

Visión para la RNEI

Documento para discusión con el Dr. Víctor Carreón

30 de noviembre de 2017

Índice

1. La reforma en materia de Telecomunicaciones	4
Estructura del documento	6
1.1 Estimación de la demanda de conectividad de la educación superior del país	6
2. Una visión para la red	14
2.1 Anillos de fibra	14
2.2 Enlaces a instituciones ubicadas en ciudades sin anillos	17
2.3 Dorsal. Fibra óptica de comisión para poder atender la demanda	17
2.4 Conectividad internacional	19
3. Situación actual	20
3.1 Marco Normativo	20
3.2 CUDI como operador de la Red Nacional de Educación e Investigación mexicana	32
3.3 Evolución y financiamiento de la RNEI mexicana	35
3.4 Iniciativas adicionales que CUDI ha venido promoviendo para hacer un despliegue más eficiente de la RNEI	42
3.5 La oferta de ancho de banda para las instituciones de educación superior a través de la RNEI	44
3.6 La conectividad local	45
3.7 Red dorsal nacional	47
3.8 Conectividad internacional	50
4. Plan anual de trabajo para 2018	51
4.1 Instancia operadora	51
4.2 Contrato marco y contratos específicos	51
4.3 Metodología para priorizar la construcción de los anillos	51
4.4 estudio de casos de anillos	53
4.5 Estudio de la Delta Metropolitana	54
4.6 Optimización de los contratos existentes para últimas millas (40 ciudades)	55
4.7 Enlaces del Fondo de Conectividad Universitaria	55
4.8 Financiamiento de anillos	56
4.9 Despliegue de los anillos financiados	56
4.10 Enlaces de la dorsal	56
4.11 Conectividad internacional	57
4.12 Centro de Operaciones de la Red (NOC)	57

Cómo se podría integrar el presupuesto del plan de trabajo de la instancia operadora para 2018	60
La operación de CUDI	60
Contrato específico de conectividad internacional	60
Delta Metropolitana	60
Contrato específico NOC	61
Tabla Resumen	62

1. La reforma en materia de telecomunicaciones

La reforma en materia de telecomunicaciones publicó en 2014 una nueva Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LFTYR) que, entre otros, promueve el fortalecimiento de la Red Nacional de Educación e Investigación de México.

En su artículo Art. 213 la LFTyR prevé que *“CONACyT, en coordinación con la SCT, 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”*.

La demanda de conectividad de la educación superior se ha venido incrementando de manera exponencial. Las tecnologías de la información están transformando la forma de transmitir conocimiento, de administrar las instituciones y de hacer investigación para hacer investigación y generar nuevo conocimiento.

La conectividad de las instituciones de educación superior y centros de investigación es no solo mas intensa que en casi cualquier otro tipo de instituciones sino que además tiene requerimientos especializados de confiabilidad, tiempos de respuesta, protocolos especializados y seguridad.

Esta complejidad ha derivado en que En mas de 130 países se hayan integrado redes nacionales de educación e investigación.

Las redes nacionales de educación e investigación tienen múltiples modelos organizacionales que reflejan la estructura de sus sistemas universitarios, el nivel de desarrollo del país y las decisiones de política pública tendientes a generar externalidades positivas de un bien privado como es la educación superior.

Sin embargo las RNEI's tienen las siguientes características:

- **Para obtener economías de escala en la conectividad, solamente hay una red por país.** País tras país ha encontrado que para poder desarrollar economías de escala en los componentes mas caros de la conectividad especializada que demandan las universidades, lo mas eficiente es agrupar el poder de compra de todas las instituciones de educacion superior en una única red nacional de educación e investigación. Esta economía de escala es aún mas evidente en el caso de las conexiones internacionales. La

comunidad internacional que ha surgido en los últimos 20 años ha tenido como política y piedra angular de organización la de únicamente interconectar a una RNEI por país.

- **Son asociaciones sin fines de lucro.** El concepto de tener una única RNEI por país tiene como contrapartida el concepto de que estas organizaciones invariablemente son organizaciones sin fines de lucro, que aprovechan su poder de compra para beneficiar a su membresía y no a un operador de telecomunicaciones.
- **Son asociaciones abiertas a cualquier institución educativa o centro de investigación.** Su carácter único y no lucrativo las hace ser incluyentes y estar abiertas a cualquier institución educativa o de investigación que cumple con la misión de llevar a cabo educación superior o investigación.
- **No comercializan servicios.** Las RNEI's son organizaciones de membresía que agregan poder de compra. Por consiguiente no venden servicios. Viven a base cuotas que distribuyen los beneficios de agregación.
- **En materia de regulación de telecomunicaciones son redes privadas.** El no vender servicios hace que no sean entes regulados en ningún país.
- **La mayoría tienen fondeo de los gobiernos.** Dadas las importantísimas externalidades positivas que tienen la educación superior eficaz y la importancia de la conectividad para lograrlo, la gran mayoría de los gobiernos han decidido apoyar con fondeo el desarrollo de sus RNEI's.
- **Son controladas por sus beneficiarios (las universidades y centros de investigación).** Finalmente, otro criterio distintivo es que son las propias universidades las que controlan a las RNEI's. No existe ningún caso en que las RNEI's estén encomendadas a una entidad gubernamental o a un proveedor de telecomunicaciones.

Estructura del documento

1. El presente documento pretende cuantificar la demanda de ancho de banda de la educación superior del país a nivel de campus e ir agregando la demanda a nivel de ciudad y finalmente con esta información determinar los anchos de banda para una troncal que las conecte y estimar las demandas de conectividad hacia las demás redes nacionales de educación e investigación internacionales para proyectos de colaboración e investigación multinacionales.
2. Una vez determinada la demanda se describirá una visión de cómo la RNEI deberá solucionar la demanda de conectividad planteada en el mediano plazo.
3. Se determinará el estado que guarda la RNEI hoy y,
4. Finalmente se propondrá un camino para consolidar la operación de la RNEI mexicana, a partir del nuevo marco legal.

1.1. Estimación de la demanda de conectividad de la educación superior en el país

a) Requerimientos de ancho de banda por alumno

Una escuela, nunca puedes tener suficiente acceso a banda ancha. La banda ancha rápida, robusta y confiable es absolutamente crítica, no solo para los estudiantes y maestros en las escuelas o campus universitarios, sino también para los profesores y estudiantes externos para que puedan participar completa y exitosamente en las experiencias de aprendizaje en línea y en el prácticas más básicas de la escuela (acceso a información, comunicación, etc.).

La creciente popularidad de las herramientas de aprendizaje en línea, el contenido enriquecido basado en la web (como video), los libros de texto digitales interactivos, la evaluación en línea y la creciente dependencia de Internet para el aprendizaje de estudiantes y docentes continuarán contribuyendo a flujos de tráfico digital que demandan más y más ancho de banda.

Un Internet confiable, rápido y poderoso ya no es solo una herramienta de enseñanza y aprendizaje; no es simplemente lo que usan las escuelas; de hecho, representa lo que las escuelas modernas son hoy.

- La disponibilidad de ancho de banda determina qué contenido en línea, qué aplicaciones y qué funcionalidad los estudiantes y educadores podrán comprar, diseñar y / o usar de manera efectiva en el aula y en línea.
- La disponibilidad y la capacidad de ancho de banda determinan cómo aprenden los estudiantes. Si la instrucción es tradicional y didáctica o más centrada en el estudiante y diferenciada, y si el aprendizaje en línea o semipresencial se diferencia realmente mediante el uso de diversos medios.
- La "nube" se ha convertido en una plataforma administrativa a medida que las escuelas utilizan cada vez más los servicios privados y públicos basados en la web para el correo electrónico, alojamiento curricular, la gestión de archivos, la copia de seguridad y los servicios de almacenamiento de datos.
- La banda ancha confiable es esencial para los educadores que desean poder aprovechar al máximo los recursos en línea disponibles y las oportunidades para el desarrollo profesional docente que también están personalizados y diferenciados.
- El ancho de banda de alta capacidad es crítico para el mantenimiento y protección de recursos esenciales; administrar las inscripciones; asegurar que los sistemas de administración de contenido, los sistemas de gestión de aprendizaje y los sistemas de información estudiantil trabajen juntos.
- El ancho de banda es fundamental para el éxito de las iniciativas de hardware que intentan proporcionar acceso ubicuo al aprendizaje, como lo es el sistema "Traer tu propio dispositivo (BYOD)" y programas de computadora portátil y tabletas.
- El acceso a herramientas y recursos en línea es crítico al desarrollo de las habilidades de alfabetización digital de los estudiantes.
- La falta de ancho de banda tiene serios impactos negativos.
- El ancho de banda poco confiable y restringido socava la confianza de los docentes en Internet en particular, y la tecnología en general, como una herramienta de instrucción crítica y valiosa.
- Las restricciones de ancho de banda han socavado décadas de inversiones y esfuerzos en el uso de la tecnología para hacer que las escuelas sean más eficientes en términos de operaciones y para permitirles a los estudiantes y maestros el acceso a recursos y experiencias de aprendizaje de calidad.

- La falta de acceso adecuado tanto a la tecnología como al acceso a Internet de banda ancha impide la adopción de sistemas de evaluación estandarizada de competencias a nivel nacional.
- El diferencial en la disponibilidad de banda ancha entre escuelas rurales y urbanas y distritos escolares ricos y pobres amenaza con perpetuar desigualdades educativas y digitales entre estudiantes rurales y urbanos, ricos y pobres.
- La falta de acceso adecuado impide que las escuelas cambien a libros de texto digitales (que son más interesantes para los estudiantes y permite una actualización más fácil que imprimir texto),
- Dificulta el aprendizaje STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), desaprovechando las oportunidades de aprendizaje en línea para estudiantes y profesores, y llevar a cabo las actividades de aprendizaje más básicas del día a día.
- Los estudiantes, que deberían participar de la tecnología, pierden interés mientras esperan que se cargue un sitio web y los docentes abandonan el uso de la tecnología porque no pueden contar con máquinas que funcionen ni con una señal de Internet confiable.

Entonces, ¿cuánto ancho de banda necesitan las escuelas? No existe una determinación exacta, pero la Asociación Estatal de Directores de Tecnología Educativa (SETDA) de Estados Unidos basado en múltiples estudios ofrece algunas recomendaciones, descritas en la Figura 1:

Figure 1: Minimal requisites for broadband (SETDA, 2012, p. 2)

Broadband access for teaching, learning and school operations	2017-2018 Academic Year Target
An external internet connection to the Internet Service Provider (ISP)	At least 1 Gbps per 1000 students
Internet Wide Area Network (WAN) connection from central office to school campuses within a certain district	At least 10 Gbps per 1000 students

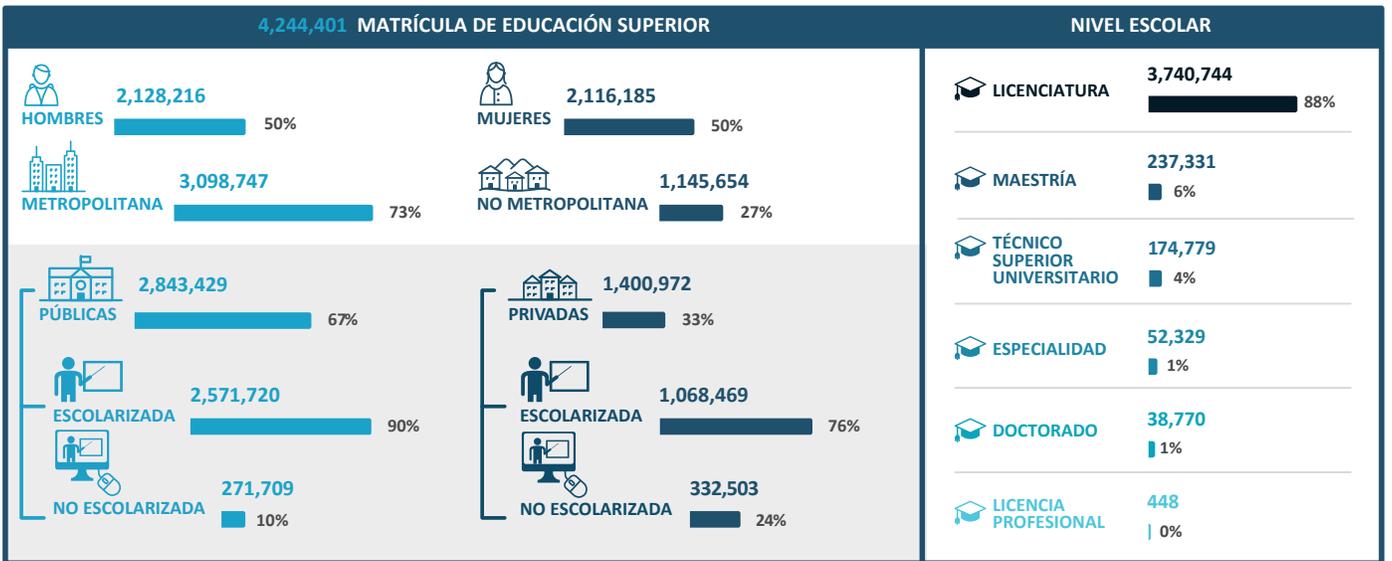
Artículo “The Bandwidth Schools Have and the Bandwidth They Need”

By Mary Burns, Noviembre 10, 2014

<https://elearningindustry.com/bandwidth-schools-bandwidth-need>

b) Distribución geográfica de la matrícula de la educación superior

PANORAMA DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL CICLO ESCOLAR 2015-2016 DATOS DE INSTITUCIONES ACTIVAS



Fuente: Elaborado por Trace / Consultores con datos de la SEP. Ciclo Escolar 2015-2016.

REGIONES

1 NOROESTE

BAJA CALIFORNIA
BAJA CALIFORNIA
SUR CHIHUAHUA
SINALOA SONORA

2 NORESTE

COAHUILA
DURANGO
NUEVO LEÓN
SAN LUIS
POTOSÍ
TAMAULIPAS

3 OCCIDENTE

AGUASCALIENTES
COLIMA
GUANAJUATO
JALISCO
MICHOACÁN
NAYARIT
QUERÉTARO
ZACATECAS

4 CENTRO

DISTRITO
FEDERAL
HIDALGO MÉXICO
MORELOS
PUEBLA
TLAXCALA

5 SUR SURESTE

CAMPECHE
CHIAPAS
GUERRERO
OAXACA
QUINTANA
ROO
TABASCO
VERACRUZ
YUCATÁN



		NOROESTE		NORESTE		OCCIDENTE		CENTRO		SUR SURESTE	
		PÚBLICAS	PRIVADAS	PÚBLICAS	PRIVADAS	PÚBLICAS	PRIVADAS	PÚBLICAS	PRIVADAS	PÚBLICAS	PRIVADAS
CENTROS DE TRABAJO ACTIVOS	6,057	381 6.3%	313 5.2%	297 4.9%	544 8.9%	432 7.1%	873 14.4%	611 10.1%	1,227 20.3%	618 10.2%	761 12.6%
MATRÍCULA	4,244,401	427,194 10.1%	96,282 2.3%	368,109 8.7%	204,117 4.8%	505,359 11.9%	271,144 6.4%	1,022,122 24.1%	597,934 14.1%	520,645 12.3%	231,495 5.5%
CARRERAS DE LICENCIATURA	29,344	1,742 5.9%	1,593 5.4%	1,457 5.0%	3,342 11.4%	2,492 8.5%	3,361 11.5%	2,973 10.1%	5,875 20.0%	2,463 8.4%	4,046 13.8%
PROGRAMAS DE POSGRADO	12,620	647 5.1%	568 4.5%	758 6.0%	1,287 10.2%	1,073 8.5%	1,413 11.2%	1,510 12.0%	2,878 22.8%	877 7.0%	1,609 12.8%

Fuente: Elaborado por Trace / Consultores con datos de la SEP. Ciclo Escolar 2015-2016.

