resolver algunos de los mayores desafíos de la sociedad, en campos como gestión de desastres, agricultura, salud, genómica, energía, medio ambiente,

desarrollo industrial y climatología, entre otros. Además, cierran la brecha digital y abren oportunidades para nuevos modelos de educación y capacitación en línea en los que interactúan docentes y estudiantes.

Las redes académicas no son proveedores comerciales de servicios de Internet (ISP). Los ISP comerciales se caracterizan por una competencia plena, mientras que las redes académicas de educación e investigación son organizaciones sin ánimo de lucro financiadas con fondos públicos que prosperan gracias a la colaboración. Estas redes académicas proporcionan redes de información de ultra alta velocidad y servicios a la medida dedicados a las necesidades únicas de instituciones de educación superior y centros de investigación. En algunos países, esto incluye escuelas, hospitales, bibliotecas, museos, zonas arqueológicas y otras instalaciones, y patrimonios nacionales.



La comunidad global de investigación y educación, a través de las redes académicas, aporta un valor excepcional en los siguientes aspectos:

- Alcance global

Las redes académicas operan a nivel nacional, pero se conectan globalmente. Existen más de 125 redes nacionales<sup>1</sup> en todo el mundo, que trabajan juntas como una "red de redes" global para proporcionar una conectividad sin interrupciones y servicios a la medida para sus comunidades de educación e investigación a una escala inigualable.

Como investigador, científico, académico, docente o estudiante, conectarse a la red nacional de educación e investigación le otorga el acceso a escala mundial, a instrumentos científicos, recursos computacionales y servicios en la nube, mediante acuerdos de cooperación y redes de colaboración. Formar parte de esta red nacional de educación e investigación significa ser parte de la comunidad global. Eduroam es un gran ejemplo de un servicio desarrollado por la comunidad de educación e investigación. Con Eduroam, un servicio de abonado visitante (roaming) global seguro, los estudiantes, profesores e investigadores en movimiento pueden obtener acceso a la red inalámbrica en más de 12,000 ubicaciones en todo el mundo, utilizando las credenciales estándar de usuario y contraseña que utilizan en su institución de origen para el acceso a la red inalámbrica académica. La escala y alcance de las redes académicas permiten resolver y solucionar problemas de servicios de extremo a extremo, a nivel mundial, de una manera personalizada, que las organizaciones comerciales no tienen en su portafolio de servicios.

<sup>1</sup> <https://www.inthefieldstories.net/network/>

- **Desempeño ultra rápido y de baja latencia**

Las redes académicas mueven grandes cantidades de datos en todo el mundo de manera segura, confiable y rápida. Esto es esencial para la investigación de clase mundial.

A nivel técnico, las redes avanzadas de educación e investigación están diseñadas con baja latencia, baja contención y con suficiente capacidad de espacio en sus arquitecturas para soportar ráfagas de uso intenso. Estas son algunas de las características clave que distinguen a las redes de redes académicas de las redes comerciales. Si un proyecto de investigación necesita, en un momento dado, transportar grandes cantidades de datos habrá capacidad para hacerlo a pedido de extremo a extremo, propiciando la colaboración entre instituciones académicas nacionales y extranjeras.



Cuando los datos viajan a través de redes siempre habrá algún retraso desde el momento en que se envían los datos hasta que llegan a su destino. Las redes académicas pueden proporcionar conexiones de latencia ultra bajas a los usuarios que necesitan este tipo de servicio. Por ejemplo, en la investigación y en la experimentación musical, mediante plataformas digitales avanzadas, músicos localizados en distintas partes del mundo han logrado interactuar a distancia interpretando sonidos y video con gran ancho de banda y baja latencia como si se estuviera reproduciendo la música en un solo sitio. Esto no podría ser factible realizarlo en redes comerciales.

Con las redes académicas se garantiza un ancho de banda específico y la calidad del servicio de extremo a extremo, siempre que ambos lados de la conexión estén ubicados dentro de la red académica global o bilateralmente a través de su contraparte en otro país.

- **Colaboración sin fines de lucro**

Las redes académicas aprovechan la comunidad mundial para apoyar las necesidades exigentes y para estar a la medida del sector de investigación y educación. Al compartir información y desarrollar colaboraciones de mejores prácticas, la comunidad global de redes de investigación y educación produce eficiencias. En muchos países, las redes académicas brindan conectividad para universidades e instituciones y organizaciones con una misión de investigación y educación a un costo y una capacidad que las redes comerciales no pueden ofrecer.

• Comunidad de redes

La comunidad de redes de educación e investigación trabaja en conjunto, a escala nacional e internacional, para impulsar el progreso en todo el mundo. El poder de esa comunidad reside no solo en la plataforma tecnológica, conformada por ruteadores y fibras ópticas, sino también en su gente, que se reúne con sus colegas de tecnología e investigadores y educadores para explorar ideas, compartir conocimientos y mejores prácticas; así como desarrollar proyectos para el bien de todos. Este espíritu de colaboración se encuentra en el corazón de la comunidad global de redes de educación e investigación.

• Innovación continua

Las redes de investigación y educación son impulsoras de la innovación. Éstas desarrollan bancos de pruebas nacionales e internacionales y servicios piloto, que en muchos casos dan como resultado nuevos servicios que facilitan la colaboración, como por ejemplo soluciones de confianza y gestión de identidad.

Las redes avanzadas de educación e investigación estimulan la innovación en la comunidad de investigación y educación y, al hacerlo, permiten rápidos avances tecnológicos, incluso a veces años antes que las organizaciones comerciales.

• Confianza para sus gobiernos

La comunidad global de redes de investigación y educación entiende el espacio de educación e investigación. Ésta, por un lado, ocupa una posición de confianza única entre los gobiernos y las instituciones educativas y, por el otro, entre las empresas de TIC (por ejemplo, Apple, Microsoft, Google, CISCO y Amazon).

Las redes de investigación y educación de vanguardia son reconocidas como grupos de expertos independientes dentro de sus países. Con frecuencia se les pide que brinden orientación sobre el desarrollo de una política nacional e internacional, en materia de TIC, en el ámbito de la educación e investigación para distintos sectores de la economía.

Diversos estudios empíricos han documentado el impacto de la adopción de las TIC en el bienestar de la población. Particularmente, la conectividad de banda ancha ejerce importantes efectos sobre el crecimiento económico, la creación de empleo y la calidad de los servicios públicos como la educación. En este aspecto, las tecnologías asociadas a banda ancha posibilitan el intercambio de grandes volúmenes de datos en diversos formatos: voz, video, imágenes y texto; con lo



cual se amplían las posibilidades para la colaboración en proyectos educativos y de investigación. Asimismo, se disminuyen los costos asociados a transporte, mensajes y, en general, a todo lo relacionado con comunicación a distancia.

Por otra parte, diversos cambios del marco normativo han hecho del acceso a banda ancha una prioridad de política pública, sobre todo en el sistema educativo y en la agenda científica a nivel nacional. En el siguiente apartado, se realiza una revisión de los estudios más sobresalientes que justifican una política proactiva de inversión de recursos en redes de banda ancha.

### 5.1. Banda ancha en la educación y la investigación

El despliegue de banda ancha en la educación y la investigación ha sido documentado recientemente. Los estudios empíricos señalan que la introducción de internet de alta velocidad en instituciones educativas tiene impactos trascendentes tanto en la oferta de programas de capacitación, como en la calidad de los mismos. Por ejemplo, Hudson (2006) analiza cómo las TIC posibilitan la transferencia de conocimientos hacia zonas geográficamente aisladas y cómo esto motiva a los estudiantes a poner más empeño en sus labores. Adicionalmente, se puede afirmar que el acceso a internet en el aula puede subsanar la baja calidad de los educadores y la falta de material educativo (Puma et al, 2002).