REGIONES

1 NOROESTE

BAJA CALIFORNIA
BAJA CALIFORNIA
SUR CHIHUAHUA
SINALOA SONORA

3 OCCIDENTE

AGUASCALIENTES
COLIMA
GUANAJUATO
JALISCO
MICHOACÁN
NAYARIT
QUERÉTARO
ZACATECAS

2 NORESTE

COAHUILA
DURANGO
NUEVO LEÓN
SAN LUIS
POTOSÍ
TAMAULIPAS

4 CENTRO

DISTRITO
FEDERAL
HIDALGO MÉXICO
MORELOS
PUEBLA
TLAXCALA

5 SUR SURESTE

CAMPECHE
CHIAPAS
GUERRERO
OAXACA
QUINTANA
ROO
TABASCO
VERACRUZ
YUCATÁN



		NOROESTE		NORESTE		OCCIDENTE		CENTRO		SUR SURESTE	
		PÚBLICAS	PRIVADAS	PÚBLICAS	PRIVADAS	PÚBLICAS	PRIVADAS	PÚBLICAS	PRIVADAS	PÚBLICAS	PRIVADAS
LUGARES SOLICITADOS	1,794,997	180,157 10.0%	34,374 1.9%	141,079 7.9%	69,530 3.9%	228,478 12.7%	87,432 4.9%	541,465 30.1%	199,940 11.1%	223,602 12.5%	88,940 5.0%
LUGARES OFRECIDOS	1,547,860	138,223 8.9%	49,464 3.2%	108,150 7.0%	92,126 6.0%	127,763 8.3%	117,288 7.6%	351,066 22.7%	264,876 18.4%	181,074 11.7%	117,920 7.6%
OFRECIDOS - SOLICITADOS	-247,860	-41,934 -23.3%	15,120 +44.0%	-32,929 -23.3%	22,596 +32.5%	-100,715 -44.1%	29,856 +34.2%	-190,399 -35.2%	64,936 +32.5%	-42,528 -19.0%	28,980 +32.6%
PRIMER INGRESO	1,057,645	105,821 10.0%	27,831 2.6%	81,219 7.7%	55,168 5.2%	115,504 10.9%	71,133 6.7%	243,250 23.0%	146,498 13.9%	138,720 13.1%	72,501 6.9%

Fuente: Elaborado por Trace / Consultores con datos de la SEP. Ciclo Escolar 2015-2016.

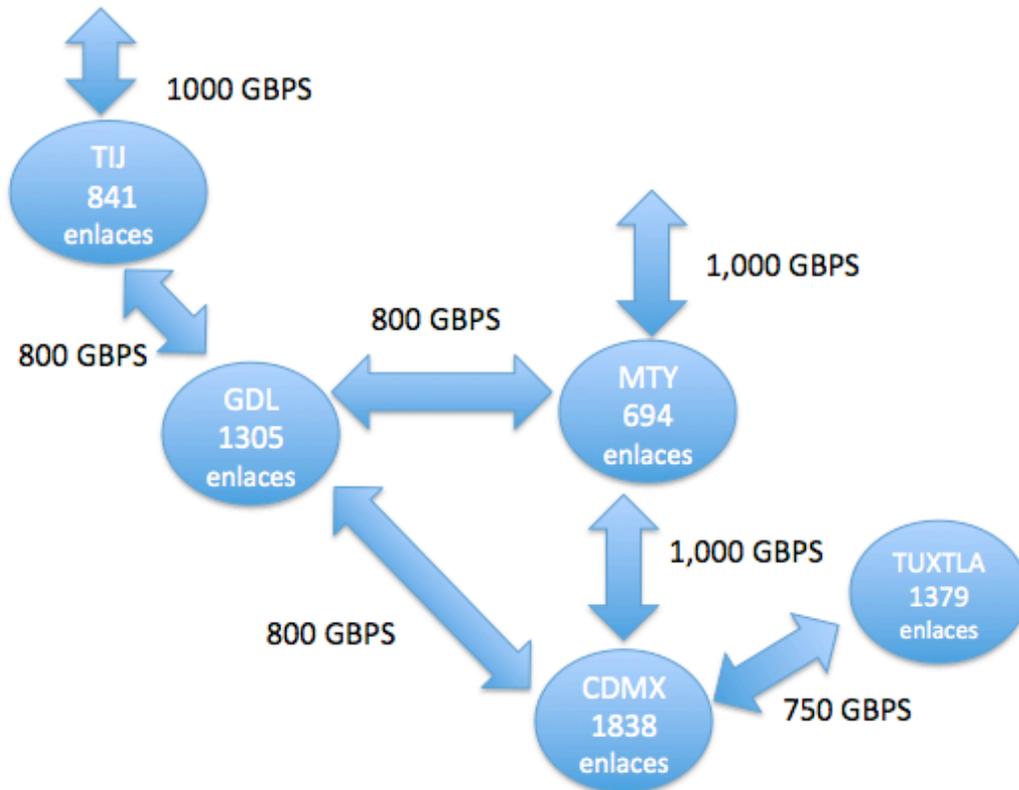
ESTATUS	(Todas)
RÉGIMEN	(Todas)
CONTROL	(Todas)
SUBSISTEMA	(Todas)
TAMAÑO	(Todas)
TIPO	(Todas)
LOCALIDAD CUDI	SI
ZONA METROPOLITANA	(Todas)

REGIÓN EDUCATIVA-ENTIDAD	CAMPUS O CENTROS	Matrícula	Escolarizada	No escolarizada	Aulas	Talleres	Laboratorios	Bibliotecas	Espacios	Personas
04 CENTRO	1,057	974,230	754,178	220,052	25,099	1,734	7,370	536	34,739	1,105,588
Distrito Federal	524	709,459	529,995	179,464	17,450	1,193	5,729	311	24,683	810,557
Puebla	367	162,897	139,951	22,946	4,883	341	1,196	124	6,544	180,091
México	85	66,096	50,012	16,084	1,679	121	284	61	2,145	74,684
Hidalgo	44	20,781	19,886	895	707	56	115	27	905	22,994
Tlaxcala	33	12,981	12,426	555	309	17	34	10	370	14,867
Morelos	4	2,016	1,908	108	71	6	12	3	92	2,395
01 NOROESTE	466	373,242	349,550	23,692	8,940	907	2,305	291	12,443	417,192
Baja California	156	118,531	112,478	6,053	3,147	340	946	82	4,515	134,155
Chihuahua	115	104,624	100,174	4,450	2,639	265	718	66	3,688	117,145
Sonora	119	79,992	78,098	1,894	2,017	220	473	93	2,803	89,350
Sinaloa	76	70,095	58,800	11,295	1,137	82	168	50	1,437	76,542
03 OCCIDENTE	626	351,723	307,044	44,679	11,431	857	2,487	441	15,216	397,798
Jalisco	202	120,416	102,410	18,006	4,225	284	823	138	5,470	137,347
Michoacán	171	67,094	61,811	5,283	2,424	208	579	127	3,338	75,045
Querétaro	63	45,820	40,243	5,577	1,358	123	386	48	1,915	51,926
Aguascalientes	54	43,882	41,271	2,611	1,479	133	400	43	2,055	50,000
Nayarit	68	32,149	21,588	10,561	765	68	135	37	1,005	35,862
Zacatecas	40	24,763	22,979	1,784	618	29	109	26	782	27,768
Guanajuato	19	12,273	11,652	621	449	8	14	14	485	14,083
Colima	9	5,326	5,090	236	113	4	41	8	166	5,767
05 SUR-SURESTE	683	349,201	267,174	82,027	9,637	909	1,638	447	12,631	396,994
Veracruz	241	99,749	61,205	38,544	2,809	225	405	150	3,589	115,403
Chiapas	151	81,019	54,333	26,686	2,491	242	314	100	3,147	90,999
Yucatán	98	53,126	50,435	2,691	1,511	181	421	79	2,192	60,536
Tabasco	47	37,751	31,299	6,452	969	58	198	26	1,251	43,088
Oaxaca	45	34,771	33,017	1,754	741	83	146	37	1,007	39,152
Guerrero	38	17,797	15,963	1,834	369	28	54	21	472	19,388
Campeche	47	15,978	12,224	3,754	483	49	70	29	631	18,012
Quintana Roo	16	9,010	8,698	312	264	43	30	5	342	10,416
02 NORESTE	456	260,441	227,331	33,110	8,657	755	2,871	267	12,550	297,132
Nuevo León	175	97,137	82,607	14,530	3,830	257	1,685	101	5,873	108,983
San Luis Potosí	76	56,956	48,882	8,074	1,607	239	503	60	2,409	64,652
Tamaulipas	90	37,394	35,864	1,530	1,093	46	221	46	1,406	42,305
Coahuila	61	37,084	33,382	3,702	1,223	137	301	24	1,685	45,080
Durango	54	31,870	26,596	5,274	904	76	161	36	1,177	36,112
TOTAL LOCALIDADES CUDI	3,288	2,308,837	1,905,277	403,560	63,764	5,162	16,671	1,982	87,579	2,614,704
LOCALIDADES NO CUDI	3,406	1,935,564	1,734,912	200,652	56,879	5,203	13,041	2,137	77,260	2,161,337
TOTAL NACIONAL	6,694	4,244,401	3,640,189	604,212	120,643	10,365	29,712	4,119	164,839	4,776,041

Un primer resumen de la información anterior se muestra en la siguiente tabla:

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
Noreste	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
Noroeste	297,000	297	275,000	275	841
	2,612,588	2,613	1,626,412	1,626	6,057

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



2. Una visión para la red

2.1. Anillos de fibra

Cuando la demanda de ancho de banda en algún punto excede 4 MBPS ya no se puede satisfacer la demanda con alambre telefónico. Para una demanda de hasta unos 100 Mbps se puede utilizar cable coaxial. Sin embargo, para anchos de banda superiores a 100 Mbps se requiere utilizar fibra óptica.

En México, salvo en muy contadas excepciones, ningún operador de fibra vende “derechos ilesos de uso “ (Indefeasible Rights of Use) de fibra óptica. El precio de un enlace en México depende del número de MBPS entregados y este parámetro es lineal y prácticamente no disminuye conforme mayor sea el ancho de banda del enlace. En buena medida esto ha ocasionado que los precios por MBPS que pagan las universidades hasta 50 o 100 veces mayores a los que pagan las universidades en El Paso, Texas (50-100 dls. mensuales por MBPS).

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 pueda contar con su propio par de fibra. Con ello los precios del Internet podrían ser equiparables a los que rigen en Estados Unidos (1 dólar por MBPS). Los anillos de fibra se deberán implementar con contratos de gobernanza que obliguen a las instituciones beneficiadas a contar con equipamientos adecuados y al pago de la parte proporcional de los costos que les correspondiera erogar relativa a su participación en el anillo de fibra óptica metropolitano.

Los anillos deberán conectarse a un IXP para tener un punto de presencia para el alojamiento de contenidos de alto valor y para que el intercambio de tráfico con los ISP sea más sencillo y se logren mejores tarifas para el transporte de Internet.

Vale la pena destacar que CONACyT ya ha hecho una inversión importante de recursos en los anillos de la Ciudad de México (Delta Metropolitana) y Puebla y tiene comprometido aportar recursos para el anillo de Guanajuato y Tuxtla Gutiérrez. Habrá que buscar transformar la gobernanza de dichos anillos para que puedan beneficiar a el mayor número de instituciones posibles en esas entidades.

Para financiar este proyecto se propone establecer un financiamiento a la operadora de la RNIE con la banca de desarrollo a pagar en un lapso de 5 años.

El financiamiento se recuperaría con el pago de una cuota por parte de las universidades y centros de investigación públicos (de unos 500,000 pesos anuales por campus conectado). Los pagos se comprometerían por los entes concentradores de las instituciones (Subsecretaría de Educación Superior, CONACyT), que asegurarían que las entidades conectadas tuvieran los recursos para cubrir sus cuotas a CUDI. Esta esquema podría implementarse con un mínimo de recursos fiscales. Nacional Financiera ha manifestado su interés por financiar este proyecto con 50 millones de dólares.

Otras instituciones que puedan aprovechar el anillo (planteles de media superior, hospitales, instituciones privadas, etc.) pagarán una cuota de recuperación que contribuiría a reducir el pago de las instituciones públicas iniciales.

CUDI cuenta con anteproyectos para 50 anillos metropolitanos. En las siguientes tablas se muestran los indicadores principales de cada uno de ellos:

NO	ZONA METROPOLITANA	Población	Matrícula	TOTAL Campus (Publicos y privados)	Longitud del anillo Kms	Kms por campus	Inversión USD	Pago anual a 5 años USD	Mantto anual USD	Pago anual total USD	Pago anual por campus USD suponiendo 33% de participación	Pago mensual por campus USD	Costo por alumno
1	VALLE DE MEXICO	20,116,842	974,330	813	100	0.12	\$5,420,000	\$1,429,782	\$542,000	\$1,971,782	\$7,276	\$606	\$5.56
2	GUADALAJARA	4,434,878	196,907	288	172	0.60	\$1,720,000	\$453,732	\$172,000	\$625,732	\$6,518	\$543	\$8.74
3	MONTERREY	4,106,054	187,694	268	84	0.31	\$840,000	\$221,590	\$84,000	\$305,590	\$3,421	\$285	\$4.48
4	PUEBLA-TLAXCALA	2,728,790	189,618	436	100	0.23	\$1,000,000	\$263,797	\$100,000	\$363,797	\$2,503	\$209	\$5.27
5	TOLUCA	1,936,126	96,259	144	56	0.39	\$560,000	\$147,727	\$56,000	\$203,727	\$4,244	\$354	\$5.82
6	TIJUANA	1,751,430	52,363	72	42	0.58	\$420,000	\$110,795	\$42,000	\$152,795	\$6,366	\$531	\$8.02
7	LEON	1,609,504	48,795	104	50	0.48	\$500,000	\$131,899	\$50,000	\$181,899	\$5,247	\$437	\$10.25
8	JUAREZ	1,332,131	49,468	35	17	0.49	\$170,000	\$44,846	\$17,000	\$61,846	\$5,301	\$442	\$3.44
9	LA LAGUNA	1,215,817	46,809	74	97	1.31	\$970,000	\$255,884	\$97,000	\$352,884	\$14,306	\$1,192	\$20.72
10	QUERETARO	1,097,025	60,049	84	42	0.50	\$420,000	\$110,795	\$42,000	\$152,795	\$5,457	\$455	\$6.99
11	SAN LUIS POTOSI	1,040,443	64,282	75	34	0.45	\$340,000	\$89,691	\$34,000	\$123,691	\$4,948	\$412	\$5.29
12	MERIDA	973,046	59,394	112	66	0.59	\$660,000	\$174,106	\$66,000	\$240,106	\$6,431	\$536	\$11.11
13	MEXICALI	936,826	39,847	53	27	0.51	\$270,000	\$71,225	\$27,000	\$98,225	\$5,560	\$463	\$6.78
14	AGUAS CALIENTES	932,369	41,846	56	28	0.50	\$280,000	\$73,863	\$28,000	\$101,863	\$5,457	\$455	\$6.69
15	CUERNAVACA	924,964	41,750	90	43	0.48	\$430,000	\$113,433	\$43,000	\$156,433	\$5,214	\$435	\$10.30
16	HERMOSILLO	884,273	39,107	22	52	2.36	\$520,000	\$137,175	\$52,000	\$189,175	\$25,797	\$2,150	\$13.30
17	ACAPULCO	863,431	27,229	69	34	0.49	\$340,000	\$89,691	\$34,000	\$123,691	\$5,378	\$448	\$12.49
18	TAMPICO	859,419	40,534	76	38	0.50	\$380,000	\$100,243	\$38,000	\$138,243	\$5,457	\$455	\$9.37
19	CHIHUAHUA	852,533	53,275	76	38	0.50	\$380,000	\$100,243	\$38,000	\$138,243	\$5,457	\$455	\$7.13
20	MORELIA	829,625	64,533	169	118	0.70	\$1,180,000	\$311,281	\$118,000	\$429,281	\$7,620	\$635	\$18.29