Por su parte, en un estudio de tipo cuantitativo y orientado a América Latina, Muñoz & Ortega (2013) muestran cómo las TIC ejercen un efecto positivo y significativo en el aprendizaje de alumnos de áreas rurales y zonas marginadas de Chile. De forma paralela, Castellano (2010) recomienda aumentar la penetración de banda ancha en escuelas con la intención de que la mayoría de los alumnos cuenten con capacidades digitales necesarias para la vida productiva.

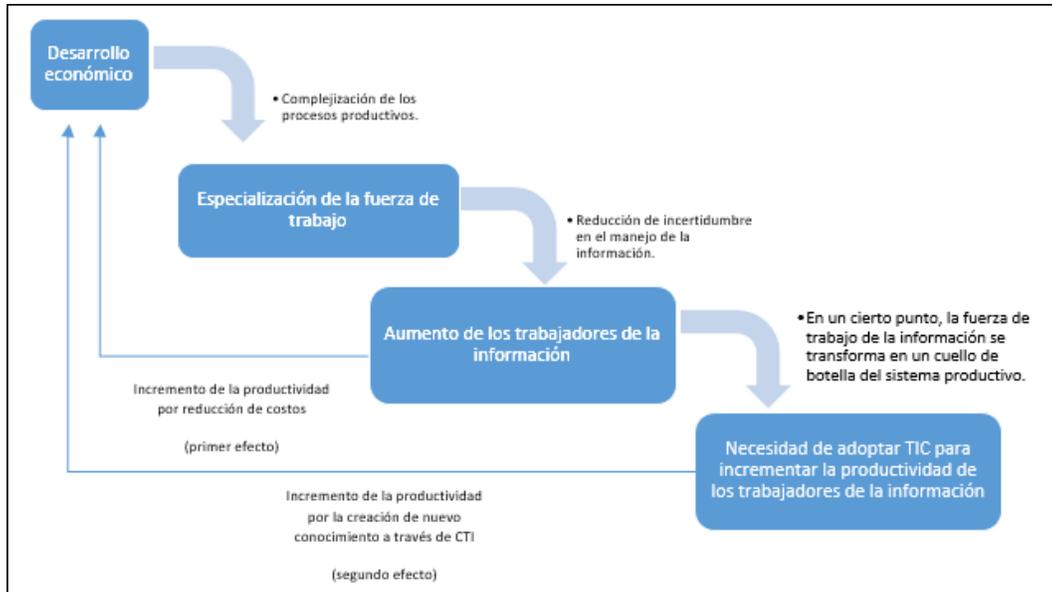
En lo correspondiente a la investigación, Yellowlees, M.B.B.S, Hogarth, & Hilty (2006) realizan un estudio de corte cualitativo en la Universidad de California, Davis y encuentran que las tecnologías y aplicaciones de banda ancha ofrecen importantes oportunidades para mejorar los programas docentes y de investigación, sobre todo en el campo de las ciencias biomédicas. Esto mediante la digitalización de los registros de pacientes y su convergencia en bases de datos, así como por la transmisión de operaciones quirúrgicas en tiempo real. De manera similar, Davidson & Santorelli (2012) concluyen que la banda ancha ofrece herramientas valiosas para la educación superior, tales como el acceso a recursos bibliográficos digitales, mejores canales de comunicación entre docentes y alumnos, así como la posibilidad de realizar seminarios y cursos en línea.

En resumen, la educación, como muchos otros servicios, tienen el enorme potencial de ampliar el abanico de su oferta y de mejorar sus contenidos y

calidad. Sin embargo, es necesario que el despliegue de banda ancha alcance, de forma masiva, a las diversas instituciones educativas reconociendo sus diferencias en cuanto al tamaño y origen socioeconómico de su matrícula, así como sus necesidades de conectividad. En México, las políticas para ampliar la cobertura y calidad de las tecnologías de información en el sector educativo tienen casi 15 años, pero el despliegue y mantenimiento de infraestructura de banda ancha han constituido una de las principales limitantes que actualmente deben afrontarse.

De manera sintética, se presenta el siguiente esquema el cual ejemplifica cómo el acceso a tecnologías de información constituye un habilitador esencial para alcanzar la denominada sociedad del conocimiento y elevar los niveles de desarrollo económico. La economía global requiere de una adopción acelerada de las TIC por parte de los diversos sectores productivos. Esta adopción redundará en una mayor productividad del capital humano, lo cual brinda un primer impulso al desarrollo económico. El segundo impulso viene dado por el desarrollo científico, tecnológico y de innovación que se genera por el acceso masivo a información, lo cual implica hacer más complejos los procesos productivos que incide en los niveles de desarrollo (Ver Esquema 2).

**Esquema 2.** Desarrollo económico a partir de la penetración de las TIC



Fuente: Katz (2009), elaborado a partir de Jonscher (1982)

Sin embargo, para habilitar esta cadena causal resulta fundamental la construcción, el mantenimiento, la extensión de infraestructura, en particular, de redes capaces de soportar flujos significativos de información y contenidos.

## VI. Plan de Trabajo de la Red Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Red Nicté)

El Plan de Trabajo considera las siguientes premisas:

- CUDI será la Instancia Operadora de la Red Nicté. Las obligaciones y derechos de la Instancia Operadora se establecerán mediante la firma de un Convenio Marco entre esta Corporación y CONACYT.
- Con el objetivo de optimizar los recursos y aprovechar las acciones realizadas anteriormente, será necesario iniciar con los contratos que hoy existen para dar conectividad a las IES y CI, firmados por la CSIC-SCT con diferentes proveedores de servicios.
- En el documento que especifica las obligaciones de la Instancia Operadora, se indica que ésta debe llevar a cabo el monitoreo de los enlaces que conectan a las instituciones a la Red Nicté, así como la Red Nicté en su conjunto.

Como parte de las reformas al sector telecomunicaciones, la LFTR establece la coordinación entre la SCT y CONACYT para apoyar a las IES y CI en la interconexión de sus redes con capacidad suficiente para formar una Red Nacional de Educación e Investigación, así como la interconexión entre dicha red y las redes internacionales especializadas en el ámbito académico. La Red Nicté constituye un proyecto público, de alcance nacional, que busca asegurar la interconexión entre las IES y los CI con la capacidad necesaria para optimizar sus procesos educativos y de investigación.

Para proveer gran ancho de banda, baja latencia y alta velocidad, el Plan Anual de Trabajo contempla las siguientes acciones:

- a) Gestión de la Asociación Civil;
- b) Estudios de casos de anillos de fibra óptica y estrategia de priorización de los mismos;
- c) Evolución de los contratos existentes;
- d) Financiamiento de anillos;
- e) Despliegue de los anillos financiados y de la dorsal que los conecte;
- f) Conectividad internacional;
- g) Centro de Operaciones de la Red (NOC por sus siglas en inglés).