NO	ZONA METROPOLITANA	Población	Matricula	TOTAL Campus (Públicos y privados)	Longitud del anillo Kms	Kms por campus	Inversión USD	Pago anual a 5 años USD	Manto anual USD	Pago anual total USD	Pago anual por campus USD suponiendo 33% de participación	Pago mensual por campus USD	Costo por alumno
21	SALTILLO	823,128	36,695	66	50	0.76	\$500,000	\$131,899	\$50,000	\$181,899	\$8,268	\$689	\$13.63
22	VERACRUZ	811,671	42,697	112	56	0.50	\$560,000	\$147,727	\$56,000	\$203,727	\$5,457	\$455	\$13.12
23	CULIACAN	793,730	35,103	20	16	0.80	\$160,000	\$42,208	\$16,000	\$58,208	\$8,731	\$728	\$4.56
24	VILLAHERMO SA	755,425	48,348	51	26	0.51	\$260,000	\$68,587	\$26,000	\$94,587	\$5,564	\$464	\$5.38
25	REYNOSA-RIO BRAVO	727,150	16,135	32	17	0.53	\$170,000	\$44,846	\$17,000	\$61,846	\$5,798	\$483	\$10.54
26	TUXTLA GUTIERREZ	684,156	54,240	108	50	0.46	\$500,000	\$131,899	\$50,000	\$181,899	\$5,053	\$421	\$9.22
27	CANCUN	677,379	20,447	28	18	0.64	\$180,000	\$47,484	\$18,000	\$65,484	\$7,016	\$585	\$8.80
28	XALAPA	666,535	85,953	178	30	0.17	\$300,000	\$79,139	\$30,000	\$109,139	\$1,839	\$153	\$3.49
29	OAXACA	607,963	42,670	56	25	0.45	\$250,000	\$65,949	\$25,000	\$90,949	\$4,872	\$406	\$5.86
30	CELAYA	602,045	22,331	53	25	0.47	\$250,000	\$65,949	\$25,000	\$90,949	\$5,148	\$429	\$11.20
31	DURANGO	565,300	25,001	11	28	2.55	\$280,000	\$73,863	\$28,000	\$101,863	\$27,781	\$2,315	\$11.20
32	POZA RICA	513,518	16,656	34	18	0.53	\$180,000	\$47,484	\$18,000	\$65,484	\$5,778	\$481	\$10.81
33	PACHUCA	512,196	47,326	65	32	0.49	\$320,000	\$84,415	\$32,000	\$116,415	\$5,373	\$448	\$6.76
34	TLAXCALA-APIZACO	499,567	20,413	59	29	0.49	\$290,000	\$76,501	\$29,000	\$105,501	\$5,364	\$447	\$14.21
35	MATAMOROS	489,193	14,444	36	18	0.50	\$180,000	\$47,484	\$18,000	\$65,484	\$5,457	\$455	\$12.46
36	CUAUTLA CD.	434,147	8,782	23	13	0.57	\$130,000	\$34,294	\$13,000	\$47,294	\$6,169	\$514	\$14.80
37	OBREGON	433,050	19,152	10	14	1.40	\$140,000	\$36,932	\$14,000	\$50,932	\$15,279	\$1,273	\$7.31
38	TEPIC	429,351	36,789	60	35	0.58	\$350,000	\$92,329	\$35,000	\$127,329	\$6,366	\$531	\$9.51
39	ORIZABA	427,406	17,439	29	18	0.62	\$180,000	\$47,484	\$18,000	\$65,484	\$6,774	\$565	\$10.32
40	NUEVO LAREDO	384,033	10,684	16	12	0.75	\$120,000	\$31,656	\$12,000	\$43,656	\$8,185	\$682	\$11.23

NO	ZONA METROPOLITANA	Población	Matricula	TOTAL Campus (Públicos y privados)	Longitud del anillo Kms	Kms por campus	Inversión USD	Pago anual a 5 años USD	Manto anual USD	Pago anual total USD	Pago anual por campus USD suponiendo 33% de participación	Pago mensual por campus USD	Costo por alumno
41	PUERTO VALLARTA	379,886	12,393	18	12	0.67	\$120,000	\$31,656	\$12,000	\$43,656	\$7,276	\$606	\$9.68
42	TAPACHULA	348,156	15,397	14	19	1.36	\$190,000	\$50,122	\$19,000	\$69,122	\$14,812	\$1,234	\$12.34
43	COLIMA-VILLA ALVAREZ	334,240	20,072	49	26	0.53	\$260,000	\$68,587	\$26,000	\$94,587	\$5,791	\$483	\$12.95
44	ENSENADA	312,344	13,814	12	30	2.50	\$300,000	\$79,139	\$30,000	\$109,139	\$27,285	\$2,274	\$21.72
45	ZACATECAS-GUADALUPE	309,660	35,212	59	30	0.51	\$300,000	\$79,139	\$30,000	\$109,139	\$5,549	\$462	\$8.52
46	CAMPECHE	220,389	9,747	13	10	0.77	\$100,000	\$26,380	\$10,000	\$36,380	\$8,395	\$700	\$10.26
47	NOGALES	212,533	9,399	7	20	2.86	\$200,000	\$52,759	\$20,000	\$72,759	\$31,183	\$2,599	\$21.28
48	CHILPANCIINGO	187,251	8,281	15	11	0.73	\$110,000	\$29,018	\$11,000	\$40,018	\$8,004	\$667	\$13.28
49	GUANAJUATO	171,709	7,594	14	12	0.86	\$120,000	\$31,656	\$12,000	\$43,656	\$9,355	\$780	\$15.80
50	CHETUMAL	151,243	6,689	10	15	1.50	\$150,000	\$39,570	\$15,000	\$54,570	\$16,371	\$1,364	\$22.43
		63,889,880	3,133,992	4,374	1,953	38	\$23,950,000	\$6,317,950	\$2,395,000	\$8,712,950			

La inversión total del proyecto sería de unos 24 millones de dólares para construir 50 anillos. Se construirían aproximadamente 1,953 kilómetros. Se cubrirían 4,374 campus donde están matriculados 3,134,000 alumnos.

2.2. Enlaces a instituciones ubicadas en ciudades sin anillos. Hay 1000 poblaciones donde hay campus universitarios.

Según datos de la Secretaría de Educación Pública, en el ciclo escolar 2015-2016 operaron en el país 3 mil 886 instituciones de educación superior (30% públicas y 70% privadas), con 6 mil 694 escuelas, planteles o campus (37% públicos y 63% privados), distribuidos en 742 municipios y 1 mil localidades.

Necesariamente, fuera de las principales ciudades que contarán con anillos de fibra, será necesario contratar enlaces basados en capacidad, hasta que la red troncal anunciada en la reforma constitucional llegue al menos a estas mil localidades.

2.3. Dorsal. Fibra óptica de comisión para poder atender la demanda.

Si se llegara a contar con anillos de fibra en un número importante de ciudades, se requeriría contar con enlaces a la dorsal de varios Gbps. en todas las ciudades conectadas, considerando que se requieren enlaces de 1 Gbps. por cada mil alumnos.

Por ejemplo, en el caso de Chetumal, que es la ciudad 50 de mayor matrícula en el país, hay 6689 alumnos de educación superior, que requerirían un enlace de 7 Gbps.

NO	ZONA METROPOLITANA	Población	Matricula
1	VALLE DE MEXICO	20,116,842	974,330
2	GUADALAJARA	4,434,878	196,907
3	MONTERREY	4,106,054	187,694
4	PUEBLA-TLAXCALA	2,728,790	189,618
5	TOLUCA	1,936,126	96,259
6	TIJUANA	1,751,430	52,363
7	LEON	1,609,504	48,795
8	JUAREZ	1,332,131	49,468
9	LA LAGUNA	1,215,817	46,809
10	QUERETARO	1,097,025	60,049
11	SAN LUIS POTOSI	1,040,443	64,282
12	MÉRIDA	973,046	59,394
13	MEXICALI	936,826	39,847
14	AGUAS CALIENTES	932,369	41,846
15	CUERNAVACA	924,964	41,750
16	HERMOSILLO	884,273	39,107
17	ACAPULCO	863,431	27,229
18	TAMPICO	859,419	40,534
19	CHIHUAHUA	852,533	53,275
20	MORELIA	829,625	64,533
21	SALTILLO	823,128	36,695
22	VERACRUZ	811,671	42,697
23	CULIACAN	793,730	35,103
24	VILLAHERMOSA	755,425	48,348
25	REYNOSA-RIO BRAVO	727,150	16,135
26	TUXTLA GUTIERREZ	684,156	54,240
27	CANCUN	677,379	20,447
28	XALAPA	666,535	85,953
29	OAXACA	607,963	42,670
30	CELAYA	602,045	22,331
31	DURANGO	565,300	25,001
32	POZA RICA	513,518	16,656
33	PACHUCA	512,196	47,326
34	TLAXCALA-APIZACO	499,567	20,413
35	MATAMOROS	489,193	14,444
36	CUAUTLA	434,147	8,782
37	CD. OBREGON	433,050	19,152
38	TEPIC	429,351	36,789
39	ORIZABA	427,406	17,439
40	NUEVO LAREDO	384,033	10,684
41	PUERTO VALLARTA	379,886	12,393
42	TAPACHULA	348,156	15,397
43	COLIMA-VILLA ALVAREZ	334,240	20,072
44	ENSENADA	312,344	13,814
45	ZACATECAS-GUADALUPE	309,660	35,212
46	CAMPECHE	220,389	9,747
47	NOGALES	212,533	9,399
48	CHILPANCINGO	187,251	8,281
49	GUANAJUATO	171,709	7,594
50	CHETUMAL	151,243	6,689
		63,889,880	3,133,992

De continuarse comprando enlaces a un costo de 5-10 dólares por Gbps, se requeriría adquirir enlaces con un costo de entre 15 y 30 millones de dólares mensuales, lo que se considera inviable. Esta condición indica que se debería,

preferentemente, de contar con enlaces de fibra oscura iluminada a las capacidades necesarias.

Es por eso que se ha negociado con la SCT la posibilidad de que se le asigne a la RNEI un par de fibras sobre la infraestructura de CFE.

Incluso en la página de Internet de Telecomm se encuentra una nota que indica que se reservarán 2 hilos de fibra óptica de la infraestructura de CFE para la red universitaria.

http://www.telecomm.net.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=455%3AAla-red-de-fibra-optica-de-la-cfe-a-telecomm-este-mes&catid=323%3Aaprensa&Itemid=229

LA RED DE FIBRA ÓPTICA DE LA CFE, A TELECOMM ESTE MES

La red de fibra óptica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) se convertirá en una herramienta para catalizar no sólo la competencia en el mercado de transportes de datos, sino que será un facilitador para hacer realidad el acceso universal a la banda ancha, aseguró Jorge Juraidini, director general de Telecomunicaciones de México (Telecomm).

Luego de que a mediados de septiembre pasado el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) aprobó los términos con los que la CFE trasladará su título de concesión para explotar una red pública de telecomunicaciones a Telecomm, será el próximo 21 de enero de 2016 que formalmente este organismo recibirá la concesión y comenzará la operación de la red troncal de fibra óptica, afirmó.

Se dispondrá de tres pares de hilos de fibra óptica, uno de los cuales se destinará a la Red Compartida (infraestructura de transporte de telecomunicaciones que se construirá con la banda de 700 megahertz del espectro radioeléctrico y que ha quedado liberada con la transición a la televisión digital terrestre); otro para la red de universidades y uno más para la operación de Telecomm.

Recordó que la red troncal de la CFE en la actualidad es utilizada para las tareas relacionadas con la provisión del servicio de energía eléctrica y que el objetivo de la transferencia de la concesión respectiva obedece a la necesidad de aprovechar esa infraestructura para desplegar servicios de telecomunicaciones.

La autorización permitirá que Telecomunicaciones de México pueda instrumentar el mandato constitucional tendiente a crear una Red Troncal de telecomunicaciones de 36 mil kilómetros, con cobertura nacional, la cual será complementaria de la Red Compartida que se construirá con los 90 megahertz disponible de la banda de 700 megahertz del espectro radioeléctrico.

Respecto de la obligación que tendrá este organismo de ceder a operadores de redes privadas de transporte, 86 contratos que la CFE tiene con instituciones y organismos públicos comentó que la transición durará alrededor de 90 días y que seis meses después deberá ceder estos contratos aunque otros, por su naturaleza podrán permanecer con Telecomm hasta el término de la vigencia.

Fuente: Excélsior (2016, 2 de enero) José Guadarrama, Dinero. Pág. 13

2.4. Conectividad internacional

La conectividad internacional debe reflejar la demanda de investigación de las principales universidades del país y de los centros de investigación. En la mayoría de los países desarrollados, la demanda de ancho de banda para investigación es 5-10 veces mayor que la demanda de Internet comercial.

Podríamos esperar que la demanda de estas entidades pudiera sumar 2.5 Tbps. en unos 5 a 10 años. Por ello, se deberá consolidar la dorsal de fibra óptica desde las principales ciudades del país y al menos 2 salidas de fibra hacia Estados Unidos y una más hacia Europa y Latinoamérica por Centroamérica.

3. Situación actual

3.1. Marco Normativo

Desde la privatización y apertura a la competencia del sector comunicaciones a finales del siglo pasado, México ha impulsado el desarrollo de las redes de telecomunicaciones a través de distintos mecanismos regulatorios que han permitido la participación de nuevas empresas en el despliegue de infraestructura fija y móvil. La convergencia entre las telecomunicaciones y las tecnologías de la información, y particularmente el uso masivo de Internet, han cambiado el paradigma de cómo la sociedad se desenvuelve en toda sus actividades económicas, políticas y sociales. El ritmo de apropiación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) por parte del gobierno, la academia y la industria no ha sido tan rápido como en otros países, como lo demuestran diversos índices que miden la digitalización de un país y la apropiación de sus sociedades de las TIC para la innovación, la productividad y la competitividad.

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND 2013-2018), en materia de infraestructura de redes de telecomunicaciones, busca comunicar poblaciones, permitir el acceso de las comunidades a los servicios y mercados, conectar sitios públicos como escuelas y universidades, mejorar la productividad con costos competitivos de servicios de comunicaciones y posicionar a México como una plataforma logística a nivel internacional.

El PND contempla como metas nacionales un "México Próspero" y un "México Incluyente", Para ello considera necesario una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos ya que esto fomenta la competitividad y conecta el capital humano con las oportunidades que genere la economía.

El objetivo 4.5 de la meta "México Próspero" prevé democratizar el acceso a servicios de telecomunicaciones. Mediante la estrategia 4.5.1 consistente en impulsar el desarrollo y la innovación tecnológica de las telecomunicaciones se busca ampliar la cobertura y accesibilidad resultando en mejores servicios, en la promoción de la competencia, buscando la reducción de costos y la eficiencia de las comunicaciones.

En la meta de un "México con Educación de Calidad" se busca hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso, económico y social sostenibles, contribuyendo a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel.

A partir de 2013, el gobierno mexicano emprendió una ambiciosa reforma de telecomunicaciones, la cual busca aumentar la conectividad a través de una mayor competencia entre proveedores de servicios y una mayor inversión pública en el sector. Entre los objetivos del Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018 (PNI 2014-2018) se propuso “contar con una infraestructura [de] ... comunicaciones modernas que fomenten una mayor competitividad, productividad y desarrollo económico y social”. Entre las líneas de acción provistas en el PNI 2014-2018 se encuentra el despliegue y operación de redes de banda ancha, particularmente permitiendo la utilización de fibra oscura, propiedad de la CFE, la cual se encontraba restringida a la operación del Sistema Eléctrico Nacional. Este objetivo quedó resumido en el Artículo 6º Constitucional, donde se inscribe el derecho de los mexicanos al acceso a tecnologías de la información, en particular en lo referente a banda ancha e Internet.

La reforma al sector telecomunicaciones implicó cambios profundos al marco normativo. En particular se derogaron las leyes de telecomunicaciones y de radiodifusión para integrar una nueva Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LFTR). Es en este punto donde el CONACyT tiene encomendada una tarea que reviste particular importancia. En el Artículo 213 de dicha ley se 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”.

Normatividad sobre ciencia y tecnología

La normatividad aplicable a ciencia y tecnología impone a CONACyT diversos mandatos para impulsar la creación de infraestructura orientada a servir a las actividades de ciencia, tecnología e innovación, como se describe a continuación.

Ley de Ciencia y Tecnología

El artículo 2 de la Ley de Ciencia y Tecnología establece como una de las bases para una política de Estado que sustente la integración del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación, lo siguiente:

“Promover el desarrollo, la vinculación y diseminación 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”.

Ley Orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

De acuerdo con el artículo 2 de la Ley Orgánica del CONACyT, este organismo 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.

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 2013-2015: “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 del 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 desempeña un papel fundamental. Específicamente, la Red Nicté se enmarca con 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.

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 del cual 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 instrumento mandata la creación de otros instrumentos legales que impactan en el desarrollo de la banda ancha y de la Red Nacional de Educación e Investigación. Estos son: La Estrategia Digital Nacional de noviembre de 2013, El Programa Nacional de Infraestructura de abril de 2014, La Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión de julio de 2014 y el Programa de Conectividad Digital, “Banda Ancha para Todos” de diciembre de 2016.

Decreto por el que se reforman diversos artículos de la Constitución Política

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

- i. Artículo 6. 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. Artículo 28 párrafo 11. 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.
- iii. Artículo 28 párrafo 12. 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.
- iv. Artículo 73 y CUARTO TRANSITORIO. La actualización del marco legal de las telecomunicaciones y la radiodifusión con la promulgación de una ley convergente.
- v. DECIMOCUARTO TRANSITORIO. El establecimiento de una Política de inclusión Digital Universal y una Estrategia Digital Nacional que define los proyectos para acercar a la población las TIC y la banda ancha.
- vi. DECIMOQUINTO Y DECIMOSEXTO TRANSITORIOS. 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.

Estrategia Digital Nacional (EDN)

La EDN, publicada por el Gobierno de la República en Noviembre de 2013, promueve un marco estructural con cinco objetivos: Transformación Gubernamental, Economía Digital, Transformación Educativa, Salud Universal y Efectiva, Innovación Cívica y Participación Ciudadana y cinco habilitadores: Conectividad, Inclusión y Habilidades Digitales, Interoperabilidad, Marco Jurídico y Datos Abiertos. Mediante la conectividad y el desarrollo de habilidades digitales la Red Nicté puede impactar en los siguientes objetivos secundarios:

- i. Adoptar una comunicación digital centrada en el ciudadano;
- ii. Generar nuevos mecanismos de contratación que fomenten la innovación y el emprendimiento a través de la democratización del gasto público;
- iii. Desarrollar una política nacional de adopción y uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Sistema Educativo Nacional;
- iv. Ampliar la oferta educativa mediante el uso de la TIC;
- v. Mejorar la gestión educativa mediante el uso de las TIC;

- vi. Desarrollar una agenda digital de cultura;
- vii. Impulsar mecanismos de Tele salud y Telemedicina para aumentar la cobertura de los servicios de salud;
- viii. Prevenir y mitigar daños causados por desastres naturales mediante el uso de las TIC.

EDN indica que “La conectividad se refiere al desarrollo de redes, al despliegue de una mejor infraestructura en el territorio nacional, a la ampliación de la capacidad de las redes existentes, y al desarrollo de competencia en el sector de las TIC para estimular la reducción de precios”. De las 10 iniciativas que la EDN prevé desarrollar para el habilitador Conectividad, la Red Nicté puede beneficiarse e impactar en las siguientes:

- i. Ampliación de la red troncal de fibra óptica;
- ii. Despliegue de una red compartida de servicios móviles al mayoreo;
- iii. Acceso a Internet de banda ancha a través del Programa México Conectado;
- iv. Agilización y reducción de costos en el despliegue de las redes de los operadores de telecomunicaciones;
- v. Programa Nacional de Espectro Radioeléctrico;
- vi. Mecanismos de coordinación entre los tres órdenes de gobierno para el aprovechamiento conjunto de sus redes;
- vii. Instalación de puntos de intercambio de tráfico de datos (IXP o Internet Exchange Points);
- viii. Centros de distribución de contenidos y centros de datos conectados a las redes troncales y a los IXP con banda ancha. Además se promoverá la transición ordenada hacia el protocolo IPv6 de redes de telecomunicaciones.

Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes

El Programa Sectorial retoma del PND las siguientes líneas:

- i. Reducir costos de los servicios de telecomunicaciones I) incentivando la inversión privada, II) desplegando nuevas redes de fibra óptica, III) implementando la transición a la TDT, IV) impulsando el uso óptimo de las bandas 700 MHz y 2.5 GHz, V) promoviendo la competencia.
- ii. Mejorar la calidad de los servicios I) fortaleciendo la red Nacional de Impulso a la Banda Ancha (NIBA), II) fomentando la competencia en la

televisión abierta, III) adecuando el marco regulatorio del Servicio Postal Mexicano.

- iii. Aumentar el número de personas con capacidad para aprovechar las TIC I) creando una red de centros comunitarios de capacitación y educación digital, II) intensificando la Campaña Nacional de Inclusión Digital, III) desplegando infraestructura satelital de banda ancha, IV) desarrollando e implementando un sistema espacial de alerta temprana que ayude en la prevención, mitigación y respuesta rápida a emergencias y desastres naturales.

Los objetivos del Plan Sectorial que impactan directamente en la Red Nicté son:

- i. Objetivo 4. Ampliar la cobertura y el acceso a mejores servicios de comunicaciones en condiciones de competencia.
- ii. Objetivo 6. Desarrollar integralmente y a largo plazo al sector con la creación y adaptación de tecnología y la generación de capacidades nacionales.

Sus retos se centran en la penetración y cobertura, para la infraestructura de fibra óptica y el Internet de banda ancha. Es crítico resolver ambos retos.

Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018 (PNI)

El PNI fue publicado por la Presidencia de la República el 29 de abril de 2014. Prevé tres líneas de acción para lograr la meta de penetración de Internet de banda ancha para el 65% de la población en el 2018. Las dos primeras son la Red Troncal y la Red Compartida cuyos proyectos están destinados a promover la participación público privada que son útiles para el despliegue de la Red Nicté. La tercera obedece al proyecto México Conectado que se financia con el Fideicomiso e-México y con inversión presupuestal federal. Este proyecto incluye la aportación de conectividad de última milla.

Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LFTyR)

La LFTyR de Julio de 2014 otorga a las instituciones de educación superior y aquellas con propósitos culturales, científicos y educativos sin fines de lucro una forma de constituirse en prestadores de servicios públicos para su comunidad. Esto garantiza que mediante el otorgamiento de la concesión de uso social

puedan solicitar la interconexión a redes públicas de telecomunicaciones como la Red Compartida o la Red Troncal y sean capaces de solicitar el uso de espectro radioeléctrico cuando así lo requieran, en los términos que establecen las secciones III y IV del Capítulo III de la Ley.

Artículo 66. Se requerirá concesión única para prestar todo tipo de servicios públicos de telecomunicaciones y radiodifusión.

Artículo 67. De acuerdo con sus fines, la concesión única será:

...

IV. Para uso social: Confiere el derecho de prestar servicios de telecomunicaciones y radiodifusión con propósitos culturales, científicos, educativos o a la comunidad, sin fines de lucro. Quedan comprendidas en esta categoría las concesiones comunitarias y las indígenas; así como las que se otorguen a instituciones de educación superior de carácter privado.

El artículo 213 prevé la coordinación entre SCT y CONACyT para apoyar la conectividad y desarrollo de capacidades técnicas de las IES y centros de investigación para la formación de la RNEI.

Artículo 213. 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

Programa de Conectividad Digital, “Banda Ancha para Todos”

El Programa es uno de los tres pilares de la Política de Inclusión Digital Universal que establece el artículo 6º de la Constitución. En este Programa se incluyen los proyectos de acceso y asequibilidad del Gobierno de la República. Los otros dos pilares de la Política de Inclusión Digital Universal son los proyectos de apropiación y aprovechamiento que establece la EDN y las acciones regulatorias que realiza el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT). Tiene dos objetivos principales el acceso y la asequibilidad. El noveno de los 10 proyectos que se explican en este programa, corresponde a la Red Nacional de Investigación

Científica, Tecnológica y Educación (Red Nicté) que es la Red Nacional de Educación e Investigación mexicana que impacta en ambos objetivos.

El proyecto Red Nicté prevé garantizar que en los próximos años se cuente con los niveles de conectividad que demanda la realización de proyectos científicos y educativos de alto impacto, en colaboración con las instituciones de educación superior y centros de investigación del resto del mundo. Tiene como Meta en el Plan de Trabajo 2017 y como indicadores el número de instituciones de educación superior y de investigación conectadas a la Red Nicté con enlaces de alta capacidad y el Número de conexiones a redes de educación superior y de investigación internacionales y de otros países.

Convenio de colaboración SCT – CONACyT

El Convenio de Colaboración celebrado entre la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y 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 y de investigación 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 conocimientos y experiencia en el diseño, arquitectura, capacidad, puesta en marcha, operación, monitoreo, mesa de ayuda, resguardo, y seguridad en redes, en tema 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.

- iii. Analizar, aprobar o en su caso emitir recomendaciones: al plan de trabajo de la instancia operadora; al diseño técnico de la Red presentada anualmente, así como el plan para conectar la infraestructura científica del país a la Red.
- 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.
- 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.

Documento de Obligaciones de la Instancia Operadora

La Red Nicté será operada por una Instancia Operadora, la cual firmará un Acuerdo de Coordinación con la SCT y CONACyT, en el cual se compromete a cumplir con las siguientes obligaciones básicas:

- A. Presentar al Grupo de Trabajo, con al menos tres meses de anticipación al inicio de cada año calendario, el Plan Anual de Trabajo¹ para su aprobación, por conducto de la Secretaría Técnica. El cual incluirá:
 - a. Diseños, arquitecturas, desarrollos, conexiones, esquemas de financiamiento, corresponsabilidad e implementación para la conectividad internacional, nacional y local.
 - b. Configuración de la red de monitoreo de un Centro de Operaciones de Red (NOC) y mesa de ayuda.
 - c. Requerimientos de recursos humanos, materiales, financieros e implementación de los mismos para acciones de mantenimiento preventivo y correctivo.
- B. Proponer el formato de solicitud de conexión para las instituciones académicas y de investigación.
- C. Proponer el formato de reporte de degradación o fallas en los enlaces que conectan a las instituciones.
- D. Para el plazo remanente del año 2017, deberá presentar un plan de trabajo, dentro de los 30 días naturales a la firma de las Obligaciones de la Instancia Operadora.

¹ La Instancia Operadora sólo podrá ejecutar el plan de trabajo a partir de que obtenga la aprobación del Grupo de Trabajo y los recursos materiales y financieros establecidos en el mismo.

E. Presentar a petición del Grupo de Trabajo planes extraordinarios de trabajo para conectar la infraestructura científica nacional o instituciones adicionales a la RED NICTÉ.

F. Presentar cualquier otra información requerida por el Grupo de Trabajo.

G. Operar la RED NICTÉ en conformidad con el plan de trabajo y el diseño técnico aprobados por el Grupo de Trabajo y lo establecido en las Obligaciones de la Instancia Operadora.

H. Administrará la RED NICTÉ en conformidad con el plan de trabajo y el diseño técnico aprobados por el Grupo de Trabajo y lo establecido en las Obligaciones de la Instancia Operadora.

I. Proponer al Grupo de Trabajo acciones que promuevan el correcto uso y el máximo aprovechamiento de la RED NICTÉ.

La Instancia Operadora deberá ser una institución sin fines de lucro y de reconocido prestigio, que aglutine o cuente con aval de la mayor cantidad posible de instituciones nacionales de educación superior e investigación. Así mismo, la operación de la Red Nicté incluirá todas las acciones necesarias para proveer a las instituciones conectadas de Internet de banda ancha. Estas acciones pueden resumirse en los siguientes puntos:

- i. Establecimiento de los enlaces de acuerdo a la Arquitectura de red establecida en el plan de trabajo. Para ello será necesario que coordine las acciones necesarias para el inicio de operaciones de la Red Nicté con las instituciones académicas y de investigación.
- ii. Monitoreo del estado de los enlaces que conectan las instituciones a la Red Nicté, así como la Red Nicté en su conjunto. Para estos efectos, la Instancia Operadora contará con un centro de monitoreo y control. La Instancia Operadora deberá incluir en su plan de trabajo y en el diseño técnico todos los elementos técnicos y los recursos humanos, materiales, tecnológicos y financieros que requiera para realizar adecuadamente el monitoreo de la Red Nicté. La Instancia Operadora sólo podrá ejecutar el monitoreo a partir de que obtenga la aprobación del Grupo de Trabajo y de que obtenga los recursos materiales y financieros establecidos en el plan anual de trabajo.
- iii. Promoción y difusión del plan de trabajo aprobado por la RED Nicté entre las Instituciones con vistas a que estas se interconecten a la RED Nicté y colaboren en la consecución de sus objetivos.

- iv. Recepción de solicitudes de conexión a la Red Nicté, así como de reportes de degradación o fallas en los enlaces que conectan las “Instituciones” a la Red Nicté. Para estos efectos, la Instancia Operadora contará con una Mesa de Ayuda y un sistema de recepción y seguimiento de solicitudes y reportes. La Instancia Operadora deberá incluir en su plan de trabajo y en el diseño técnico todos los elementos técnicos y los recursos humanos, materiales, tecnológicos y financieros que requiera para operar adecuadamente la Mesa de Ayuda. La Instancia Operadora sólo podrá operar la mesa de ayuda a partir de que obtenga la aprobación del Grupo de Trabajo y de que obtenga los recursos materiales y financieros establecidos en el plan anual de trabajo.
- v. Por medio del NOC, 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 Nicté, hasta el punto de demarcación de la Red Nicté con las redes de las instituciones conectadas, de acuerdo al diseño técnico aprobado por el Grupo de Trabajo.
- vi. La Instancia Operadora deberá incluir en su plan de trabajo y en el diseño técnico todos los elementos técnicos y los recursos humanos, materiales, tecnológicos y financieros que requiera para la realización de las actividades señaladas en este párrafo. La Instancia Operadora sólo podrá ejecutar la configuración y reconfiguración de la Red Nicté a partir de que obtenga la aprobación del Grupo de Trabajo y de que obtenga los recursos materiales y financieros establecidos en el plan anual de trabajo.
- vii. Asesoría que le requieran las Instituciones para conectarse a la Red Nicté.
- viii. Entrega de un reporte semestral al Grupo de Trabajo, dentro de los primeros 5 (cinco) días hábiles de cada semestre calendario, en el que señalará el estado general de solicitudes y reportes de degradación y fallas, así como las recomendaciones para la solución de problemas en la Red Nicté o para mejorar su operación y rendimiento.

3.2. CUDI como operador de la Red Nacional de Educación e Investigación mexicana

En abril de 1999, se constituyó en México la RNEI mexicana. Las principales universidades y centros de investigación conformaron la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet, A.C. (CUDI) como una asociación civil sin fines de lucro. Su objeto fue establecer un mecanismo de coparticipación para instalar y operar la RNEI mexicana (NREN por sus siglas en inglés) así como su interconexión a las redes homólogas en Estados Unidos de América (UCAID/Internet2) y Canadá (Canarie). CUDI cuenta con Estatutos Propios. La máxima autoridad de CUDI es la Asamblea de Miembros. Cuenta con un Consejo Directivo conformado por 18 instituciones con voz y voto. El Director General y su equipo llevan a cabo la gestión y operación de la RNEI.