### 6.1. Gestión de la Asociación Civil

Operar la Asociación Civil como vehículo de gobernanza de los intereses de las IES y CI beneficiarias de la Red Nicté y de acuerdo a sus estatutos realizar las siguientes actividades:

- Coordinar las actividades del Comité de Aplicaciones y de las comunidades de usuarios que utilizan la red mediante diferentes aplicaciones, instrumentos científicos u otros servicios digitales que apoyan las actividades de educación e investigación. Sujeto a disponibilidad presupuestal, el Comité de Aplicaciones podrá desarrollar proyectos académicos de cooperación nacional e internacional propiciando la participación de IES y CI públicos y privados así como su interacción.
- Coordinar las actividades del Comité de Desarrollo de la Red y de los grupos técnicos que lo integran. El Comité de Desarrollo de la Red deberá desarrollar esquemas de gobernanza específicos para apoyar la conectividad de IES y CI que utilicen grandes anchos de banda así como aquellas instituciones que demandan únicamente aplicaciones de conectividad básica.
- Coordinar las actividades del Comité de Membresías para atender las demandas de las IES y CI beneficiaras.
- Sujeto a la disponibilidad presupuestal, establecer esquemas para la capacitación de recursos humanos:
  - en el uso más eficiente de la conectividad proporcionada por la Red Nicté incluyendo sus derechos y obligaciones;
  - en el manejo eficiente de redes de campus;
- Llevar a cabo la comunicación con los miembros de la Asociación a través del portal de Internet de la Asociación, días virtuales y boletines informativos.
- Contar con un sistema de videoconferencias para utilización de sus miembros
- Servicios contables, legales y secretariales
- Vehículo para adquirir servicios digitales o infraestructura que requieren concesión

## 6.2. Conectividad local a través de anillos urbanos

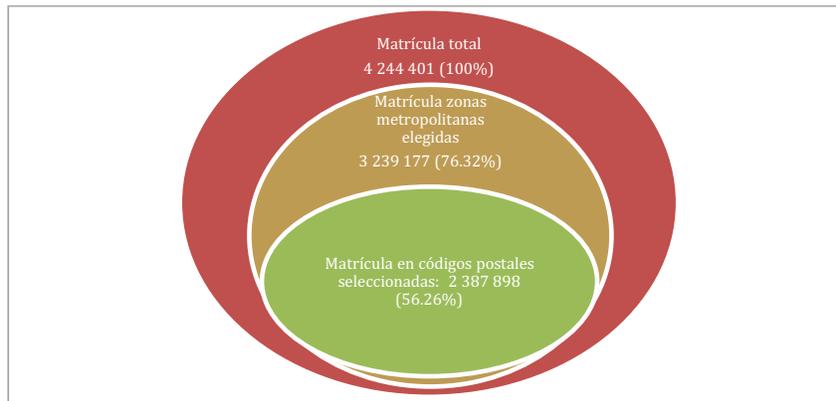
Las conexiones locales requieren de banda ancha de acceso de mayor capacidad. Para lograrlo, se propone la creación y operación de anillos de fibra óptica en las 59 zonas metropolitanas de México<sup>2</sup>, que permitan la conectividad entre los planteles y los nodos de presencia de la red dorsal de las IES y CI públicos y privados. Las 59 zonas metropolitanas comprenden numerosos municipios donde se concentra poco menos de la mitad de la población. Cabe mencionar que para la elaboración de la presente estrategia se asume que no existe infraestructura construida para este propósito previamente. Sin embargo, en el diseño técnico al que se alude en el apartado 4.2, la Instancia Operadora deberá

<sup>2</sup>La CONAPO ha definido 59 zonas metropolitanas, basándose en criterios sociodemográficos. Estas 59 zonas agrupan 48 millones de habitantes, es decir, cerca de la mitad del total de la población. Para mayor información, se sugiere consultar: [http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Zonas\\_metropolitanas\\_2010](http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Zonas_metropolitanas_2010)

describir a detalle la arquitectura de las redes existentes que potencialmente puedan ser aprovechadas para el despliegue de la Red Nicté.

Bajo este supuesto, la presente estrategia toma como universo para ser atendido a una población de 4'244,401 (cuatro millones doscientos cuarenta y cuatro mil cuatrocientos un) estudiantes reportados por la SEP, como la totalidad de la matrícula de educación superior. Sin embargo, dadas las restricciones financieras y técnicas, se toma como población potencial a la matrícula de las IES establecidas en las 59 zonas metropolitanas del país. En éstas se concentran alrededor de 3'239,177 (tres millones doscientos treinta y nueve mil ciento setenta y siete) alumnos, es decir, 76.32 por ciento de la totalidad de la matrícula de educación superior a nivel nacional (Figura 2).

**Figura 2.** Matrícula de IES



Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPO (2015)

De igual forma, debe mencionarse que para el trazado de anillos urbanos en las zonas metropolitanas se tendrá como prioridad a las IES y CI que concentren alrededor de 75 por ciento de la matrícula en cada zona. De acuerdo con el ejercicio realizado en el presente documento, los estudiantes que están dentro de los anillos urbanos alcanzan la cifra 2'387,898 (dos millones trescientos ochenta y siete mil ochocientos noventa y ocho); es decir, 56.2 por ciento del total nacional.

### 6.2.1. Objetivo específico

Proveer conectividad de banda ancha a las principales IES y CI a nivel ciudad, interconectándolas a su vez con la red dorsal, para el desarrollo de proyectos conjuntos de investigación, educación e innovación, facilitando el desarrollo y aprovechamiento de las aplicaciones tecnológicas y académicas de frontera.

### 6.2.2. Líneas estratégicas de acción

Para remediar la deficiente oferta de enlaces locales o de última milla, CUDI considera que el modelo a seguir es el desarrollo de anillos de fibra óptica urbanos o metropolitanos donde cada campus tenga acceso físico o lógico al anillo. Los anillos de fibra se deberán implementarse con contratos de gobernanza, en los que se establezcan los derechos y las obligaciones de las instituciones beneficiadas, entre las que, por ejemplo, pudieran estar: prever contar con equipamientos adecuados para recibir la fibra óptica, pagar solamente la parte proporcional de los costos que les corresponderá erogar relativos a su participación en el anillo de fibra óptica metropolitano, así como la estructura organizativa para su gestión.

Los anillos deberán conectarse a un Punto de Intercambio de Internet (*IXP* por sus siglas en inglés), mismo que sirve como punto de presencia para el alojamiento de contenidos de alto valor. El *IXP* es útil, ya que el intercambio de tráfico con los ISP en este punto convergente es más sencillo y se logran mejores tarifas para el transporte de Internet.

Por su parte, CONACYT ya ha realizado una inversión importante de recursos en los siguientes anillos:

- Ciudad de México (CDMX) denominado como Delta Metropolitana,
- Puebla
- Guanajuato, donde tiene comprometido aportar recursos para instalar fibra interurbana para el *IXP* asociado
- Tuxtla Gutiérrez, donde tiene comprometido aportar recursos para instalar fibra interurbana para la conexión del Laboratorio Regional de Cómputo de Alto Desempeño (LARCAD) y el *IXP* asociado

Una de las acciones que la Instancia Operadora deberá realizar es transformar la gobernanza de dichos anillos en bienes públicos, para que puedan beneficiar al mayor número de instituciones posibles en las ciudades y zonas metropolitanas donde han sido desplegados.

Por su parte, CUDI cuenta con anteproyectos para 50 anillos metropolitanos.

### 6.2.3. Actores involucrados

Los actores que deberían estar involucrados en el despliegue de anillos son:

- CONACYT
- SCT
- La Instancia Operadora
- Los gobiernos estatales y municipales de las entidades beneficiadas
- Las universidades y centros de investigación
- La Subsecretaría de Educación Superior

#### 6.2.4. Priorización de anillos de fibra óptica

En cuanto a la metodología para priorizar la construcción de los anillos de fibra óptica en la conectividad local de última milla, se integró la Tabla 2 considerando los siguientes criterios:

1. Matrícula de educación superior
2. Campus públicos y privados
3. Sistema Nacional de Investigadores (SNI)
4. Laboratorios Nacionales (LN)
5. Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC)
6. Alumnos por kilómetros

**Tabla 2.** Tabla general de indicadores para los proyectos de anillos de fibra óptica

Clave	Zona Metropolitana	Población ZM	Matrícula ZM*	Centros Educativos de Nivel Superior ZM*	Sistema Nacional de Investigadores (SNI's)**	Longitud del anillo Kms****	Kilómetros por Campus *****	Inversión USD	CPI-Conacyt ZM***	Laboratorios ZM***	PNPC ZM****
13	ZM del Valle de México	21,497,029	1,026,112	809	9808	100	0.1	\$ 5,420,000	9	27	484
31	ZM de Monterrey	4,540,429	207,226	234	1045	84	0.3	\$ 840,000	7	3	160
21	ZM de Guadalajara	4,853,425	203,790	246	960	172	0.6	\$ 1,720,000	3	3	151
34	ZM de Puebla-Tlaxcala	2,986,825	200,975	405	756	100	0.2	\$ 1,000,000	1	3	93
24	ZM de Toluca	2,225,286	105,924	145	599	56	0.4	\$ 560,000	1	2	67
48	ZM de Xalapa	726,403	76,717	175	437	30	0.2	\$ 300,000	2	1	56
25	ZM de Morelia	894,915	69,004	165	409	118	0.7	\$ 1,180,000	0	4	51
38	ZM de San Luis Potosí-Soledad	1,138,076	66,083	79	541	34	0.5	\$ 340,000	3	5	84
36	ZM de Querétaro	1,232,252	65,477	85	251	42	0.5	\$ 420,000	2	6	80
10	ZM de Tuxtla Gutiérrez	772,995	63,119	115	122	50	0.5	\$ 500,000	0	1	20
55	ZM de Mérida	1,078,370	62,185	119	307	66	0.6	\$ 660,000	4	0	46
2	ZM de Tijuana	1,967,762	59,029	91	559	42	0.6	\$ 420,000	3	0	32
12	ZM de Chihuahua	960,211	54,059	88	142	38	0.5	\$ 380,000	2	0	26
14	ZM de León	1,729,455	54,005	109	495	50	0.5	\$ 500,000	2	1	25
11	ZM de Juárez	1,435,761	50,565	38	181	17	0.5	\$ 170,000	1	1	38
41	ZM de Villahermosa	834,305	50,116	55	92	26	0.5	\$ 260,000	2	1	30
18	ZM de Pachuca	579,084	49,342	68	274	32	0.5	\$ 320,000	0	0	31
4	ZM de La Laguna	1,327,769	48,115	82	149	97	1.3	\$ 970,000	0	0	21
47	ZM de Veracruz	870,478	45,405	115	56	56	0.5	\$ 560,000	1	0	18
1	ZM de Aguascalientes	1,030,302	44,972	61	95	28	0.5	\$ 280,000	6	1	29
3	ZM de Mexicali	1,039,260	43,721	61	27	27	0.5	\$ 270,000	1	0	23
28	ZM de Cuernavaca	1,009,450	43,556	114	325	43	0.5	\$ 430,000	0	8	50
32	ZM de Oaxaca	660,467	43,152	65	42	25	0.4	\$ 250,000	1	0	9
5	ZM de Saltillo	912,716	41,291	74	50	28	0.8	\$ 500,000	2	1	36
42	ZM de Tampico	937,558	41,110	69	38	38	0.5	\$ 380,000	0	1	10
56	ZM de Zacatecas-Guadalupe	342,001	37,290	65	134	30	0.5	\$ 300,000	1	1	22
30	ZM de Tepic	494,187	37,210	78	75	35	0.6	\$ 350,000	2	0	11
17	ZM de Acapulco	925,632	28,250	80	80	34	0.5	\$ 340,000	0	0	15
57	ZM de Celaya	645,792	24,208	49	25	25	0.5	\$ 250,000	0	0	16
46	ZM de Tlaxcala-Apizaco	553,748	21,635	59	89	29	0.5	\$ 290,000	0	0	12
52	ZM de Coatzacoalcos	373,810	21,457	36	19	19	0.5	\$ 190,000	0	0	0
37	ZM de Cancún	824,548	21,060	38	18	18	0.6	\$ 180,000	1	0	0
8	ZM de Colima-Villa de Álvarez	376,748	20,653	52	152	26	0.5	\$ 260,000	0	0	10
50	ZM de Orizaba	454,216	17,888	29	18	18	0.6	\$ 180,000	0	0	7
43	ZM de Reynosa-Río Bravo	821,492	17,703	30	17	17	0.5	\$ 170,000	1	0	7
49	ZM de Poza Rica	542,003	16,568	34	18	18	0.5	\$ 180,000	1	0	3
35	ZM de Tehuacán	322,291	16,054	35	22	22	0.5	\$ 220,000	0	0	0
44	ZM de Matamoros	530,780	15,716	39	18	18	0.5	\$ 180,000	1	0	1
22	ZM de Puerto Vallarta	452,781	12,358	22	12	12	0.7	\$ 120,000	0	0	4
6	ZM de Monclova-Frontera	342,071	11,628	18	11	11	0.6	\$ 110,000	1	0	1
45	ZM de Nuevo Laredo	419,266	11,031	14	12	12	0.8	\$ 120,000	1	0	0
19	ZM de Tulancingo	265,428	8,958	20	12	12	0.6	\$ 120,000	0	0	5
29	ZM de Cuautla	480,113	8,718	29	13	13	0.6	\$ 130,000	0	0	8
26	ZM de Zamora-Jacona	263,692	8,644	23	13	13	0.5	\$ 130,000	1	0	7
51	ZM de Minatitlán	381,166	8,261	13	12	12	0.9	\$ 120,000	0	0	0
20	ZM de Tula	222,551	7,697	13	6	6	0.5	\$ 60,000	0	0	0
59	ZM de Teziutlán	132,462	6,381	22	5	5	0.3	\$ 50,000	0	0	0
7	ZM de Piedras Negras	193,152	6,365	14	8	8	0.7	\$ 80,000	1	0	0
23	ZM de Ocotlán	151,043	5,931	6	5	5	0.8	\$ 50,000	0	0	1
53	ZM de Córdoba	336,269	4,726	16	10	10	0.7	\$ 100,000	0	0	4
58	ZM de Tianguistenco	182,575	4,557	12	7	7	0.6	\$ 70,000	0	0	0
54	ZM de Acayucan	120,342	4,547	7	5	5	0.7	\$ 50,000	0	0	0
40	ZM de Guaymas	225,664	4,146	13	5	5	0.6	\$ 50,000	2	0	0
27	ZM de La Piedad-Pénjamo	263,342	4,056	7	4	4	1.0	\$ 40,000	1	0	2
39	ZM de Rioverde-Ciudad Fernández	144,719	3,516	7	5	5	0.7	\$ 50,000	0	0	0
33	ZM de Tehuantepec	170,840	2,703	9	4	4	0.6	\$ 40,000	0	0	0
16	ZM de Moreleón-Uriangato	114,540	2,238	8	5	5	0.6	\$ 50,000	0	0	0
9	ZM de Tecomán	159,326	2,151	9	5	5	0.6	\$ 50,000	0	0	1
15	ZM de San Francisco del Rincón	196,919	1,520	6	6	5	1.0	\$ 50,000	0	0	0

Fuentes:

\*Secretaría de Educación Pública. Subsecretaría de Educación Superior. Dirección General de Educación Superior Universitaria. Ciclo Escolar 2015 -2016.

\*\*Base de Datos del Sistema Nacional de Investigadores, proporcionado por Conacyt.

\*\*\*Información Pública Conacyt.

\*\*\*\*Distancia Aproximada mostrada por Google Earth según la trayectoria propuesta en el anteproyecto.

\*\*\*\*\*Distancia del anillo dividido por el número de campus considerados en el anteproyecto.

Ahora bien, en la Tabla 3 se presenta el ordenamiento, según el promedio de posición de los seis criterios considerados.