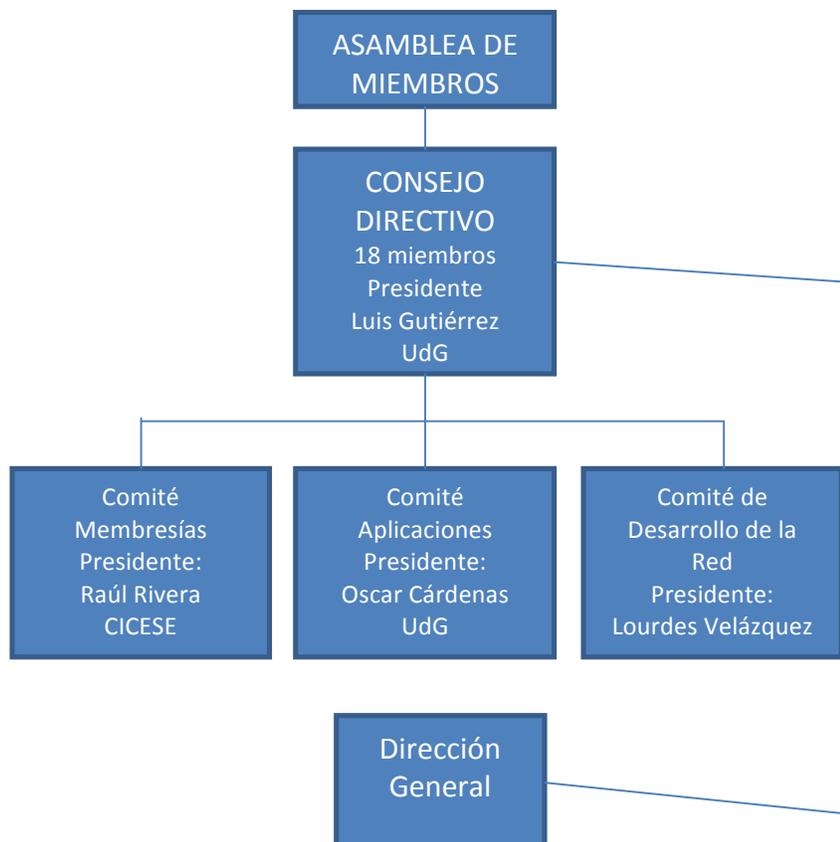
CUDI fue reconocida por la Secretaría de Relaciones Exteriores como el operador de la Red Nacional de Educación e Investigación, lo que era un requisito indispensable para formar parte de la Corporación Latinoamericana de Redes Avanzadas (CLARA). CUDI firma la Declaración de Toledo sobre redes de investigación y educación en América Latina el 14 de junio de 2002. En su calidad de RNEI de México, CUDI es socios fundador CLARA desde junio de 2003, fecha en que se firmaron los estatutos de esa organización en Valle de Bravo, Estado de México.

El Consejo Directivo de CUDI está conformado por representantes institucionales que son autoridades en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en su institución.

Para sus operaciones cotidianas CUDI cuenta con tres comités en los que los miembros participan activamente. El Comité de Membresías promueve la incorporación de nuevas instituciones y mantiene la relación con los miembros. El Comité de Aplicaciones, facilita la creación de comunidades temáticas virtuales que se organizan para proponer proyectos y actividades participativas de investigadores y académicos de distintas instituciones nacionales e internacionales. El Comité de Desarrollo de la Red es el que funge como Grupo de Ingeniería de la Red en apoyo al NOC, haciendo propuestas para la mejora de la red, evaluando nuevas tecnologías y servicios, entre otros.

El Consejo Directivo de CUDI está actualmente conformado por representantes de las siguientes instituciones listadas en orden alfabético:

1. Agencia Espacial Mexicana
2. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)
3. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)
4. Centros Públicos de Investigación (CONACyT)
5. Instituto Politécnico Nacional (IPN)
6. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)
7. Tecnológico Nacional de México (TNM)
8. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ)
9. Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)
10. Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT)
11. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH)
12. Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)
13. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)
14. Universidad de Colima (UCOL)
15. Universidad de Guadalajara (UDG)
16. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
17. Universidad Veracruzana (UV)
18. Universidades Tecnológicas y Politécnicas (UTyP)

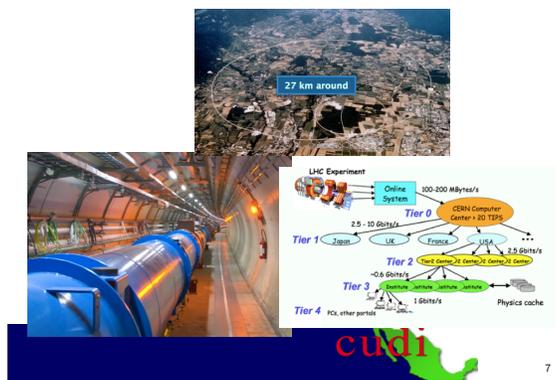


Las funciones de administración y representación legal las coordina el Director General de CUDI mediante una estructura organizativa de 15 personas. Esta asociación civil cuenta con un Centro de Operaciones de la Red (NOC-CUDI) con personal altamente especializado. El NOC-CUDI, a su vez, ha sido contratado mediante licitación como NOC de la Red Regional CLARA.

Se estima que las universidades miembros de CUDI representan más del 85% de la matrícula del sistema de educación superior nacional. Más del 85 % de los centros e institutos de investigación del país están incorporados a CUDI. Más del 90% de los Investigadores del SNI laboran en una Institución miembro. CUDI hoy cuenta con una membresía de 250 instituciones² y proporciona apoyo en servicios avanzados a los principales centros de investigación e instituciones de educación superior y media del país.

CUDI ha dado apoyo y seguimiento a la conectividad de grupos de investigación que forman parte de redes mundiales. Tal es el caso del grupo de telemática del CICESE que a través de la conexión hacia CalIT2 en la Universidad de San Diego desde Tijuana con un ancho de banda de 10 Gbps, ha podido colaborar en el proyecto OptiPuter que permite a los científicos el manejo de datos visuales interactivos entre múltiples centros de almacenamiento conectados por redes de fibra óptica de alta capacidad. Por su parte, el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM se conecta a la RNEI mexicana y de ahí a la RNEI de Estados Unidos para formar un Tier 1 hasta Ginebra, Suiza donde se construyó el Colisionador de Partículas que reside en CERN, para que su grupo de investigadores participe en los proyectos ALICE y LHC que la comunidad mundial (20 Estados) de Físicos de Altas Energías se encuentran desarrollando colaborativamente en la búsqueda de la constitución de la materia y las fuerzas que permiten su cohesión.

El Tier 1 de la UNAM del Colisionador de Hidrones de CERN



² Una lista actualizada de miembros se encuentra en <http://www.cudi.mx/miembro>

Otros grupos de investigación en bibliotecas digitales han desarrollado productos innovadores como es RABID la red académica de bibliotecas digitales, con estándares internacionales y REMERI, la Red Mexicana de Repositorios Institucionales que cuenta con indexadores de diversos tipos de recursos que se almacenan y se cosechan de los repositorios institucionales de miembros y no miembros de CUDI, para lograr mayor visibilidad de la actividad de investigación científica y tecnológica de nuestro país.

En el campo de la educación la RNEI se ha convertido en una herramienta indispensable para el acceso a contenidos educativos y a servicios digitales indispensables para las universidades modernas. Ha sido la base para desencadenar proyectos innovadores que son disruptivos respecto al 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 RedLATE de tecnologías para la educación, que participan en el comité de aplicaciones de CUDI, 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.

3.3. Evolución y financiamiento de la RNEI mexicana

Hasta ahora el mecanismo de financiamiento de la RNEI mexicana se ha basado en el compromiso de los Asociados Institucionales a cubrir mediante cuotas aprobadas, los costos de operación que no puedan generarse de otra forma. Los miembros fundadores de CUDI decidieron crear un esquema de financiamiento para la asociación civil mediante tres tipos de membresía:

1. Los asociados académicos que aportan de una inscripción más una aportación financiera que les permite participar en el Consejo Directivo con voz y voto
2. Los asociados institucionales que realizan una aportación en especie de activos para la conectividad.

3. Los afiliados académicos que aportan una inscripción y una aportación financiera de un orden de magnitud menor que le permitiera beneficiarse del uso de la infraestructura y de los servicios prestados por CUDI

Con el recurso recibido por concepto de cuotas de membresía, CUDI generaba el presupuesto para mantener la plantilla de recursos humanos de la Dirección General y su estructura así como los gastos administrativos y de operación de la red. Además se cubrían los gastos de viáticos y pasajes de aquellos miembros que participan en el Consejo Directivo así como en las presidencias de los Comités y Coordinaciones de Comunidades. Este presupuesto fue suficiente hasta 2007.

Dentro de los primeros 10 años de existencia CUDI, el gobierno participó tímidamente en el financiamiento para la creación y el desarrollo de la red. Las empresas de telecomunicaciones fueron las que hicieron aportaciones en especie -la fibra óptica y el equipamiento- para constituir la red dorsal. México no contaba con políticas públicas sobre la utilización y apoyo para la sostenibilidad de la RNEI. No obstante, CONACyT como miembro del Consejo Directivo de CUDI hizo pequeñas aportaciones financieras (de 1 y 2.5 millones de pesos) etiquetadas para promover el desarrollo de proyectos sobre redes avanzadas, en vez de promover de forma concentrada o directamente a través de cada uno de sus centros públicos de investigación, el pago de las cuotas por concepto de membresía a la RNEI (correspondiente a aproximadamente a 12 millones de pesos de esa época). CICESE ha sido el único centro de investigación que ha pagado su cuota como miembro asociado con voz y voto en el Consejo Directivo desde la creación de CUDI.

De 2012 a 2017 CONACyT propuso que la aportación financiera dejara de provenir de la Dirección General Adjunta de Investigación y pasara a la Dirección General Adjunta de Planeación y Asuntos Internacionales. Desde entonces y hasta la fecha la solicitud de recursos por parte de CUDI se hace al Fondo CAI (Comité de Apoyo Institucional) y el formato presentado etiqueta los rubros para los cuales se puede dar apoyo. Este aporte, en un principio se incrementó respecto de los años anteriores, pero a partir de 2015 nuevamente se redujo hasta llegar en 2017 a 6 millones de pesos.

En 2007, habiendo sufrido una crisis presupuestal y de insuficiencia del ancho de banda donado por los miembros asociados empresariales, en paralelo a su relación con CONACyT, CUDI buscó a la SCT y a la SEP para tener un mayor acercamiento y poder convencerlos de la importancia de apoyar la sostenibilidad de la RNEI mexicana. Primero se trabajó con la Coordinación de la Sociedad de la

- c. La capacidad disponible en la red de Bestel (donación) se muestra en color VERDE.

Esta combinación de capacidades conforman la red dorsal nacional para interconectar a todas las Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros de Investigación (CI) miembros de CUDI. Originalmente la empresa Telmex había puesto a disposición de CUDI una capacidad equivalente, que se encuentra interconectada a la red de CUDI tal y como se muestra en el diagrama lógico de la Figura 2.

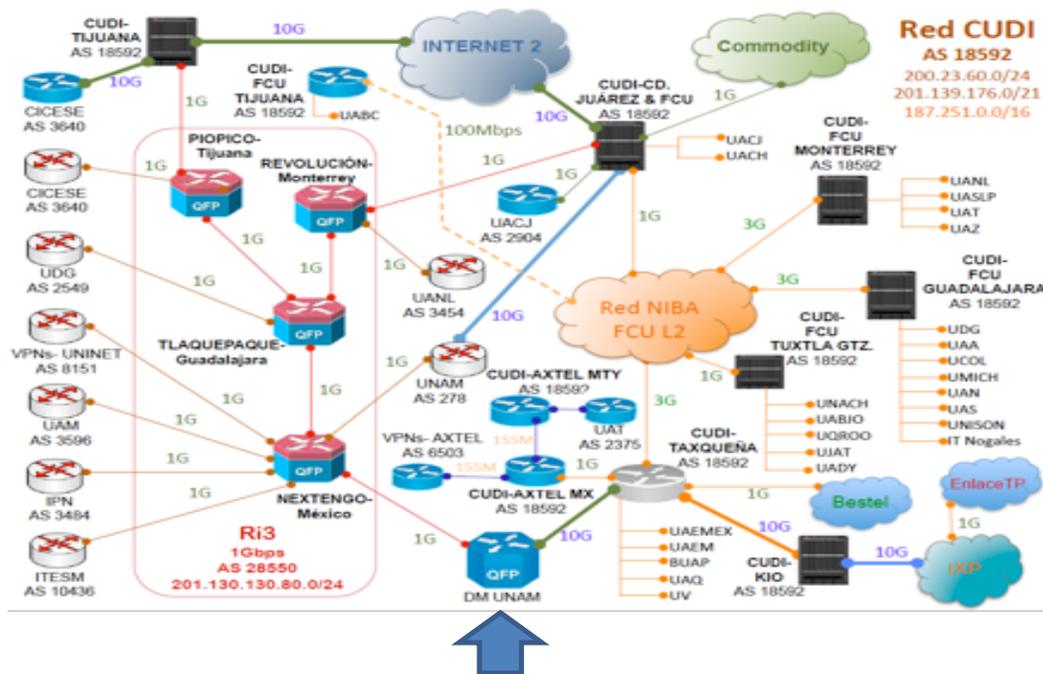


Figura 2. Interconexión entre la red de Telmex RI3 y la red CUDI

Desde su creación, CUDI mantuvo el mismo ancho de banda que originalmente le fue donado por Telmex y Axtel de 155Mbps en la red troncal. Durante los primeros 10 años de existencia, la masa crítica de proyectos así como el número de instituciones conectadas, no habían rebasado la capacidad instalada. A partir de 2007, el incremento de miembros y una mayor participación de los investigadores y académicos en proyectos y aplicaciones innovadoras, ocasionaron que la capacidad fuera insuficiente, por lo que CUDI tuvo que buscar nuevas alianzas para incrementar su red dorsal.

En 2010, CUDI firmó un convenio con la CSIC-SCT para utilizar la infraestructura de la Red NIBA. A partir de este hecho, la SCT comenzó a reconocer la importancia de la RNEI y así lo estableció en la Agenda Digital Nacional publicada en 2011.

http://www.sct.gob.mx/uploads/media/AgendaDigital_mx.pdf:

“TIC para la educación” apartado 3.1.3 se establece: Garantizar la conectividad en los centros de educación superior. Se deberá proveer conectividad a la Red Nacional de Educación e Investigación (RNEI) de todas las universidades y centros de investigación con anchos de banda proporcionales a su matrícula y sus labores de investigación, haciendo uso de la infraestructura pública y privada existente”.

La red troncal de NIBA se configuró con enlaces de 10Gbps para la delta las ciudades de Guadalajara, Monterrey y México y enlaces de 1Gbps para conectar a 40 ciudades con la Delta.

CUDI promovió durante los siguientes dos años la conexión de sus miembros, es decir, de las IES y de los centros públicos de investigación de CONACyT a la Red NIBA mediante la negociación con la SCT, la SEP y el poder legislativo. El resultado de estas negociaciones son cuatro grandes proyectos³ para la conectividad de los miembros de CUDI:

- i. Red Troncal NIBA
- ii. Fondo de Conectividad Universitaria
- iii. Red NIBA Urbana (posteriormente denominado 40 Ciudades)
- iv. El primer IXP de la CDMX

Para fortalecer el desarrollo de estos proyectos, a finales de 2012 CUDI firmó un nuevo convenio de concertación con la CSIC-SCT cuyo objeto era que CUDI administrara el ruteo de la RNEI para mantener, operar y monitorear el tráfico de la red avanzada, tal y como se muestra en la Figura 3. CUDI previó instalar 7 ruteadores en México, Guadalajara, Monterrey, Ciudad Juárez, Tijuana, Tuxtla y Tapachula para administrar los 40 sitios que se muestran en azul en la Figura 1. En la práctica esta propuesta nunca se logró por el tipo de negociación que prevalecía en el contrato con CFE-TELECOM, evitando que equipos ruteadores ajenos a CFE fueran instalados en sus hoteles.

³ Una descripción detallada de los proyectos se puede encontrar en www.cudi.edu.mx/secreto/reuniones/12_11_21/121030_PRESPECTIVAS_EVOLUCION_CUDI.pdf

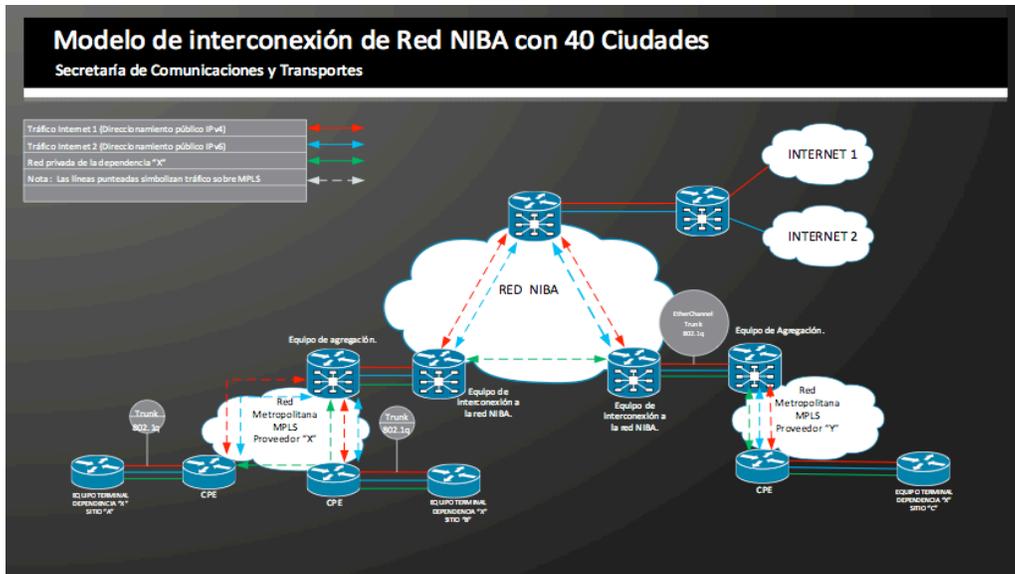


Figura 3. Ruteo de CUDI en la Red NIBA⁴

El 20 de noviembre de 2012 se constituyó el Consorcio para el Intercambio de Tráfico de Internet, Asociación Civil sin fines de lucro que maneja el IXP. Los 6 socios fundadores del IXP son: CUDI, Kio Networks, Megacable, Nextel, Redit y Transtelco. Adicionalmente, ese mismo día se firmó un convenio de colaboración en el que participan la SCT, la Comisión Federal de Telecomunicaciones, la Comisión Federal de Electricidad, y el Consorcio para el Intercambio de Tráfico de Internet, A.C. El Convenio, tiene por objeto establecer las bases para coadyuvar a que la AC-IXP cumpla con sus objetivos y así alcanzar un mejor nivel de compartición de infraestructura de telecomunicaciones disponible, con el objeto de cruzar información que los usuarios o beneficiarios requieran transportar a puntos de conexión en donde no cuentan con redes de telecomunicaciones, o en los que, contando con ellas su costo resulte inviable.

Dando continuidad a la importancia que se le dio a la RNEI mexicana en la Agenda Digital.Mx, durante 2013, CUDI apoyó a la CSIC-SCT en la incorporación de un artículo relativo a la interconexión de redes académicas para formar la RNEI mexicana en la propuesta de Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LFTYR) que se publicaría a partir de la Reforma Constitucional en Materia de Telecomunicaciones, Radiodifusión y Competencia Económica, que contemplara líneas de política pública para la RNEI. En 2014 la LFTYR se publicó incluyendo el Artículo 213 que a la letra dice:

⁴ Internet 1, se refiere a Internet comercial, Internet 2, es la Red Nacional de Investigación y Educación mundial

“CONACyT, en coordinación con la SCT, 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”.

El 4 de mayo de 2015, el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), otorgó a la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet A.C. (CUDI), la primera concesión única de “Uso Social” para prestar servicios de telecomunicaciones y radiodifusión. Con la obtención de la concesión, CUDI podrá ofrecer mayores ventajas a su membresía y convertirse en un brazo ejecutor de la política pública en materia de conectividad para la educación superior y la investigación.

En 2015 la SCT comenzó a implementar los proyectos de la Red Compartida y la Red Troncal previstos en la Reforma Constitucional. CUDI sugirió a SCT que de la infraestructura de la Red Troncal, se podrían destinar dos pares de hilos de fibra óptica para la RNEI. CUDI no obtuvo respuesta a esta solicitud, sin embargo, en la página de Internet de Telecomm se encontró una nota donde se indica que se reservarán dos hilos de fibra óptica de la infraestructura de CFE para la red universitaria:

http://www.telecomm.net.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=455%3A-la-red-de-fibra-optica-de-la-cfe-a-telecomm-este-mes&catid=323%3Aaprensa&Itemid=229

El contar con un par de hilos de fibra óptica de la red de CFE, haría más eficiente el atender la demanda de las instituciones de educación superior e investigación.

En 2017, CUDI participó en la Manifestación de Interés sobre la Red Troncal. Telecomm convocó a CUDI a una entrevista para conocer el interés de CUDI en el uso de dicha infraestructura. Telecomm indicó que los tres pares de fibra óptica que existen en algunas rutas de la infraestructura de CFE y que forman parte de la Red Troncal, se destinarán de la siguiente forma: un par para la Red Compartida y dos pares para una asociación público privada que desarrolle un proyecto. Esta asociación público privada podría estar conformada por varias organizaciones públicas y privadas. CUDI evaluará si es de interés de sus miembros participar en esta asociación. CUDI prevé llevar a cabo nuevas conversaciones con posibles interesados en esta infraestructura para identificar si existe alguna propuesta en la que su participación se pueda definir en especie, ya que no cuenta con recursos para invertir en la infraestructura.

La red de fibra óptica de la RNEI actualmente está compuesta por diversos pedazos de infraestructuras de redes que hasta ahora son operados de forma fragmentada por diversos actores. Esto ha provocado que los recursos invertidos en apoyar la conectividad de IES y CI no rinda los beneficios esperados.

Para gestionar esta infraestructura dorsal de fibra óptica, CUDI tiene celebrados convenios de conectividad nacional con:

- **Telmex (RI3)**. Otorga una dorsal de enlaces de 1 Gbps entre las siguientes ciudades México, Monterrey, Guadalajara, Cd. Juárez, Tijuana. Conecta 177 planteles. CUDI tiene la posibilidad de monitorear la actividad de la red en los ruteadores.
- **Axtel**. Otorga una dorsal de enlaces de 155 Mbps entre las ciudades de Cancún, México, Guadalajara y Monterrey. Conecta 9 campus. CUDI tiene la posibilidad de monitorear en enlaces y ruteadores la actividad de la red.
- **Bestel (Operbes)**. Otorga enlaces de 1 Gbps en los segmentos México-Nogales y México-San Antonio, Texas.
- **CSIC (RedNIBA)**. Otorga una dorsal entre 1 y 10 Gbps en 40 ciudades principales del país. CUDI no cuenta con la posibilidad de monitorear la red. Conecta 368 planteles de Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación además de organismos públicos y hospitales que hacen investigación y educación avanzadas.
- **Fondo de Conectividad Universitaria**. Otorga 40 ruteadores BROCADE FAMILIA MLXe y 40 IRUs de fibra óptica entre los campus de las universidades estatales y los hoteles de CFE en las 40 ciudades de la Red NIBA. (31 IRUs son los reales y 9 enlaces los construyeron las universidades). Conecta 34 campus universitarios.
- **Tres convenios de interconexión internacional**, dos hacia Estados Unidos y uno hacia Centro América.

3.4. Iniciativas adicionales que CUDI ha venido promoviendo para hacer un despliegue más eficiente de la RNEI.

- **Anillos de fibra óptica urbanos**. En lo que respecta a la conectividad local, CONACyT ha hecho una inversión importante de recursos para desplegar infraestructura de fibra óptica urbana en las ciudades de México, Puebla y Guanajuato. CUDI considera que transformar la gobernanza de dicha infraestructura podría beneficiar a un mayor número de instituciones. Para ello CUDI ha iniciado pláticas con Nacional Financiera para establecer un

financiamiento para desarrollar anillos de fibra en las principales ciudades del país. El financiamiento se recuperaría con el pago de una cuota por parte de las instituciones de educación superior y centros de investigación conectados. Los pagos se comprometerían por los entes concentradores de las instituciones (Subsecretaría de Educación Superior, CONACyT), que asegurarían que las entidades conectadas tuvieran los recursos para cubrir sus cuotas a CUDI. Este esquema podría implementarse con un mínimo de recursos fiscales. Una vez implementados, otras instituciones podrían aprovechar el anillo (planteles de media superior, hospitales, instituciones privadas, etc.) y quizá estuvieran dispuestas a pagar una cuota de recuperación que contribuiría a reducir el pago de las instituciones públicas iniciales.

- **IXP's.** CUDI promovió la creación del Consorcio para el Intercambio de Tráfico de Internet, A.C. que es una Asociación Civil sin fines de lucro que opera el primer punto de Intercambio de Tráfico de Internet del país. CUDI ha recibido la donación de 11 equipos que pudieran utilizarse para arrancar IXP's en las ciudades donde se cuente con accesos de fibra oscura.
- **Servicios de Videoconferencia.** CUDI opera uno de los principales sistemas de videoconferencia del país. Los sistemas de videoconferencia se han convertido en el principal medio de interacción en tiempo real de los investigadores a nivel mundial. En 2015 se adquirió un sistema de videoconferencia de última generación por una duración de 4 años que permite hasta 150 salas simultáneas full HD, evitando que cada universidad compre sistemas individuales y generando así importantes economías de escala. El sistema requiere de actualizaciones continuas para mantenerse operativo conforme incrementa su demanda.
- **Red de Supercómputo.** Los investigadores mexicanos cada vez están más involucrados en proyectos de investigación que requieren el uso de cómputo de alto rendimiento para procesar crecientes cantidades de datos involucrados en la investigación de punta, que requieren ser almacenados y transportados para su visualización, simulación, procesamiento, interpretación, caracterización, etc. La integración de la suma de recursos de supercómputo para el procesamiento y el almacenamiento es cada vez más común a nivel mundial. Las iniciativas PRACE en Europa y XSEDE en Estados Unidos, nos demuestran que la suma de estas capacidades de recursos, más la suma de los recursos humanos altamente especializados, se traduce en usos más

eficientes. Los escasos recursos disponibles de supercómputo académico y de investigación requieren conectarse a las RNEI para aprovecharse plenamente.

En México algunas instituciones han adquirido recursos de cómputo de alto rendimiento y existe la voluntad de integrar un sistema nacional de supercómputo que atienda las demandas de procesamiento que requieren los proyectos de investigación de alto impacto que se encuentran distribuidos en múltiples instituciones educativas y centros de investigación que los requieren para sus tareas.

3.5. La oferta de ancho de banda para las instituciones de educación superior a través de la RNEI.

El primer intento de organización de la RNEI en México se produjo cuando un grupo de universidades líderes del país se acercaron a la COFETEL para solicitar su gestión para lograr su interconexión a la RNEI estadounidense denominada Internet2. Esto llevó a la formación de la Asociación Civil de universidades denominada Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet, A.C. (CUDI), lo que se logró en 1998.

La operación inicial fue mediante un acuerdo con Telmex quién aportó a título gratuito una dorsal de 155 Mbps entre México, Monterrey, Guadalajara, Ciudad Juárez y Tijuana. A cambio desarrollo un mercado de enlaces de última milla que vendía a las universidades.

Para poder extender la dorsal a mas ciudades se invitó a otros proveedores a aportar tramos adicionales a la troncal. Con la incorporación de Axtel se logró extender la troncal a ciudades como Veracruz, Ciudad Victoria y Cancún.

Este modelo económico funcionó adecuadamente hasta 2010.

Al surgir el proyecto e-México se busco utilizar la tecnología WiMax para conectar escuelas a los campus universitarios.

Telmex consideró que este esquema de conectividad le era perjudicial y retiró su aportación de red dorsal a la RNEI.

Fue entonces que se firmó el primer convenio de concertación entre CUDI y la SCT en que la SCT aportó como infraestructura substituta capacidad sobre la fibra óptica de Comisión Federal de Electricidad. Esta infraestructura se denominó la Red NIBA. Se designaron 40 hoteles de interconexión ubicados en subestaciones

de CFE como puntos donde podrían conectarse enlaces de las universidades. Estos 40 hoteles se encuentran ubicados en las capitales de estado y las principales fronteras del país. Ahí se instalaron 40 ruteadores marca Cisco que hasta ahora sirven para la operación de la Red NIBA.

A finales de 2012 se licitaron 1200 enlaces para conexiones a los hoteles de la Red NIBA. De estos unos 600 enlaces fueron para instituciones educativas. Esta licitación apresurada adoleció de múltiples inconvenientes. Quizá el principal de ellos fue que no se aseguró que las instituciones beneficiadas tuvieran la infraestructura necesaria para recibir los enlaces y aprovecharlos adecuadamente. Una gran cantidad de enlaces se recibieron sin poderse probar. Tampoco se cuenta con un sistema de monitoreo que pueda constatar que los enlaces funcionan adecuadamente.

En 2013 se logró una asignación presupuestal para licitar 40 enlaces de fibra oscura para llegar a los hoteles de las 40 ciudades. Estos enlaces se asignaron a los campus de las universidades estatales ubicados en estas ciudades. Sin embargo el proveedor ganador de estos enlaces fue adquirido por AT&T y hasta ahora no han terminado de instalarse de estos enlaces.

La reforma de telecomunicaciones modificó la Constitución Política el 11 de Junio de 2013 y se emitió la nueva Ley Federal de Telecomunicaciones el pasado 10 de julio de 2014.

Un resultado para la RNEI fue que se licitaron los enlaces de la red troncal y se asignaron a la empresa Operbes (Televisa).

3.6. La conectividad local

La conectividad local de las IES y CI provista por el gobierno federal se basa principalmente en el proyecto denominado “40 Ciudades”. Para este proyecto se licitaron 1299 enlaces de hasta 1 Gbps a las IES y CI, distribuidos en las 40 ciudades, para que instituciones de educación, investigación, salud y gobierno pudieran conectarse a los hoteles y ruteadores de la Red NIBA. Estos enlaces mayoritariamente no han satisfecho las necesidades de las instituciones beneficiadas. El proyecto no aseguró que los planteles contaran con los sitios de telecomunicaciones y equipos necesarios para utilizar correctamente los enlaces. Además las configuraciones de ingeniería no han dado los resultados esperados.

Desgraciadamente la mayoría de estos enlaces están subutilizados. Las razones son:

1. La contratación de los enlaces fue sin equipo terminal (routers). Muchas instituciones no pudieron echar a andar los enlaces.
2. Muchas instituciones no cuentan con direcciones IP ni nombres de dominio, por lo que no se pueden utilizar los enlaces.
3. Los enlaces están configurados como redes privadas de capa 3, lo que impide la comunicación con redes públicas de telecomunicaciones.
4. La mesa de ayuda no ha podido atender las demandas de soporte de ingeniería y muchas de las solicitudes de apoyo nunca fueron resueltas.
5. Los enlaces están mal dimensionados, lo que conduce a la saturación de los enlaces de la troncal. La suma de los anchos de banda de los enlaces de última milla exceden hasta en 30 veces los anchos de banda disponibles en la troncal.

Este contrato se vence en septiembre de 2018 y tuvo un costo aproximado de 706 millones de pesos (lo que representa unos 8,000 pesos mensuales por enlace).

Los contratos están por vencerse en el primer cuatrimestre de 2018. La instancia operadora deberá analizar el estado de los contratos y hacer una propuesta de evolución.

Los contratos identificados son:

- **Contratos CSIC - Enlaces TPE 40 ciudades.** Dos contratos, uno ampara 1097 enlaces en 37 ciudades y otro ampara la ampliación de 160 enlaces adicionales en las mismas 37 ciudades.
- **Contrato CSIC - Telmex 40 ciudades.** Contrato que ampara 18 enlaces en dos ciudades.
- **Contrato CSIC- Operbes 40 ciudades** - Contrato que ampara 24 enlaces en una ciudad.

Paralelamente al contrato de 40 ciudades, con recursos públicos se han venido desarrollando proyectos de despliegue de fibra óptica urbana para la conexión de campus de universidades estatales, laboratorios nacionales, instrumentos científicos, equipos de cómputo de alto rendimiento y planteles universitarios.

Con recursos asignados por el Congreso de la Unión a través del denominado Fondo de Conectividad Universitaria se adquirieron 40 enlaces de fibra oscura para conectar campus de universidades estatales a los hoteles de CFE en otras tantas ciudades. Sin embargo hasta la fecha continua la depuración de las múltiples fallas que han tenido los proveedores para poder operar estos enlaces.

Un caso clave es el despliegue de fibra en la infraestructura del Metro de la Ciudad de México para conectar las supercomputadoras de la UNAM, UAM y CINVESTAV y conformar el Laboratorio Nacional de Cómputo de Alto Desempeño. La fibra desplegada potencialmente se podría utilizar para conectar múltiples planteles en la Ciudad de México.

Además de la Delta Metropolitana se tiene conocimiento de otros esfuerzos para el despliegue de fibra para la conectividad de planteles de universidades y centros de investigación. La conexión de fibra óptica entre el HAWC, el INAOE y el LNSS (Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste) que se encuentran en la ciudad de Puebla. El Sistema Estatal de Supercómputo de Guanajuato y el anillo de fibra óptica para la Ciudad de Tuxtla.

Comparado con las necesidades planteadas, la infraestructura local fragmentada de que se dispone es claramente insuficiente y poco confiable. Las universidades continúan contratando su conectividad de forma individual, lo que provoca pérdida de poder de compra y economías de escala. Telmex ofrece enlaces de última milla interconectados a la Red NIBA y a las salidas internacionales operadas por CUDI. Se estima que hay unos 200 enlaces conectados de esta forma con enlaces de capacidad totalmente insuficiente.

3.7. Red dorsal nacional

Actualmente se tienen contratados enlaces para conformar la dorsal de la Red NIBA con la empresa Operbes. Estos enlaces están configurados en estrella alrededor de las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey, que a su vez están conectados en estrella. Los anchos de banda de los enlaces son de 1 GBPS, independientemente del número de campus o la matrícula conectada en cada ciudad.

El resultado es una dorsal insuficiente para atender la demanda estimada.

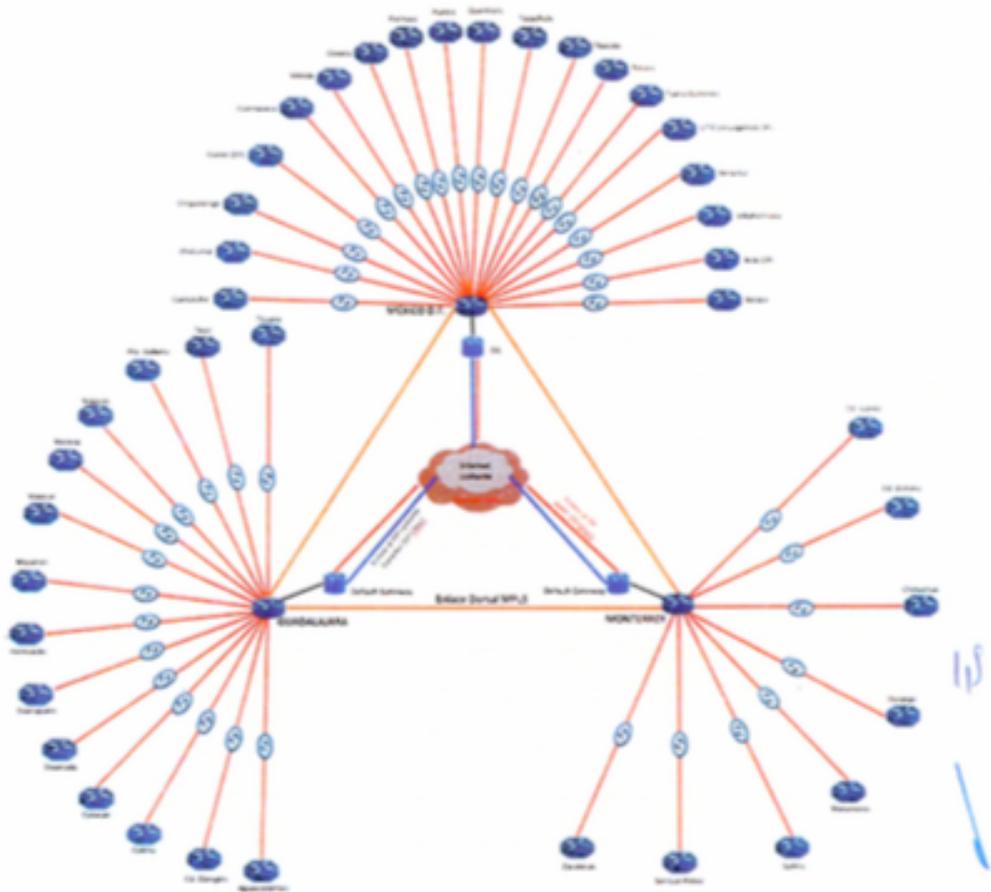
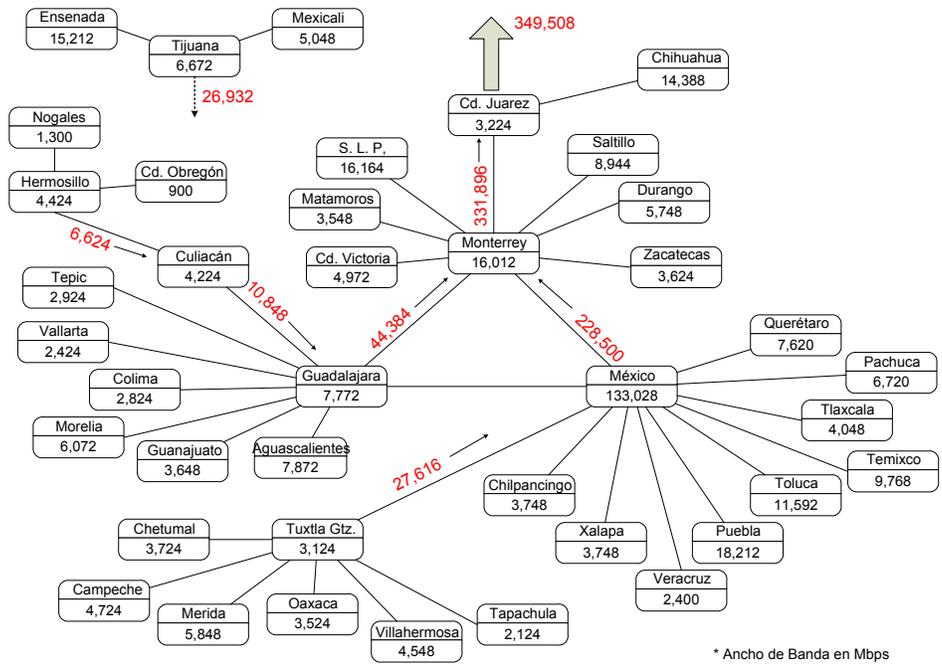
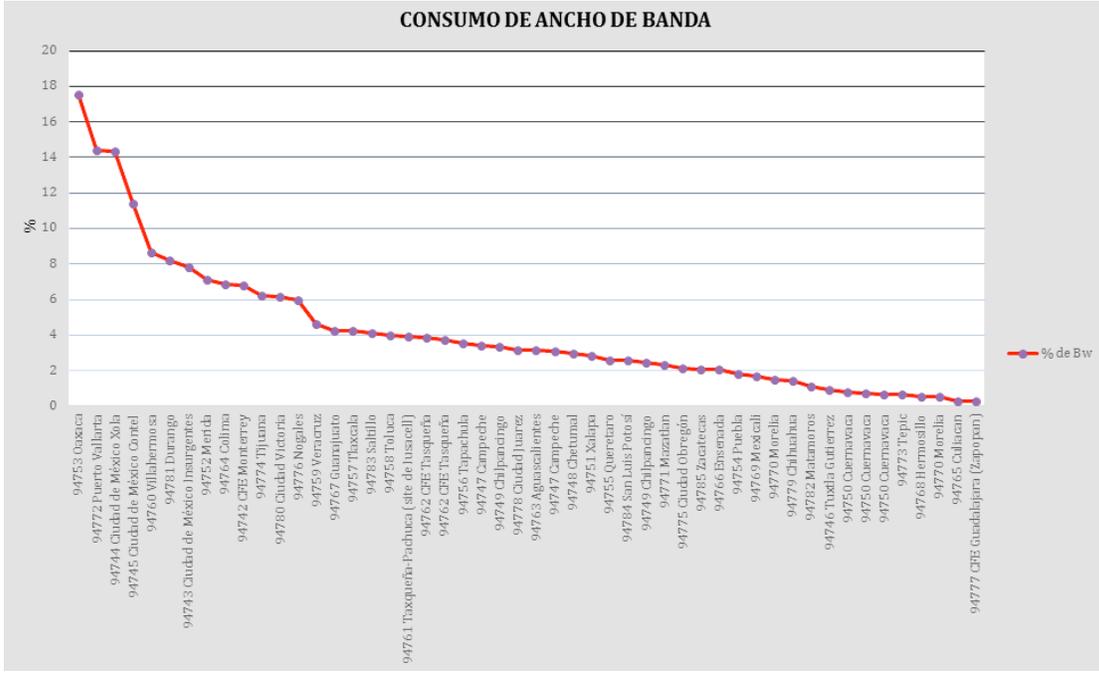


Diagrama 2. Esquema de 41 Ciudades

Este esquema no puede satisfacer siquiera los enlaces locales contratados. Algunos enlaces se encuentran sobresuscritos hasta en 300 veces como se muestra más adelante.



A pesar de la demanda exponencial que experimentan las universidades, se tiene información de Operbes de que estos enlaces actualmente prácticamente no cursan tráfico. La razón es una deficiente ingeniería en los ruteadores y enlaces de última milla.



CUDI ha identificado varios contratos vigentes en relación con la conectividad nacional:

Estos contratos son:

- **Contrato CSIC - CFE TELECOM.** Contrato relativo al hospedaje de hoteles y el acceso y uso a los ruteadores (equipo propiedad de CFE TELECOMM). Este contrato vencerá durante 2018. Los ruteadores están al fin de su vida útil y su capacidad dista de ser optima para manejar el incremento en las tablas de ruteo que se ha experimentado durante los años que han estado en servicio.
- **Contrato CSIC - OPERBES enlaces Red NIBA.** Contrato relativo a la operación de la infraestructura dorsal en 40 Ciudades y la delta CDMX-GDL-MTY. Como se mencionó estos enlaces están
- **Contrato CSIC – Axtel.** Contrato para la provisión del servicio de acceso a Internet a una velocidad de hasta 10 Gbps en el nodo dorsal a través de los cuales los nodos de acceso tendrán el servicio.
- **Contrato CSIC – CEPRA.** Contrato para la mesa de ayuda que atiende a los usuarios de Red NIBA y 40 ciudades.
- **Contrato CSIC – UDG.** Contrato de la red de monitoreo de México Conectado, aparentemente el contrato incluye monitoreo de Red NIBA y 40 ciudades.

3.8. Conectividad internacional

Actualmente se tiene una conectividad internacional basada en:

- Un cruce fronterizo de fibra óptica propiedad de CUDI entre la UACJ en Ciudad Juárez y el hotel de Level 3 en El Paso. Su utilización está limitada por el ancho de banda del enlace entre Monterrey y Ciudad Juárez que esta totalmente sobresuscrito. Su principal uso es por un enlace de 10 Gbps que paga la UNAM entre CU y Ciudad Juárez para poder conectar las aplicaciones de física de altas energías a Estados Unidos y Europa.
- Un cruce fronterizo de fibra óptica pagado por el proyecto AM Light /NSF entre la ciudad de Tijuana y San Diego. Su utilización esta limitada a los enlaces que provienen de Ensenada a través de un enlace de 10 Gbps que financian CICESE y la UNAM
- La conexión a CLARA en Tapachula que a su vez esta 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.

4. Plan anual de trabajo para 2018

4.1. Instancia Operadora.

CUDI será la Instancia Operadora de la RNEI mexicana. Las obligaciones y derechos de la Instancia Operadora se establecerán mediante la firma de un Convenio Marco. Se cuenta con un anteproyecto de dicho Convenio Marco.

4.2. Contrato marco y contratos específicos.

CUDI es una entidad sin fines de lucro, cuya única tarea es la operación de la RNIE para beneficio de sus socios. Por consiguiente, las actividades no comprendidas en su operación deberán de financiarse con convenios específicos.

4.3. Metodología para priorizar la construcción de los anillos

Se propone que la construcción de los anillos se priorice de acuerdo a los siguientes criterios:

- Costo por alumno cubierto. De acuerdo a los cálculos anteriores se tendría la siguiente prioridad:

Numero	Ciudad	Inversión	Inversión Acumulada	Alumnos	Costo por alumno
1	JUAREZ	\$170,000.00	\$170,000.00	49,468	\$3.44
2	XALAPA	\$300,000.00	\$470,000.00	85,953	\$3.49
3	MONTERREY	\$840,000.00	\$1,310,000.00	187,694	\$4.48
4	CULIACAN	\$160,000.00	\$1,470,000.00	35,103	\$4.56
5	PUEBLA-TLAXCALA	\$1,000,000.00	\$2,470,000.00	189,618	\$5.27
6	SAN LUIS POTOSI	\$340,000.00	\$2,810,000.00	64,262	\$5.29
7	VILLAHERMOSA	\$260,000.00	\$3,070,000.00	48,348	\$5.38
8	VALLE DE MEXICO	\$5,420,000.00	\$8,490,000.00	974,330	\$5.56
9	TOLUCA	\$560,000.00	\$9,050,000.00	96,259	\$5.82
10	OAXACA	\$250,000.00	\$9,300,000.00	42,670	\$5.86
11	AGUAS CALIENTES	\$280,000.00	\$9,580,000.00	41,846	\$6.89
12	PACHUCA	\$320,000.00	\$9,900,000.00	47,326	\$6.76
13	MEXICALI	\$270,000.00	\$10,170,000.00	39,847	\$6.76
14	QUERETARO	\$420,000.00	\$10,590,000.00	60,049	\$6.99
15	CHIHUAHUA	\$380,000.00	\$10,970,000.00	53,275	\$7.13
16	CD. OBREGON	\$140,000.00	\$11,110,000.00	19,152	\$7.31
17	TIJUANA	\$420,000.00	\$11,530,000.00	52,363	\$8.02
18	ZACATECAS-GUADALUPE	\$300,000.00	\$11,830,000.00	35,212	\$8.52
19	GUADALAJARA	\$1,720,000.00	\$13,550,000.00	196,907	\$8.74
20	CANCUN	\$180,000.00	\$13,730,000.00	20,447	\$8.80
21	TUXTLA GUTIERREZ	\$500,000.00	\$14,230,000.00	64,240	\$9.22
22	TAMPICO	\$380,000.00	\$14,610,000.00	40,534	\$9.37
23	TEPIC	\$350,000.00	\$14,960,000.00	36,789	\$9.51
24	PUERTO VALLARTA	\$120,000.00	\$15,080,000.00	12,393	\$9.68
25	LEON	\$500,000.00	\$15,580,000.00	48,795	\$10.25
26	CAMPECHE	\$100,000.00	\$15,680,000.00	9,747	\$10.26
27	CUERNAVACA	\$430,000.00	\$16,110,000.00	41,750	\$10.30
28	ORIZABA	\$180,000.00	\$16,290,000.00	17,439	\$10.32
29	REYNOSA-RIO BRAVO	\$170,000.00	\$16,460,000.00	16,135	\$10.54
30	POZA RICA	\$180,000.00	\$16,640,000.00	16,656	\$10.81
31	MERIDA	\$660,000.00	\$17,300,000.00	59,394	\$11.11
32	CELAYA	\$250,000.00	\$17,550,000.00	22,331	\$11.20
33	DURANGO	\$280,000.00	\$17,830,000.00	25,001	\$11.20
34	NUEVO LAREDO	\$120,000.00	\$17,950,000.00	10,684	\$11.23
35	TAPACHULA	\$190,000.00	\$18,140,000.00	15,397	\$12.34
36	MATAMOROS	\$180,000.00	\$18,320,000.00	14,444	\$12.48
37	ACAPULCO	\$340,000.00	\$18,660,000.00	27,229	\$12.49
38	COLIMA-VILLA ALVAREZ	\$260,000.00	\$18,920,000.00	20,072	\$12.95
39	VERACRUZ	\$560,000.00	\$19,480,000.00	42,697	\$13.12
40	CHILPANCINGO	\$110,000.00	\$19,590,000.00	8,261	\$13.28
41	HERMOSILLO	\$520,000.00	\$20,110,000.00	39,107	\$13.30
42	SALTILLO	\$500,000.00	\$20,610,000.00	36,695	\$13.63
43	TLAXCALA-APIZACO	\$290,000.00	\$20,900,000.00	20,413	\$14.21
44	CUAUTLA	\$130,000.00	\$21,030,000.00	8,782	\$14.80
45	GUANAJUATO	\$120,000.00	\$21,150,000.00	7,594	\$15.80
46	MORELIA	\$1,180,000.00	\$22,330,000.00	64,533	\$18.29
47	LA LAGUNA	\$970,000.00	\$23,300,000.00	46,809	\$20.72
48	NOGALES	\$200,000.00	\$23,500,000.00	9,399	\$21.28
49	ENSENADA	\$300,000.00	\$23,800,000.00	13,814	\$21.72
50	CHETUMAL	\$150,000.00	\$23,950,000.00	6,689	\$22.43

Adicionalmente habría que considerar los siguientes criterios:

- Posibilidad de aprovechar inversiones existentes. La Delta Metropolitana de la Ciudad de México puede conectar un buen número de campos con inversiones marginales, aunque no se complete el anillo de 100 Kms. También el anillo de Puebla podría complementarse con inversiones relativamente pequeñas para poder conectar un mayor número de campus.
- Disponibilidad presupuestal. Podría pesar hacer un mayor número de anillos aunque no se hicieran o completaran los de CDMX, Puebla, Monterrey, Guadalajara.
- Financiamiento de Nacional Financiera. De conseguirse este financiamiento se podrían hacer la mayoría de los anillos.
- Compromiso de las universidades locales.
- Derechos de vía. Se deberá contar con una relativa seguridad de que se podrá desplegar el anillo.

4.4. Estudio de casos de anillos

- Conforme a lo acordado en la reunión de planeación de CUDI se solicitará un estudio de al menos 5 anillos en proceso o propuestos (Delta Metropolitana, Puebla, Guadalajara, Monterrey, Jalapa).
- En estos estudios de caso se solicitará información sobre:
 - Campus que se podrían conectar
 - Matrícula
 - Rutas propuestas
 - Kilometraje
 - KMZ's de la información anterior
 - Situación de los derechos de vía
 - Estimación de costos de despliegue
 - Costos de mantenimiento estimados
 - Situación financiera del proyecto
 - Oferta de liderazgo por parte de la universidad
 - Modelo de gobernanza propuesto

4.5. Estudio de la Delta Metropolitana.

Se propone optimizar la operación de la Delta Metropolitana. Asegurar sus derechos de vía. Modificar su gobernanza. Desarrollar un esquema para la conectividad del mayor número de campus posibles. Se propondrá en su momento un convenio específico para cubrir los gastos necesarios.

Paralelamente al contrato de 40 ciudades, con recursos públicos se han venido desarrollando proyectos de despliegue de fibra óptica urbana para la conexión de laboratorios nacionales, instrumentos científicos, equipos de cómputo de alto rendimiento y planteles universitarios.

Se propone analizar el estado actual de la conectividad local en los despliegues de fibra óptica metropolitanos existentes, con un énfasis en el caso de la Delta Metropolitana del Laboratorio Nacional LANCAD financiado por CONACyT.

Con base en el análisis de estudios de caso se hará una propuesta de metodología que permita priorizar el desarrollo de los anillos de fibra óptica metropolitanos identificando las variables relevantes de demanda, oferta, costos; mecanismos de financiamiento y modelo de gobernanza.

Un Estudio de Caso excepcional será la Delta Metropolitana, proyecto que ya se desplegó, y que únicamente requiere recursos marginales para convertirse en un bien público para la conectividad de planteles educativos y centros de investigación en la Ciudad de México.

La propuesta incluye:

Desarrollo del Proyecto para la Implementación de la Delta Metropolitana como un Bien Público para la Conectividad de Planteles Educativos y Centros de Investigación en la Ciudad de México.

Actividades a desarrollar:

- Revisión de los convenios que dieron origen a la Delta Metropolitana y Propuesta de evolución
- Universo de instituciones a conectar. Reuniones con posibles interesados.
- Geolocalización de campus
- Conexión de la Delta Metropolitana al IXP
- Proyecto de ingeniería de la Delta Metropolitana
- Proyecto financiero para asegurar despliegue y sustentabilidad

4.6. Optimización de los contratos existentes para últimas millas (40 ciudades).

Dadas las limitaciones presupuestales que enfrenta el gobierno federal, será imposible empezar el esfuerzo de la Red Nicté partiendo desde cero. Será necesario iniciar con los contratos que hoy existen para dar conectividad a las IES y CI, firmados por la CSIC con diferentes proveedores de servicios. Estos contratos implican la erogación de recursos para 2018, que se estiman en alrededor de 150 millones de pesos, y que no han satisfecho plenamente las necesidades de las instituciones que pretenden beneficiar. Proponemos que como parte de sus actividades, la instancia operadora realice el análisis de los contratos existentes y haga recomendaciones sobre su posible evolución.

Los enlaces de la licitación de 2012 se pueden agrupar de la siguiente manera:

Universidades Federales	74
Centros de Investigación	71
Sector Salud	281
Subsecretaría de Educación Superior (Tecnológico, politécnicas, normales, UNAD)	189
Cultura, INAH	68
Subsecretaría de Educación Media Superior	227
Universidades Estatales	72
Gobierno, Centros SCT y otros	318

En principio se podrían cancelar los enlaces que no se usan, que no tienen que ver con educación e investigación y que tienen alternativas de conectividad. Estos serían los casos gobierno (318), sector salud (281), centros de investigación (71), universidades federales de la Zona Metropolitana (74). Con esto se ahorrarían unos 71 millones de pesos anuales.

4.7. Enlaces del Fondo de Conectividad Universitaria.

Trabajar junto con la SCT en hacer operacionales los enlaces del Fondo de Conectividad Universitaria, que podrían solucionar en buena medida las demandas de los campus principales de las universidades estatales.

4.8. Financiamiento de anillos.

Gestionar el financiamiento de anillos de fibra con Nacional Financiera. Se tiene el acuerdo en principio de Nacional Financiera de financiar el despliegue de anillos hasta por un monto de 50 millones de dólares. Para ello se requerirá de establecer un fondo de garantía (que en principio aportaría el CONACyT), un contrato de las universidades beneficiadas que cubra la recuperación del capital invertido y el mantenimiento, y un 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.

4.9. Despliegue de los anillos financiados.

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.

4.10. Enlaces de la dorsal.

Trabajar con la SCT en hacer que los enlaces contratados a Operbes para la dorsal se exploten a su máxima capacidad.

Habría que optimizar la ingeniería de la dorsal para maximizar el servicio a las universidades, sujeto a las restricciones presupuestales que enfrente la SCT (fideicomiso e-México) y CONACyT. Se deberán incrementar los anchos de banda de ciertos enlaces (como el enlace de Monterrey a Cd. Juárez y el de Ciudad de México a Tapachula y Tuxtla Gutiérrez). De ser preciso por restricciones presupuestales, los recursos deberían de salir de enlaces que actualmente no se utilizan.

Los equipos que operan la dorsal de la Red NIBA forman parte de un contrato entre SCT y CFE Telecomm. Estos son equipos que están al final de su vida útil y será indispensable que sean repuestos para que la Red NIBA continúe operando. Entre tanto, se debe acordar con la SCT la renovación de los ruteadores principales y una estrategia para ir canibalizando equipos y así mantener operando los que no se pueden sustituir.

4.11. Conectividad internacional.

Se propone que CONACyT cubra los costos de la conectividad internacional, al igual que lo hizo en 2017. Esto se cubrirá mediante un convenio específico.

Proveedor/Beneficiario	Concepto	Total	Total
CLARA	Pago Adscripción y Membresía Red CLARA	\$ 3,481,280.00	\$ 4,499,554.40
SIXSIGMA NETWORKS	Hospedaje de equipos y Crossconnection al IXP	\$ 556,800.00	\$ 612,480.00
Consortio para el Intercambio de Trafico de Internet, A.C.	Conectividad al IXP Ciudad de Mexico 2017	\$ 293,593.24	\$ 322,952.56
INTERNET2 UCAID	Servicio de Conectividad (Conectivity Service, Cross Connect, International Port)	\$ 76,273.75	\$ 83,901.13
INTERNET2 UCAID		\$ 64,702.12	\$ 71,172.33
TRANSTELCO, ICN	Pago enlace de Internet 1Gb en El Paso, Texas	\$ 875,921.11	\$ 963,513.22
CENIC (PACIFIC WAVE)	Conexión al punto de intercambio de tráfico de redes académicas denominado Pacific Wave, en la Cd de los Angeles	\$ 227,400.00	\$ 250,140.00
BESTEL	Pago enlace de Internet 10 Gb Ensenada-Tijuana	\$ 416,699.44	\$ 458,369.38
Telecomm	Servicio de Conectividad	\$ 5,115.00	\$ 5,626.50
Telecomm	Servicio de Conectividad	\$ 5,115.00	\$ 5,626.50
		\$ 6,002,899.66	\$ 7,273,336.03

*Montos en moneda nacional

Adicionalmente CUDI está trabajando con la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID) un proyecto para financiar anillos de fibra óptica en las capitales de Centroamérica y conectar a México y Centroamérica al proyecto BELLA 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.

4.12. Centro de Operaciones de la Red (NOC).

En el documento que especifica las obligaciones de la Instancia Operadora se indica que ésta contará con un NOC. De acuerdo al documento "Obligaciones de la Instancia Operadora", *"la Instancia Operadora contará con un Centro de Operaciones de Red (en adelante "NOC", por sus siglas en inglés). La Instancia Operadora deberá incluir en su plan de trabajo y en el diseño técnico todos los elementos técnicos y los recursos humanos, materiales, tecnológicos y financieros que requiera para realizar adecuadamente el monitoreo de la RENEIM"*

Se requerirá un convenio específico para desarrollar esta solución a partir de 2018.

La Red Nacional de Educación e Investigación (RNEI) está conformada por diversos componentes que hasta ahora son operados de forma fragmentada por diversos actores. Esto ha provocado que los recursos invertidos en apoyar la

conectividad de instituciones de educación superior y centros de investigación no rinda los beneficios esperados.

Se propone crear un Centro de Operaciones de la Red y Mesa de Ayuda que pueda integrar la operación de todos los componentes bajo una visión integral.

Se propone integrar un Centro de Operaciones de la Red que pueda monitorear el estado de los enlaces que conectan las "Instituciones" a la RED, así como la RED en su conjunto. Se propone 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.

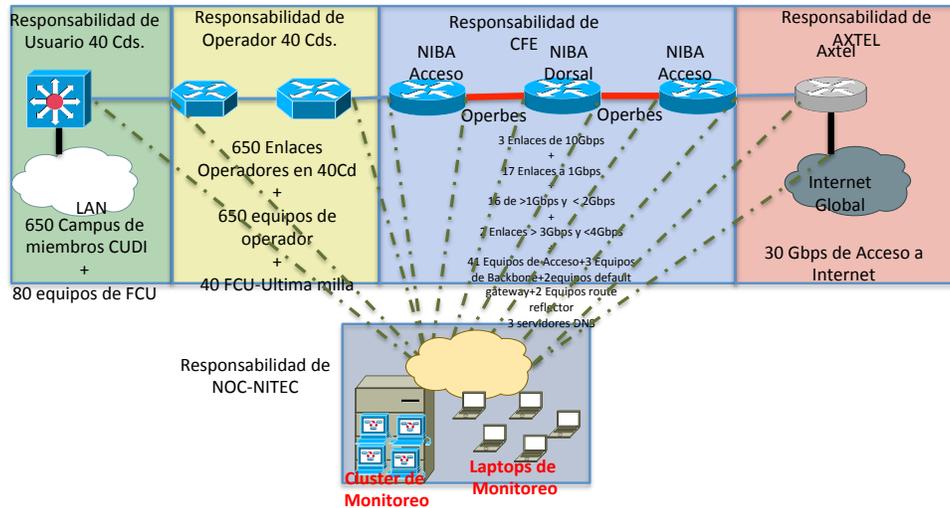
Por medio del NOC-CUDI, se realizará la configuración y reconfiguración de la topología física y lógica, ruteo, protocolos, direccionamiento, anchos de banda y demás elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la RENEIM, hasta el punto de demarcación de la RED con las redes de las instituciones 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.

Solución de Monitoreo



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

Como se podría integrar el presupuesto del plan de trabajo de la instancia operadora para 2018.

Contrato marco para la operación de CUDI

La operación de CUDI tiene un costo anual de:

CONCEPTO	MONTO (MILLONES DE PESOS)
PERSONAL	11,500,000
COSTO OFICINA	2,000,000
TOTAL	13,500,000

Esto debe de ser cubierto en el contrato marco.

Contrato específico de conectividad internacional

CONCEPTO	MONTO (PESOS)
CONECTIVIDAD	7,300,000

Contrato específico Delta Metropolitana

CONCEPTO	MONTO (PESOS)
Desarrollo del Proyecto de Implementación de la Delta Metropolitana en la CDMX.	600,000

Contrato específico NOC

Los recursos financieros necesarios se especifican a continuación:

CAPEX		
Concepto	Descripción	Precio pesos
19 Laptop	Herramienta para acceder a los diferentes sistemas de monitoreo y ayuda con gran capacidad de almacenamiento y RAM ya que se pueden utilizar en configuraciones especiales (3 redes+1 sistemas+1 seguridad+5 mesa de ayuda)	570,000+iva
Ruteador (switch L3) de acceso + 2AP wifi	Router para conectarse a la red NIBA	200,000+iva
15 escritorios	Unidades de trabajo para personal del NOC y la mesa de ayuda (3 redes+1 sistemas+1 seguridad+5 mesa de ayuda)	225,000+iva
Cableado	Cableado red NOC	30,000+iva
8 Monitores	Red de Visualización del NOC	88,000+iva
Software de Monitoreo	Plataforma Cisco Works-Prime	10,800,000.00+iva
Hardware de Medición de tráfico y OTDR	Generador de Tráfico de 1 y 10 Gbps. Medidor de atenuación de la señal en FO	1'500,000+iva
Servidores tecnología Intel	Servidor para instalar todas las herramientas de monitoreo	1,200,000+iva
Subtotal		14,613,000+iva

Sub Total OPEX-RH	9'396,000+iva
Sub Total OPEX-OTROS	2'020,000+iva
Subtotal CAPEX	14'613,000+iva
GRAN TOTAL	26'029,000+iva

CONCEPTO	MONTO (PESOS)
OPEX – Recursos Humanos (14 FTE)	9,396,000
OPEX - Servicios	2,020,000
CAPEX	14,613,000
TOTAL	26,029,000

Tabla Resumen

Concepto	Monto (pesos)
Contrato marco operación de CUDI	13,500,000
Contrato específico Conectividad Internacional	7,300,000
Contrato específico Delta Metropolitana	600,000
Contrato específico NOC:	
OPEX RH	9,396,000
OPEX Servicios	2,020,000
CAPEX	14,613,000
Total	47,429,000