**Tabla 3.** Ordenamiento de acuerdo con el promedio de los 6 criterios considerados

Clave	Zona Metropolitana	Posición según matrícula	Posición según número de Centros	Posición según número de SIN's	Posición según número de alumnos por km de fibra	Posición según número de Laboratorios nacionales	Posición según número de PNPC	Promedio en posición de criterio (suma entre 6)	Posición según criterio de ponderación
13	ZM del Valle de México	1	1	1	1	1	1	1.00	1
31	ZM de Monterrey	2	4	2	4	6	2	3.33	2
34	ZM de Puebla-Tlaxcala	4	2	4	5	6	4	4.17	3
21	ZM de Guadalajara	3	3	3	20	6	3	6.33	4
24	ZM de Toluca	5	7	5	8	7	7	6.50	5
48	ZM de Xalapa	6	5	9	3	8	8	6.50	5
38	ZM de San Luis Potosí-Soledad	8	18	7	6	4	3	7.67	6
36	ZM de Querétaro	9	15	14	13	3	6	10.00	7
2	ZM de Tijuana	12	13	6	16	9	14	11.67	8
28	ZM de Cuernavaca	22	11	11	28	2	10	14.00	9
11	ZM de Juárez	15	32	15	2	8	12	14.00	9
55	ZM de Mérida	11	8	12	34	9	11	14.17	10
12	ZM de Chihuahua	13	14	18	15	9	18	14.50	11
18	ZM de Pachuca	17	22	13	11	9	15	14.50	11
14	ZM de León	14	12	8	27	8	19	14.67	12
25	ZM de Morelia	7	6	10	54	5	9	15.17	13
10	ZM de Tuxtla Gutiérrez	10	9	20	23	8	23	15.50	14
41	ZM de Villahermosa	16	28	22	7	8	16	16.17	15
1	ZM de Aguascalientes	20	25	21	10	8	17	16.83	16
3	ZM de Mexicali	21	26	26	12	9	20	19.00	17
56	ZM de Zacatecas-Guadalupe	26	24	19	19	8	21	19.50	18
32	ZM de Oaxaca	23	23	25	9	9	30	19.83	19
47	ZM de Veracruz	19	10	26	40	9	24	21.33	20
30	ZM de Tepic	27	19	24	25	9	28	22.00	21
42	ZM de Tampico	25	21	26	24	8	29	22.17	22
5	ZM de Sankillo	24	20	26	42	8	16	22.67	23
4	ZM de La Laguna	18	16	17	55	9	22	22.83	24
17	ZM de Acapulco	28	17	26	38	9	26	24.00	25
57	ZM de Celaya	29	30	26	35	9	25	25.67	26
8	ZM de Colima-Villa de Álvarez	33	29	16	39	9	29	25.83	27
37	ZM de Cancún	32	33	26	21	9	38	26.50	28
46	ZM de Tlaxcala-Apizaco	30	27	23	44	9	27	26.67	29
52	ZM de Coatzacoalcos	31	34	26	22	9	38	26.67	29
50	ZM de Orizaba	34	38	26	29	9	32	28.00	30
43	ZM de Reynosa-Río Bravo	35	37	26	30	9	32	28.17	31
49	ZM de Poza Rica	36	36	26	33	9	35	29.17	32
22	ZM de Puerto Vallarta	39	41	26	26	9	34	29.17	32
44	ZM de Matamoros	38	31	26	37	9	37	29.67	33
59	ZM de Teztlitlán	47	42	26	18	9	38	30.00	34
20	ZM de Tula	46	49	26	17	9	38	30.83	35
6	ZM de Mocilova-Frontera	40	44	26	31	9	37	31.17	36
35	ZM de Tehuacán	37	35	26	45	9	38	31.67	37
23	ZM de Ocotlán	49	58	26	14	9	37	32.17	38
29	ZM de Cuautla	43	39	26	48	9	31	32.67	39
45	ZM de Nuevo Laredo	41	46	26	36	9	38	32.67	39
19	ZM de Tulancingo	42	43	26	46	9	33	33.17	40
26	ZM de Zamora-Jacona	44	40	26	53	9	32	34.00	41
7	ZM de Piedras Negras	48	47	26	43	9	38	35.17	42
27	ZM de La Piedad-Pénjamo	54	56	26	32	9	36	35.50	43
51	ZM de Minatitlán	45	48	26	49	9	38	35.83	44
53	ZM de Córdoba	50	45	26	56	9	34	36.67	45
54	ZM de Acayucan	52	55	26	41	9	38	36.83	46
40	ZM de Guaymas	53	50	26	47	9	38	37.17	47
58	ZM de Tianguistenco	51	51	26	51	9	38	37.67	48
33	ZM de Tehuantepec	56	52	26	52	9	38	38.83	49
39	ZM de Ríoverde-Ciudad Fernández	55	57	26	50	9	38	39.17	50
9	ZM de Tecomán	58	53	26	58	9	37	40.17	51
16	ZM de Morelos-Uriangato	57	54	26	57	9	38	40.17	51
15	ZM de San Francisco del Rincón	59	59	26	59	9	38	41.67	52

Fuente: Elaboración propia.

Los 10 anillos que resultan con mejor calificación ponderada son:

Valle de México, Monterrey, Puebla, Guadalajara, Toluca, Xalapa, San Luis Potosí, Querétaro, Tijuana y Cuernavaca. Adicionalmente a los indicadores numéricos anteriores, se deben considerar los siguientes criterios:

- Posibilidad de aprovechar inversiones ya comprometidas
  - La Delta Metropolitana de la Ciudad de México ya tiene construidos 120 kilómetros de fibra óptica de 72 hilos, utilizando los derechos de vía del Sistema de Transporte Colectivo Metro. Más adelante, se

propone construir 100 km adicionales de fibra óptica sobre la huella del STC Metro. Sin embargo, la infraestructura instalada ya se encuentra en condiciones para poder conectar a los principales campus del Valle de México y a los campus cercanos con inversiones marginales, aunque no se complete el anillo. La Delta Metropolitana ya se encuentra conectada al IXP de la CDMX mediante un enlace propiedad de CUDI.

- El Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) han desplegado, aproximadamente, 80 kilómetros de fibra en la Ciudad de Puebla. Están en proceso de construcción otros 100 kilómetros hacia Ciudad Serdán, desde donde ya se cuenta con la conectividad de fibra óptica hasta el Gran Telescopio Milimétrico (GTM) y el Observatorio HAWC, que se conectarán al Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste (LNSS) y IXP de la ciudad de Puebla.

Se está contemplando una extensión adicional de 130 kilómetros para llegar a Libres y San José Chiapa. Se requiere una inversión marginal de alrededor de 60 millones de pesos para aprovechar plenamente esta infraestructura y potencialmente incluso conectarla con el anillo de Xalapa.

- En la ciudad de Tuxtla Gutiérrez está en proceso de instalación el Laboratorio Regional de Cómputo de Alto Desempeño (LARCAD). Se tiene conocimiento de que el Fondo Mixto CONACYT - Gobierno del Estado de Chiapas, en su convocatoria CHIS-2016-02, aprobó el recurso por 12 millones de pesos para el Proyecto titulado “Implementación del LARCAD-UNACH (Universidad Autónoma de Chiapas) y su IXP de Servicios Académicos”.
- Se tiene conocimiento que el Fondo Mixto CONACYT – Gobierno del Estado de Guanajuato asignó una partida de 30 millones de pesos para el despliegue de fibra entre las ciudades de León, Guanajuato, Silao, Irapuato y Salamanca. El proyecto ha sufrido un atraso considerable y está en proceso de redefinición. El Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) adquirió ya la fibra óptica y los equipos de comunicación. La inversión adicional estimada va de los 30 a 50 millones de pesos para aprovechar plenamente los recursos invertidos.

- **Conexión de equipamiento científico**

- Se considera conveniente que la infraestructura de fibra óptica que eventualmente se despliegue conecte los recursos científicos que hoy en día están aislados, como es el caso de la Supercomputadora ABACUS. Al contar con una conexión de fibra entre la Delta Metropolitana, ABACUS y Toluca se podrá conectar también el anillo de Toluca a una infraestructura transversal hacia la Delta Metropolitana que pueda llegar hasta el Sureste.
- También es importante conectar el Laboratorio Regional de Cómputo de Alto Desempeño de Tuxtla Gutiérrez y el anillo de Puebla. Esto

permitirá conectar a las principales supercomputadoras del país entre sí, formando un Sistema Nacional de Supercómputo accesible a investigadores y académicos de todo el país.

- **Disponibilidad presupuestal**
  - Es indispensable conocer la disponibilidad presupuestal que tendrá CONACYT para el despliegue de infraestructura de fibra óptica para poder priorizar los proyectos que habrán de realizarse para maximizar la rentabilidad social de estos recursos.
  - Se considera factible obtener un financiamiento de la Banca de Desarrollo, lo que permitiría financiar múltiples anillos con un mínimo de recursos fiscales. Nacional Financiera ha ofrecido dar este financiamiento que, de conseguirse, permitirá hacer la mayoría de los anillos.
- **Impacto geográfico**
  - Idealmente, se debieran construir anillos y ampliar la red dorsal para lograr un impacto en la zona geográfica que se decida construir inicialmente. Si la disponibilidad presupuestal impide completar anillos, se tendría que estudiar la posibilidad de avanzar en fases y de adquirir derecho de uso de fibra ya instalada para tener un impacto inicial de la acción de la Red Nicté sobre las ubicaciones prioritarias. Se podría buscar ligar el Valle de México hacia Toluca, Querétaro y Puebla. Con inversiones marginales se podría ampliar la dorsal hasta Xalapa y Tuxtla Gutiérrez, logrando una salida internacional por el sur y ampliaciones de la troncal hacia San Luis Potosí, Monterrey y Ciudad Juárez, con anchos de banda iguales o superiores a los 10 Gbps.

En el Mapa 3, se muestra una propuesta sobre la infraestructura que se pudiera hacer operacional en 2018.

**Mapa 3.** Propuesta de infraestructura dorsal con impacto geográfico para 2018



Fuente: Registros CUDI 2017

- **Compromiso de las instituciones locales**
  - Es importante contar con el compromiso de las instituciones locales para garantizar el despliegue eficaz y la sustentabilidad de las infraestructuras.
- **Derechos de vía**
  - Se debe contar con una un nivel de certeza aceptable que garantice que se podrá desplegar la infraestructura de fibra óptica propuesta. Para ello, es esencial que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), acompañe a la CUDI en su rol, como Instancia Operadora de la Red Nicté, en los procesos para obtener los Derechos de vía necesarios, toda vez que la SCT es corresponsable del cumplimiento del Artículo 213 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión que dice:
 

**Artículo 213. “El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, en coordinación con la Secretaría, establecerá los mecanismos administrativos y técnicos necesarios y otorgará el apoyo financiero y técnico que requieran las instituciones públicas de educación superior y de investigación para la interconexión entre sus redes, con la capacidad suficiente, formando una red nacional de educación e investigación, así como la interconexión entre dicha red nacional y las redes internacionales especializadas en el ámbito académico.”**
- **Disposiciones jurídicas sobre derechos de vía**
  - Las disposiciones jurídicas aplicables contenidas en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión vigente se listan a continuación:

**Artículo 138.** El agente económico preponderante en el sector de las telecomunicaciones deberá permitir la compartición de los derechos de vía.

**Artículo 147.** El Ejecutivo Federal, a través del INDAABIN, establecerá las condiciones técnicas, económicas, de seguridad y operación que posibiliten que los inmuebles de la Administración Pública Federal; los derechos de vía de las vías generales de comunicación; la infraestructura asociada a estaciones de radiodifusión, las torres de transmisión eléctrica y de radiocomunicación; las posterías en que estén instalados cableados de distribución eléctrica; así como los postes y ductos, entre otros, estén disponibles para el uso y aprovechamiento de todos los concesionarios sobre bases no discriminatorias y bajo contraprestaciones que establezcan las autoridades competentes en cada caso.

Las dependencias administradoras y las entidades procurarán que los bienes a que se refiere este artículo, cuando las condiciones técnicas, de seguridad y operación lo permitan, se destinen a promover el desarrollo y la competencia en materia de telecomunicaciones y radiodifusión, de acuerdo a los objetivos de la presente Ley.

El Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría, emitirá recomendaciones a los gobiernos estatales, al Gobierno del Distrito Federal y gobiernos municipales, para el desarrollo de infraestructura, obra pública, desarrollo territorial y bienes inmuebles, que fomenten la competencia, libre concurrencia y cobertura del servicio de telecomunicaciones. En particular, el Ejecutivo Federal promoverá activamente, dentro de sus potestades legales, el uso de los bienes a los que hace referencia este capítulo para el despliegue de redes de telecomunicaciones.

Para efectos de lo dispuesto en el párrafo que antecede, la Secretaría se coordinará con las dependencias o entidades administradoras de inmuebles, el INDAABIN, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la Secretaría de Energía, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, a fin de establecer las bases y lineamientos para instrumentar la política inmobiliaria que permita el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones.

Ningún concesionario de redes públicas de telecomunicaciones podrá contratar el uso o aprovechamiento de dichos bienes con derechos de exclusividad.

**Artículo 181.** El Instituto creará y mantendrá actualizada una base de datos nacional geo-referenciada que contenga la información de los registros de infraestructura activa y medios de transmisión, de infraestructura pasiva y derechos de vía y de sitios públicos. La base de datos será reservada en términos de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, sin perjuicio de que el Instituto dé acceso a los concesionarios o a aquellas personas que pretendan ser concesionarios o autorizados, siempre y cuando:

- I. Se registren ante el Instituto y comprueben su carácter de concesionario, autorizado o su interés en serlo;
- II. Presente documentación que acredite sus datos de identificación mediante documentos públicos fehacientes, y
- III. Se verifique que la información sea confidencial para las personas que soliciten el acceso, mediante los lineamientos que emita el Instituto para garantizar que no se haga uso indebido de la información.

A dicha base tendrán acceso las autoridades de seguridad y de procuración de justicia para el ejercicio de sus atribuciones.

**Artículo 184.** La información relativa a infraestructura pasiva y derechos de vía contendrá todos los datos que permitan determinar y geo-localizar el tipo, ubicación, capacidad y, si es el caso, rutas y demás características de toda la infraestructura pasiva utilizada o aquella susceptible de utilización, para el despliegue e instalación de infraestructura activa y redes públicas de telecomunicaciones y radiodifusión. También contendrá la identidad de los concesionarios que utilizan dicha infraestructura pasiva y derechos de vía y cualquier otra información adicional en los términos y plazos que determine el Instituto.

**Artículo 185.** Los concesionarios, autorizados, las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, del Distrito Federal, estatal y municipal y los órganos autónomos deberán entregar al Instituto la información de infraestructura pasiva y derechos de vía, para su inscripción en el Sistema Nacional de Información de Infraestructura de Telecomunicaciones, en los términos y plazos que determine el Instituto.

Para el caso que utilicen infraestructura pasiva o derechos de vía de terceros, en los contratos correspondientes deberán establecer mecanismos que aseguren la entrega

*al Instituto de la información relativa a dicha infraestructura, en los términos plazos que determine el Instituto.*

*Cuando la Secretaría ofrezca conectividad a sitios y espacios públicos de los estados, Gobierno del Distrito Federal y sus delegaciones, municipios, organismos e instituciones públicas, ésta se proporcionará siempre que tales entidades proporcionen previamente a la Secretaría y al Instituto, la información de su infraestructura pasiva y derechos de vía.*

### 6.2.5. Estudio de casos de anillos de fibra óptica

De acuerdo con los criterios adicionales de evaluación descritos, la Instancia Operadora considera que se debería evaluar la construcción de los anillos:

1. Valle de México,
2. Monterrey,
3. Puebla,
4. Guadalajara,
5. Toluca,
6. Xalapa,
7. San Luis Potosí,
8. Querétaro,
9. Tuxtla Gutiérrez,
10. Guanajuato

Adicionalmente podrían considerarse otras ciudades como Cuernavaca, Tijuana-Ensenada, Cd. Juárez, Mérida, Aguascalientes, Morelia, Villahermosa, La Laguna y Hermosillo.

Antes de poder ejecutar la construcción de los anillos de fibra óptica, se deberán realizar los estudios necesarios que permitan la contratación de su construcción, así como el modelo de gobernanza.

### 6.3. Tareas y entregables para cada anillo

Para cada estudio se entregarán:

- Estudio jurídico
  - Convenios existentes
  - Derechos de vía
  - Modelo de gobernanza. Constitución de fideicomiso o similar
  - Participación de gobiernos locales estatales y municipales
  - Condiciones económicas y técnicas para la adhesión de campus de IES y CI públicos y privados al anillo correspondiente

- Estudio técnico
  - Definición de rutas de fibra
  - Uso de sitios públicos
  - Tecnologías complementarias de conectividad
  
- Estudio de sustentabilidad
  - Costos de mantenimiento
  - Fórmula de asignación de costos para garantizar la sustentabilidad
  - Reporte de nivel de uso actual de conectividad de las instituciones académicas
  - Evolución de los contratos existentes

La Red NIBA ha venido funcionando con una serie de contratos que aglutinan diferentes servicios para diversos beneficiarios, entre los que se encuentran universidades, gobiernos estatales, museos, etc. Estos deberán evolucionar hacia un ecosistema que brinde soluciones a los objetivos planteados por la Red Nicté.

Para ello, se establecerá un grupo de trabajo entre la SCT, CONACYT y la Instancia Operadora, el cual trabajará en una propuesta de evolución de dichos contratos para su convivencia y cumplimiento de los objetivos de la Red Nicté.

#### 6.4. Objetivo específicos

- Prever la evolución de los contratos respectivos.

#### 6.5. Actores involucrados

- La Instancia Operadora
- CONACYT
- CSIC-SCT
- CFE
- Operadores de los enlaces
- Las instituciones beneficiadas

#### 6.6. Financiamiento de anillos

Se han realizado acercamientos con Nacional Financiera para financiar el despliegue de anillos. Para ello, será necesario que se establezca un fondo de garantía, un contrato de las universidades beneficiadas que cubra la recuperación

del capital invertido, el mantenimiento de la infraestructura y equipamiento; así como el compromiso de las entidades centralizadoras (Subsecretaría de Educación Superior, Subsecretaría de Educación Media) de asignar a los presupuestos, las cantidades necesarias para cubrir dichos pagos.

### 6.6.1. Objetivos específicos

- Explorar la factibilidad de obtener financiamiento para la construcción de anillos sin recursos fiscales.

### 6.6.2. Actores involucrados

- La Instancia Operadora
- CONACYT
- Nacional Financiera
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)

## 6.7. Despliegue de los anillos financiados y de la dorsal que los conecte

Llevar a cabo la contratación de la construcción de los anillos de fibra óptica que se puedan financiar durante 2018. Los recursos dependerán de las condiciones del financiamiento que se obtenga.

### 6.7.1. Objetivos específicos

- Asegurar un despliegue eficiente de los anillos que se decida construir.

### 6.7.2. Actores involucrados

- CONACYT
- La Instancia Operadora
- La Institución Líder en cada zona geográfica

## 6.8. Conectividad internacional

Una de las necesidades más importantes de la Red Nicté es la de brindar conectividad con sus redes pares de otros países y regiones del mundo. En la presente sección, se realiza una descripción de las tareas a desarrollar en este rubro por parte de la Instancia Operadora.

### 6.8.1. Objetivos específicos

Actualmente, se tiene una conectividad internacional basada en:

- Un cruce fronterizo de fibra óptica, propiedad de la CUDI, entre la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), Chihuahua y el hotel de Nivel 3 en El Paso, Texas. Su utilización está limitada por el ancho de banda del enlace entre Monterrey y Ciudad Juárez, que está totalmente sobre suscrito. Su principal uso es por un enlace de 10 Gbps, que paga la UNAM entre Ciudad Universitaria (CU) y Ciudad Juárez para poder conectar las aplicaciones de física de altas energías con Estados Unidos y Europa.
- Un cruce fronterizo de fibra óptica, pagado por el proyecto *AM Light/National Science Foundation (NSF)*, entre la ciudad de Tijuana y San Diego. Su utilización está limitada a los enlaces que provienen de Ensenada, a través de un enlace de 10 Gbps que financian el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y la UNAM.
- La conexión a la red CLARA (Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas) en Tapachula, que a su vez está limitada al ancho de banda del enlace de 1 Gbps a Tapachula.

La conectividad internacional deberá ser dimensionada a la luz del redimensionamiento de la troncal.

### 6.8.2. Actores involucrados

La conectividad internacional demanda la colaboración con diversos actores en proyectos específicos. A continuación, se describen los que hasta el momento han resultado más relevantes.

### 6.9. Colaboración con Estados Unidos y Canadá

México sostiene diversos convenios de colaboración con redes académicas de Estados Unidos (UCAID, Internet2) y Canadá (CANARIE). Desde hace varios años, se participa de manera conjunta en fondos de conectividad internacional para ampliar los flujos de información transfronteriza México – Norteamérica, de manera que los proyectos de investigación cuenten con capacidad suficiente. Esta conexión sirve de tránsito para acceder a las redes de Asia, donde se han firmado convenios de capacitación, sobre todo para el sector hospitalario y de investigación médica. Aún es necesario incrementar los anchos de banda hacia Estados Unidos para ampliar la cartera de proyectos de investigación. Se estima que para los próximos 3 años se observará un crecimiento de la conectividad internacional hasta lograr 100 Gbps en el 2018.

### 6.10. Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas (CLARA)

La Red CLARA tiene dos principales comunidades. En primer lugar, la Red Temática de Física de Altas Energías, con proyectos desarrollados en el Gran Acelerador de Partículas de la Red Europea de Investigación Nuclear. En segundo lugar, la Red Temática de Astronomía, con el acceso remoto a los telescopios

instalados en distintas partes del continente. Vale la pena mencionar que en el cono sur se cuenta con conectividad del orden de 100 Gbps, entre observatorios astronómicos nacionales y sus pares en Europa.

Para mantener la conectividad con las redes académicas de América Latina y Europa (con extensión hacia la red de África), se requiere cubrir la membresía en la Red CLARA. México, actualmente, se interconecta con la Red CLARA en Tapachula, Chiapas, con un ancho de banda de 1 Gbps hacia Guatemala.

### 6.11. Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID)

Adicionalmente, CUDI está trabajando con la AMEXCID en un proyecto para financiar anillos de fibra óptica en las capitales de Centroamérica, y conectar a México y Centroamérica al proyecto *BELLA* (Vinculando Europa y Latinoamérica por sus siglas en inglés), el cual es financiado por la Comunidad Económica Europea. Este proyecto pretende desplegar un anillo de fibra óptica en Sudamérica y una conexión directa de fibra entre Brasil y Europa.

### 6.12. Centro de Operaciones de la Red (NOC)

La red académica está conformada por diversos componentes, que hasta ahora son operados de forma fragmentada por diversos actores.

Se propone crear un *NOC* y una Mesa de Ayuda que puedan integrar la operación de todos los componentes de la Red, bajo una visión integral y que permita lo siguiente:

- Incluir en el diseño todos los elementos técnicos y los recursos humanos, materiales, tecnológicos y financieros que se requiera para realizar adecuadamente el monitoreo de la Red Nicté.
- Monitorear el estado de los enlaces que conectan las "Instituciones" a la Red Nicté, así como la Red en su conjunto.
- Por medio del *NOC-CUDI*, se realizará la configuración y reconfiguración de la topología física y lógica, ruteo, protocolos, direccionamiento, anchos de banda y demás elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la red académica, hasta el punto de demarcación de la Red Nicté con las redes de las instituciones conectadas.

Para ello se propone la siguiente estructura de recursos humanos:

- Un coordinador del *NOC*
- Cinco personas especializadas en atención a incidencias (Mesa de Ayuda)

- Un ingeniero especializado en desarrollo de nuevas aplicaciones de monitoreo y gestión de red
- Dos ingenieros de redes
- Un ingeniero de sistemas
- Un ingeniero de seguridad

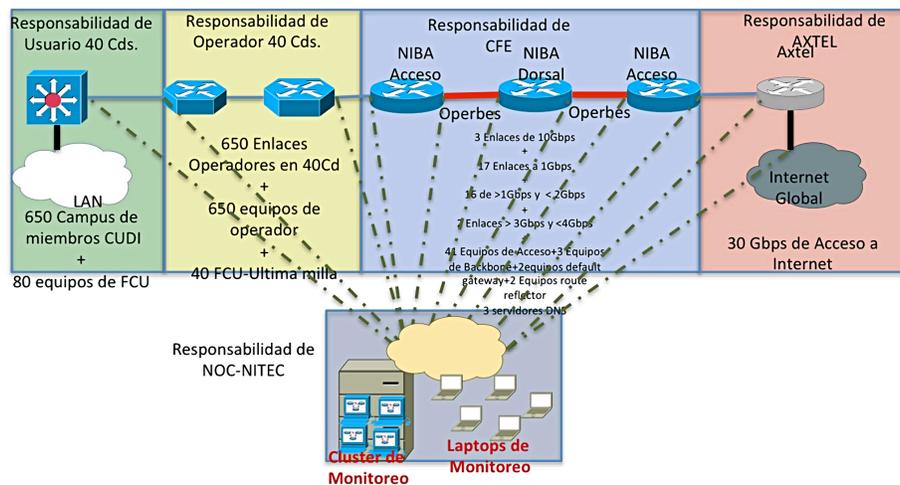
Se propone adquirir un sistema de software que pueda monitorear unos 1,500 elementos.

El NOC previsto en el presente Plan contempla que la implementación del sistema de monitoreo y la mesa de ayuda se desarrollen en el segundo trimestre de 2018. A partir del segundo semestre del año entrará en operación las funciones de Monitoreo y Mesa de Ayuda del NOC de la Red Nicté que, entre otros, incluirán los enlaces transfronterizos propiedad de CUDI y los anillos que se vayan sumando a dicha red.

El grupo de trabajo, para la evolución de los contratos existentes, deberá contemplar la transición del monitoreo y mesa de ayuda de los enlaces que formen parte de la Red Nicté.

Esquema 3. Sistema de Monitoreo

## Solución de Monitoreo



Responsabilidad	Número de elementos	Capacidad Total Agregada
Usuario		730
Operador 40Cds		690
CFE		84
Axtel		
<b>Total</b>		<b>1504</b>
		<b>+400Gbps</b>

Fuente: NOC CUDI

## Glosario

**AMEXCID:** Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

**ASREN:** Arab States Research and Education Network (Red de Investigación y Educación de los Estados Árabes).

**BUAP:** Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

**CANARIE:** Canadian Network for the Advancement of Research, Industry and Education (Red Canadiense para el Avance de la Investigación, la Industria y la Educación).

**CAREN:** Red de Investigación y Educación de Asia Central.

**CDMX:** Ciudad de México

**CERN:** Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire, antes Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (Organización Europea para la Investigación Nuclear).

**CFE:** Comisión Federal de Electricidad.

**CI:** Centros de Investigación.

**CICESE:** Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

**CIMAT:** Centro de Investigación en Matemáticas.

**CONACYT:** Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

**CSIC-SCT:** Coordinación de la Sociedad de la Información y el Conocimiento.

**CTI:** Ciencia, Tecnología e Innovación.

**CUDI:** Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet, A.C.

**DNA:** Deoxyribonucleic acid (Ácido Desoxirribonucleico).

**Eduram:** Contracción de Education Roaming (Contracción de Educación Roaming).

**EUA:** Estados Unidos de América

**GDL:** Guadalajara

**GÉANT:** Red de investigación de alta velocidad de la Unión Europea.

**GTM:** Gran Telescopio Milimétrico.

**HAWC:** High-Altitude Water Cherenkov Gamma-Ray Observatory (Observatorio a gran altura de agua Cherenkov)

**I+D+I:** Investigación, Desarrollo e Innovación.

**IES:** Institutos de Educación Superior.

**IFT:** Instituto Federal de Telecomunicaciones.

**INDAABIN:** Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales.

**INAOE:** Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.

**Inernet2:** Red telemática de Estados Unidos de Norteamérica

**IRU:** Indivisible Right of Use (Derechos de Uso Irrevocable).

**ISP:** Internet Service Provider (Proveedor de Servicios de Internet).

**IXP:** Internet Exchange Point (Punto de Intercambio por Internet).

**LHC:** Large Hadron Collider (Gran Colisionador de Hadrones)

**LNSS:** Laboratorio Nacional de Supercómputo del Noreste.

**LACARD:** Laboratorio Regional de Cómputo de Alto Desempeño.

**LN:** Laboratorio Nacional.

**MTY:** Monterrey

**NOC:** Network Operations Center (Centro de Operaciones de la Red).

**NSF:** National Science Foundation (Fundación Nacional de Ciencia).

**OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

**PECiTI:** Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018.

**PIB:** Producto Interno Bruto

**PND:** Plan Nacional de Desarrollo

**PNPC:** Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC).

**Red CLARA:** Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas.

**RedLATE:** Red Latinoamericana de Tecnologías Educativas.

**Red NIBA:** Red Nacional de Impulso a la Banda Ancha

**Red Nicté:** Red Nacional para la Investigación Científica, Tecnológica y la Educación

**SCT:** Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

**SEP:** Secretaría de Educación Pública

**SKA:** Square Kilometre Array Project

**SNI:** Sistema Nacional de Investigadores.

**SHCP:** Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

**TEIN:** *Trans-Eurasia Information Network*, Red de Información Trans-Eurasia.

**Telecomm:** Telecomunicaciones de México.

**TIC:** Tecnologías de Información y Comunicación.

**TDT:** Televisión Digital Terrestre

**UACJ:** Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

**UCAID:** Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet Avanzado.

**UNAM:** Universidad Nacional Autónoma de México.

**UNACH:** Universidad Autónoma de Chiapas.

**WACREN:** *West and Central African Research and Education Network* (Red de Educación e Investigación de África del Oeste y Central).

**UCAID:** *University Corporation for Advanced Internet Development* (Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet Avanzado).



# MÉXICO

---

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA