

Anexo técnico para la construcción de la primera fase de la dorsal de la Red Nacional de Educación e Investigación RNEI

Contenido

1. Introducción	1
2. Objetivo	1
3. Diagramas de red de dorsal de la RNEI	1
3.1. Topología general	1
3.2. Sitio RNEI en Tapachula	5
3.3. Sitio RNEI en Tuxtla Gutiérrez	6
3.4. Sitio RNEI en Puebla	7
3.5. Sitio RNEI en CDMX	8
3.7. Sitio RNEI en Hermosillo - Nogales	10
4. Características, especificaciones y requerimientos de los enlaces	10
4.1. Características de los enlaces dedicados <i>LAN to LAN</i>	11
4.2. Características de las IRU de lambdas	11
4.3. Sitios de entrega de los enlaces	12
5. Características, especificaciones y requerimientos del servicio de Internet seguro	12
6. Características, especificaciones y requerimientos de los equipos	14
6.1. Enrutador 1	15
6.2. Enrutador 2	16
6.3. Tipos de interfases	17
7. Sistema de Monitoreo	18
7.1. Centro de Operación.	18
7.2. Mesa de ayuda y sistema de monitoreo.	18
7.3. Procedimiento de atención de incidentes.	18
7.4. Entrega de reportes mensuales del proveedor.	18
8. Niveles de servicios	19
8.1. Nivel de disponibilidad del servicio	19
8.2. Nivel de disponibilidad del sistema de monitoreo	19
8.3. Nivel de disponibilidad de la mesa de ayuda	19
9. Condiciones generales para la provisión de los enlaces, equipos y servicios	19
9.1. Duración del servicio y plazo de instalación	19
9.2. Reemplazo de equipos	20
9.3. Acta de entrega-recepción	20
10. Penalizaciones	20
8.1. Penas convencionales	20
8.1.1. Por incumplimiento en plazo de instalación	20

8.2. Deductivas	20
8.2.1. Disponibilidad del servicio menor a 98% diario	21
8.2.2. Degradación en el servicio (ancho de banda menor al contratado)	21
8.2.3. Disponibilidad del sistema de monitoreo	21
8.2.4. Disponibilidad de la mesa de ayuda	21
9. Cotización	21

1. Introducción

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), por conducto de la Coordinación de la Sociedad de la Información y el Conocimiento (CSIC), requiere contratar toda la infraestructura necesaria para la construcción de la primera fase o etapa de la dorsal de la Red Nacional de Educación e Investigación (RNEI), cubriendo los tramos Tapachula-Ciudad de México y Hermosillo-Nogales, así como el “Servicio de Internet Seguro”. Para este propósito, se requiere conocer la oferta en el mercado tanto de “Enlaces LAN to LAN con capacidades de 10 Gbps” como de “IRU de lambdas” de acuerdo a las especificaciones técnicas definidas en este anexo.

2. Objetivo

Conocer la oferta en el mercado de enlaces, servicios y equipos necesarios con las características, especificaciones y requerimientos aquí descritos, para la construcción de la primera fase de la dorsal de la RNEI, incluido el servicio de Internet con seguridad, y que deberá(n) cumplir la(s) empresa(s) que resulte(n) ganadora(s) en la licitación para la provisión de estos elementos.

3. Diagramas de red de dorsal de la RNEI

A continuación, se presentan los diagramas de las conexiones en los diferentes puntos de la primera fase de la dorsal de la RNEI, que sirven como referencia para los oferentes de los enlaces, equipos y servicios requeridos.

3.1. Topología general

En la Figura 1 se muestra la topología general de la infraestructura de red que deberá proporcionar la empresa oferente. Se presentan los enlaces que unen de sur a norte las ciudades de Tapachula, Tuxtla Gutiérrez, Puebla y Ciudad de México. Se muestran también la infraestructura de red necesaria para enlazar la ciudad de Hermosillo con Nogales. El proveedor oferente deberá entregar cada uno de los enlaces en los puntos de presencia (POP - *Point Of Presence*) cuyas direcciones se indican en la Tabla I.

Dorsal de la Red Nacional de Educación e Investigación (RNEI) - Etapa 1

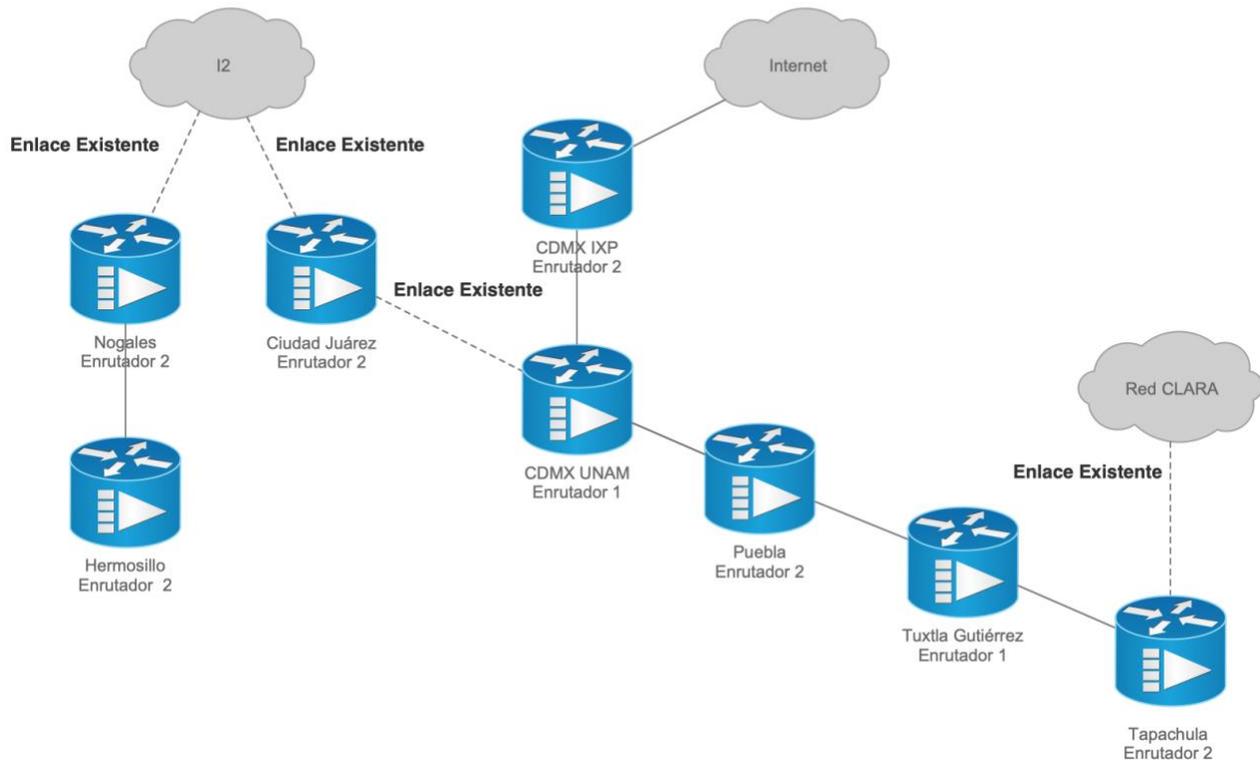


Figura 1.- Dorsal de la RNEI - Etapa o fase 1

Las características de los enlaces entre ciudades se describen en el apartado 4 de este documento; el equipamiento deberá cumplir con las características descritas en el apartado 6.

En los siguientes subapartados se describirá la infraestructura que deberá proporcionar el oferente en cada uno de los sitios de la RNEI.

Los sitios de la RNEI cuentan con cuartos de telecomunicaciones acondicionados para la recepción e instalación de los equipos (espacio en rack, aire acondicionado de precisión, tierra física, contactos polarizados, respaldo contra falla de energía y/o planta de emergencia).

Tabla I. Direcciones de entrega de enlaces

Sitio RNEI	Opción 1			Opción 2		
	Dirección	Coordenadas	Contacto técnico	Dirección	Coordenadas	Contacto técnico
Tapachula	HOTEL CFE Libramiento Sur Poniente Km. 1.5 S/N, Col. Col. Tulipanes; Tapachula. Chiapas C.P. 30797.	14.874053 -92.291231	noc@cudi.edu.mx	No hay opción 2		
Tuxtla	Universidad Autónoma de Chiapas UNACH LARCAD Calz. Emiliano Zapata km 4 Loma Bonita 29050 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	16.694345 -93.18604	Dr. César Augusto Coutiño Gómez Coordinador General de Universidad Virtual y responsable de TI unachvirtual@unach. mx Tel. 61 78000 ext. 5321	Universidad Autónoma de Chiapas UNACH Coordinación TIC Blvd. Belisario Domínguez Km.1081, Sin Nombre, Terán, 29050 Tuxtla Gutiérrez, Chis	16.75530 -93.155603	Dr. César Augusto Coutiño Gómez Coordinador General de Universidad Virtual y responsable de TI unachvirtual@unach. mx Tel. 61 78000 ext. 5321
Puebla	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. BUAP Edificio DCyTIC 1 Ciudad Universitaria, Puebla, Puebla. C.P. 72592 Puebla, Pue.	18.994891 -98.200407	Gustavo Cossio Aguilar 22 2229 5500 ext. 2333 gustavo.cossio@corr eo.buap.mx	Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica INAOE. Luis Enrique Erro # 1, Tonantzintla, Puebla, México C.P. 72840	19.0327544 -98.3165348	
CDMX	Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM Edificio DGTIC ZC Circuito Centro Cultural S/N, C.U., Coyoacán, 04510 CDMX	19.3111607 -99.1852799	Hugo Rivera Martínez 55 5622 8862 noc.dgtic@unam.mx	No hay opción 2		
IXP	KIO Networks MEX2	19.363072	noc@cudi.edu.mx	No hay opción 2		

CDMX	Prolongación Paseo de la Reforma 5396, Cuajimalpa, México, 05000	-99.280239				
Ciudad Juárez	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez UACJ Ex Rectoría Av. Henry Dunant 4016 Zona Pronaf, Ciudad Juárez, Chihuahua, C.P. 32315	31.741056 -106.448219	Gustavo Gutiérrez Zapata Coordinador de Redes y Comunicaciones ggutierr@uacj.mx Tel. (656)688 2100 ext. 2126	No hay opción 2		
Hermosillo	Universidad de Sonora UNISON Blvd. Luis Encinas J, Calle Av. Rosales &, Centro, 83000 Hermosillo, Son	29.083415 -110.96033	Ing. David Humberto Colín Gutiérrez Dirección de Informática david.colin@unison.mx informatica@unison.mx Tel. (662) 259-21-24	Instituto Tecnológico de Hermosillo Av. Tecnológico y, Periférico Poniente S/N, Sahuaro, 83170 Hermosillo, Son.	29.097881 -110.996777	
Nogales	Instituto Tecnológico de Nogales Av. Álvaro Obregón 244, Fundó Legal, Deportiva, Nogales, Son.	31.290654 -110.952813	Enrique Durán González Jefe del Centro de Cómputo cc_nogales@tecnm.mx Tel (631)159-00-08	Universidad de Sonora UNISON - Nogales Av Unisone No. 343, 84000 Nogales, Son.	31.246386 -110.939405	Ing. David Humberto Colín Gutiérrez Dirección de Informática david.colin@unison.mx informatica@unison.mx Tel. (662) 259-21-24

3.2. Sitio RNEI en Tapachula

En Tapachula, la conexión del enlace de la Red CLARA se encuentra actualmente en el Hotel de comunicaciones de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), por lo que se requiere saber el costo de ubicar el nodo de la RNEI en ese sitio. En el Hotel de la CFE se contaría con dos enlaces de dorsal, uno hacia la RNEI para el tramo Tuxtla Gutiérrez-Tapachula y otro hacia la Red CLARA. Para la conexión a la red CLARA se debe instalar un cordón de parcheo de fibra multimodo con transceptores 10GE de largo alcance. **El proveedor oferente deberá proporcionar el enlace para la conexión hacia Tuxtla Gutiérrez, el Enrutador 2 Tapachula CFE, y el cordón de parcheo y transceptor LR 10GE MM para la conexión hacia la Red CLARA.** El oferente deberá incluir los costos de la *cross* conexión y hospedaje en el Hotel de la CFE. Ver Figura 2.

Sitio RNEI Tapachula Hotel CFE Cruce Fronterizo del Sur

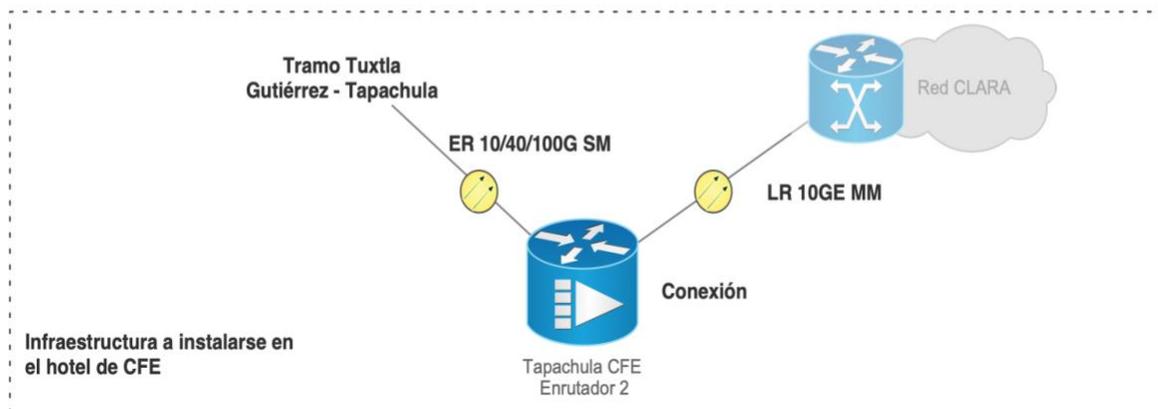


Figura 2. Sitio RNEI Hotel CFE Tapachula - Cruce Fronterizo del Sur

3.3. Sitio RNEI en Tuxtla Gutiérrez

Sitio RNEI Tuxtla Gutiérrez UNACH

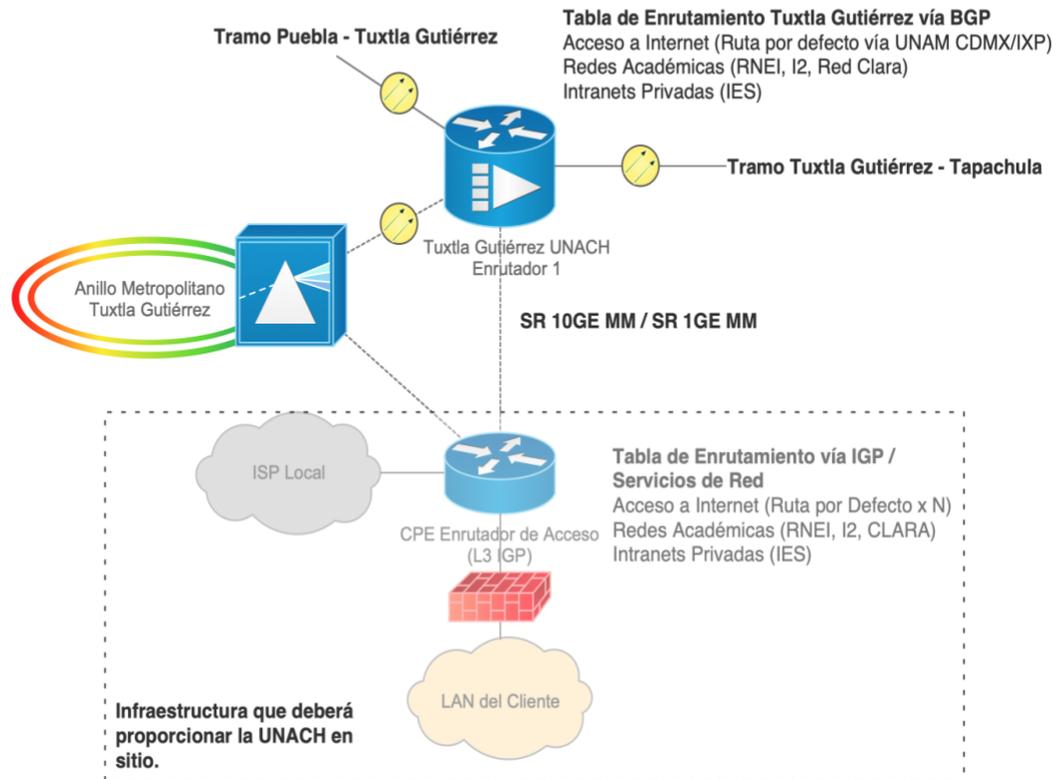


Figura 3.- Sitio RNEI UNACH Tuxtla Gutiérrez

En el sitio de la RNEI en Tuxtla Gutiérrez, en el Enrutador 1 de la IES se contará con dos enlaces de dorsal, uno hacia la RNEI para el tramo Tuxtla Gutiérrez-Tapachula y el otro para el tramo Puebla-Tuxtla Gutiérrez. **El proveedor oferente deberá proporcionar el enlace para la conexión hacia Tapachula, el enlace para la conexión hacia Puebla, el Enrutador 1 Tuxtla Gutiérrez UNACH y el cordón de parcheo SR 10G MM hacia el CPE de la IES.** Ver Figura 3.

3.4. Sitio RNEI en Puebla

Sitio RNEI Puebla BUAP/INAOE

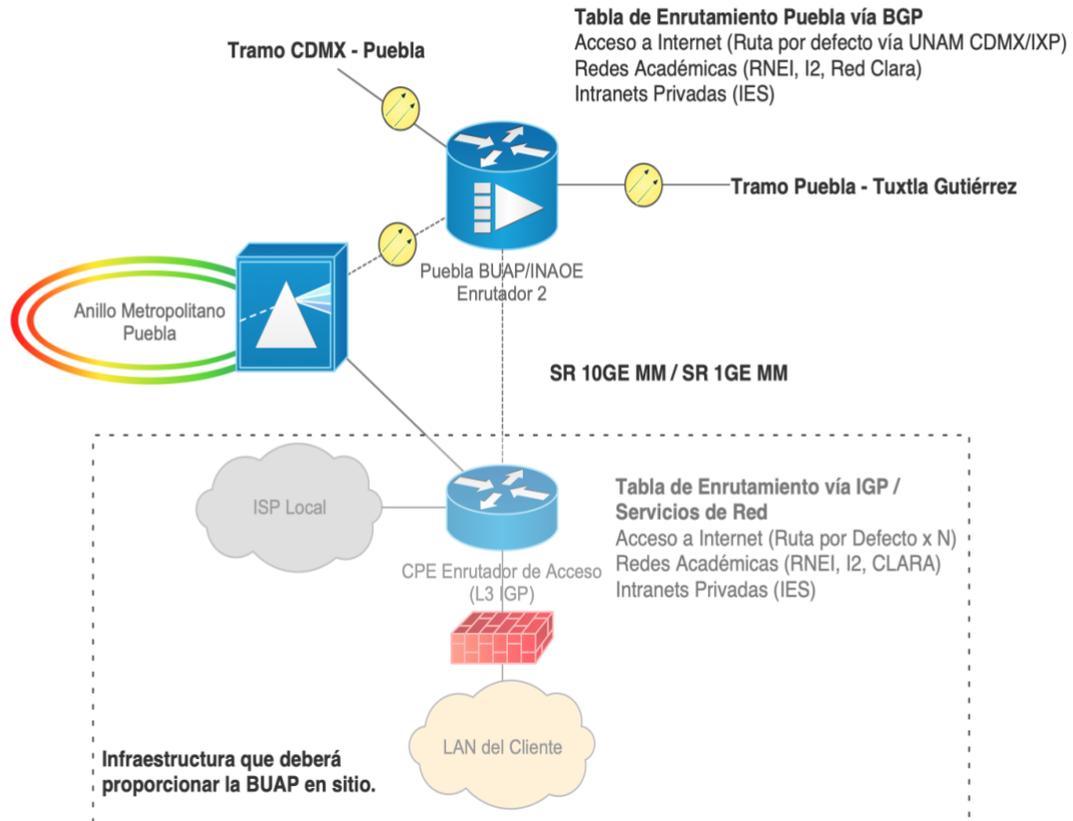


Figura 4.- Sitio RNEI BUAP CU Puebla

En el sitio de la RNEI en Puebla, en el Enrutador 2 de la IES se contará con dos enlaces de dorsal, uno hacia la RNEI para el tramo Puebla-Tuxtla Gutiérrez y el otro para el tramo CDMX-Puebla. **El proveedor oferente deberá proporcionar el enlace para la conexión hacia Tuxtla Gutiérrez, el enlace para la conexión hacia la Ciudad de México, el Enrutador 2 Puebla que se instalará en la BUAP CU Puebla o en el INAOE y el cordón de parcheo SR 10G MM hacia el CPE de la IES.** Ver Figura 4.

3.5. Sitio RNEI en CDMX

Sitio CDMX UNAM

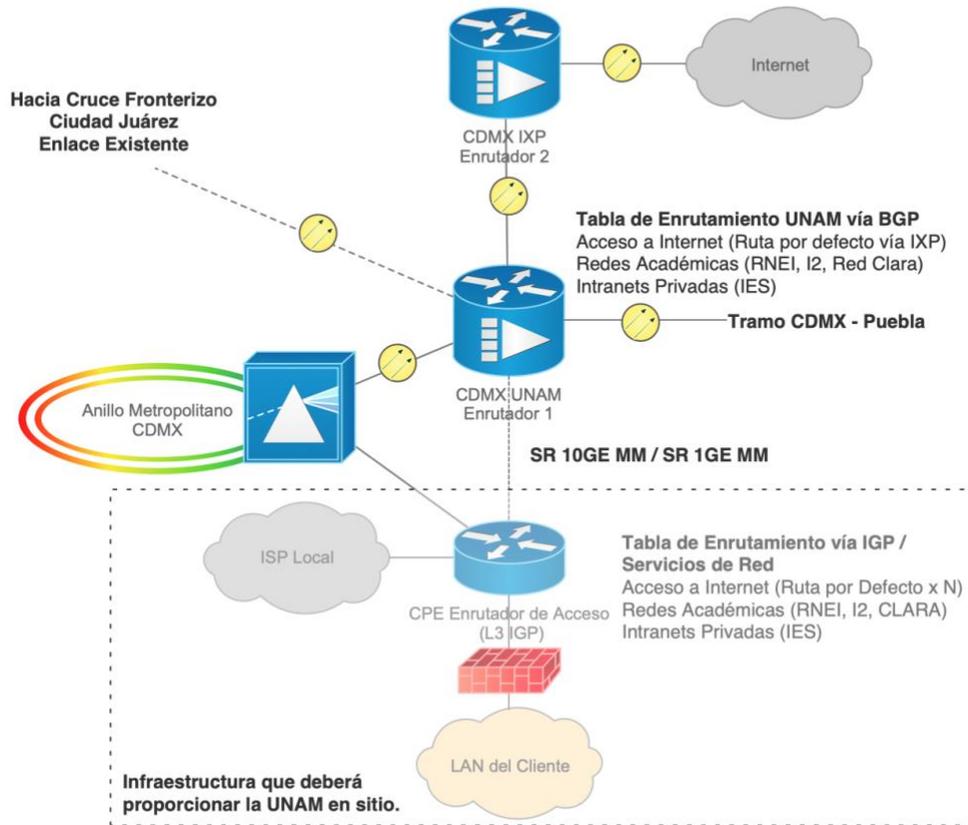


Figura 5.- Sitio UNAM CU CDMX

En el sitio de la RNEI en CDMX, en el Enrutador 1 de la IES se contará con dos enlaces de dorsal, uno hacia la RNEI para el tramo CDMX-Puebla y el otro hacia el cruce fronterizo en Cd. Juárez el cual es un enlace ya existente y no forma parte de la licitación. **El proveedor oferente deberá proporcionar el enlace RNEI para la conexión hacia Puebla, el enlace CDMX UNAM hacia el IXP, el Enrutador 2 en el IXP para recibir el enlace de internet, el Enrutador 1 CDMX UNAM, el puerto para la conexión del enlace hacia Ciudad Juárez, y el cordón de parcheo SR 10G MM hacia el CPE de la IES.**

El oferente también deberá proporcionar el enlace de Internet seguro de 10 Gbps en el IXP de la Ciudad de México. Ver Figura 5. Las características de este enlace se describen en el apartado 5 de este documento.

3.6. Sitio RNEI en Ciudad Juárez

Sitio RNEI Ciudad Juárez UACJ Cruce Fronterizo del Norte 1

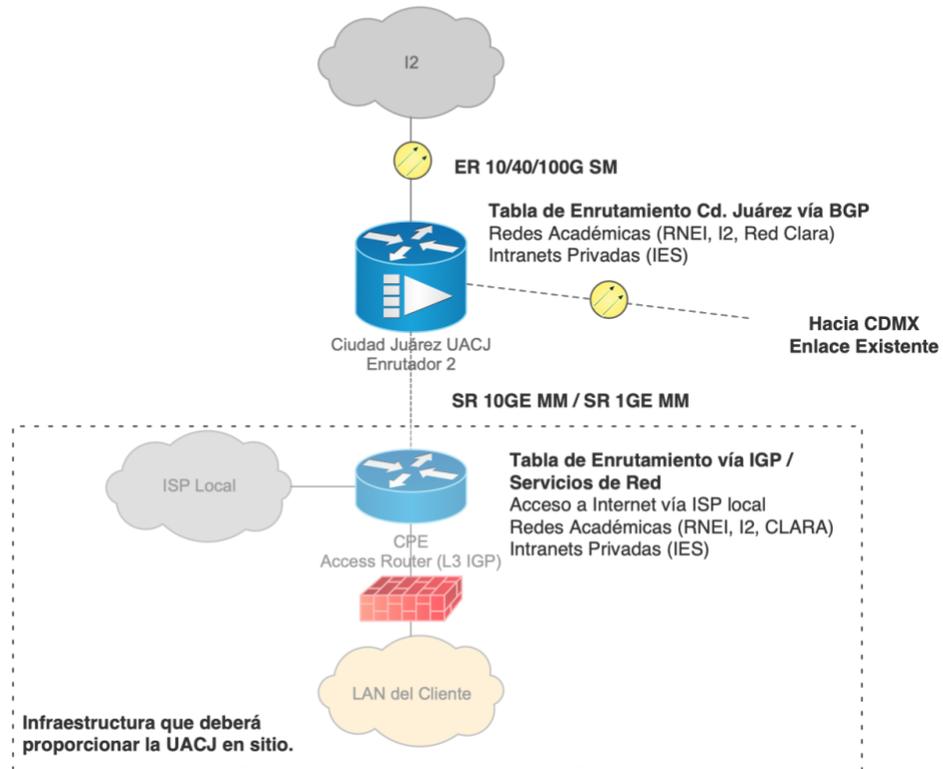


Figura 6. Sitio UACJ Ciudad Juárez, Cruce Fronterizo del Norte 1

En el sitio de la RNEI en Ciudad Juárez, en la IES se recibirán dos enlaces existentes, el primero con la dorsal desde CDMX y el segundo hacia Internet 2; ambos enlaces ya terminan en el sitio en mención. **El proveedor oferente deberá proporcionar el Enrutador 2 Ciudad Juárez UACJ, los cordones de parcheo y transceptores correspondientes y el cordón de parcheo SR 10G MM hacia el CPE de la IES.** Ver Figura 6.

3.7. Sitio RNEI en Hermosillo - Nogales

Sitios RNEI Hermosillo - Nogales Cruce Fronterizo del Norte 2

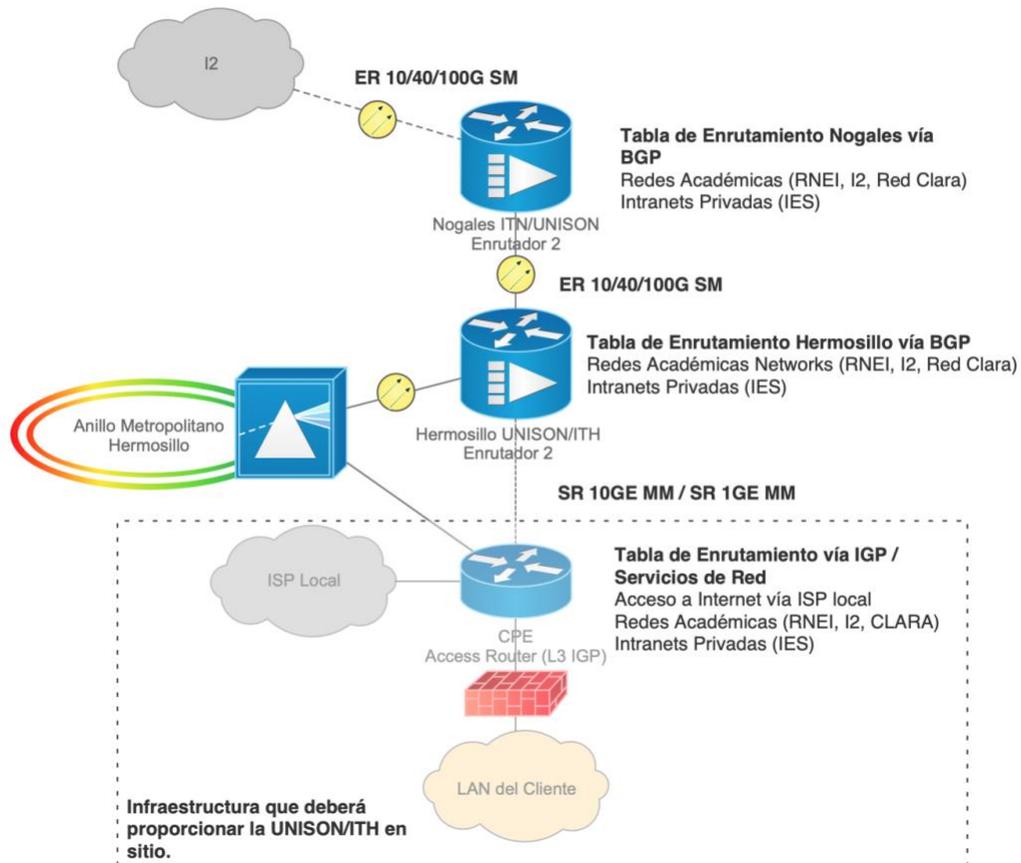


Figura 7.- Sitio RNEI Hermosillo - Nogales, Cruce Fronterizo del Norte 2

En el sitio de la RNEI en Hermosillo, en la IES se contará con un enlace de dorsal hacia la RNEI para el tramo Hermosillo-Nogales. En el sitio de la RNEI en Nogales, en la IES se contará con un enlace de dorsal hacia la RNEI para el tramo Hermosillo-Nogales y el otro para el cruce fronterizo hacia la red académica de EUA (I2). **El proveedor oferente deberá proporcionar el enlace para la conexión entre Hermosillo y Nogales, el Enrutador 2 Hermosillo UNISON/ITH, el Enrutador 2 Nogales ITN/UNISON, y el cordón de parcheo SR 10G MM hacia el CPE de la IES.** Ver Figura 7.

El enlace a la red I2 se contempla dentro del contrato internacional CUDI-Internet2. **Se requiere el cruce de frontera desde Nogales y un servicio de coubicación en EUA en un sitio donde se pueda conectar a la red I2. Indicar los costos de interconexión.**

4. Características, especificaciones y requerimientos de los enlaces

Se pueden ofertar dos tipos de enlaces para conectar a las Instituciones de Educación Superior (IES) que fungirán como nodos para la primera fase de la dorsal de la RNEI:

- a. Enlaces dedicados *LAN to LAN*, con velocidades de transmisión de 10 Gbps en los tramos:
- Tapachula-Tuxtla Gutiérrez
 - Tuxtla Gutiérrez-Puebla
 - Puebla-Ciudad de México
 - Hermosillo-Nogales
 - Nogales-Internet2

Las especificaciones de estos enlaces se detallan en el apartado 4.1.

- b. IRU de lambdas para los siguientes tramos completos:
- Tapachula-Tuxtla Gutiérrez
 - Tuxtla Gutiérrez-Puebla
 - Puebla-Ciudad de México
 - Hermosillo-Nogales
 - Nogales-Internet2

Las especificaciones de estos enlaces se detallan en el apartado 4.2.

4.1. Características de los enlaces dedicados *LAN to LAN*

- Se solicita una velocidad de transmisión de 10 Gbps de ancho de banda.
- Se requiere que los enlaces sean transparentes al tráfico de datos con los protocolos Ethernet 802.3, TCP e IP versiones 4 y 6, así como una MTU de 9000 bytes (*jumbo frames*).
- El servicio debe ser entregado en un enlace dedicado de fibra óptica de última milla, utilizando tecnología Metro Ethernet y/o Carrier Ethernet para entregar un ancho de banda simétrico, full-dúplex en toda la trayectoria desde la Punta A hasta la Punta B de todos los enlaces. En esta última milla no se aceptan tecnologías que compartan el medio óptico a través de multiplexación o derivaciones intermedias pasivas que aumenten la atenuación de señal óptica y con ello degraden el servicio.
- La latencia entre los ruteadores instalados en las IES, identificados como Punta A y B de cada enlace, no deberá exceder de 30 ms con el enlace en producción y tráfico real.
- La pérdida de paquetes entre los ruteadores instalados en las IES, identificados como Punta A y B de cada enlace, no deberá exceder de 0.5% con el enlace en producción y tráfico real.
- No se aceptará la entrega de los servicios a través de VLAN (Virtual LAN) en los equipos de ruteo que el proveedor entregue en las IES, ni se aceptarán enlaces que estén en esquemas de redes de mejor esfuerzo, asimétricos, compartidos, ni que en la última milla se realice algún tipo de multiplexaje. En caso de requerir una VLAN de monitoreo por parte del proveedor, se podrá crear en el ruteador que entregue en las IES.

4.2. Características de las IRU de lambdas

- Cuando exista la oferta de infraestructura para la entrega de IRU de lambdas, ésta se preferirá sobre la renta de enlaces dedicados *LAN to LAN*. En ese caso, el proveedor tendrá bajo su responsabilidad la construcción del sistema y entregará las fibras iluminadas en los nodos de la dorsal.
- El proveedor será responsable de tramitar todos los derechos, licencias, contratos, consentimientos, permisos, autorizaciones, franquicias, derechos de vía, acuerdos, rentas y otras aprobaciones requeridas por cualquier autoridad gubernamental teniendo jurisdicción sobre el sistema para operar y proveer los IRU.

- c. La RNEI será responsable de obtener y mantener hasta el término del contrato otros permisos, aprobaciones, consentimientos, autorizaciones gubernamentales, licencias y permisos necesarios para i) usar el sistema, (ii) recibir las IRU, y (iii) cumplir con todas sus obligaciones definidas en el contrato.
- d. Bajo este modelo, la RNEI adquirirá los derechos el uso de la lambda, con un pago único al inicio del contrato, así como se pagará un costo por mantenimiento y soporte anual que incluya el servicio de monitoreo y la atención a fallas.
- e. Se solicita que la lambda se entregue iluminada en el nodo de la RNEI y que se entregue el equipo necesario para convertirla a 10GE para su conexión a la dorsal.

4.3. Sitios de entrega de los enlaces

Las direcciones físicas de entrega de los enlaces dedicados LAN to LAN, o de las IRU de lambdas, serán las especificada en la Tabla I del apartado 3.1 de este anexo.

5. Características, especificaciones y requerimientos del servicio de Internet seguro

Además de los enlaces dedicados LAN to LAN o IRU de lambdas, se requiere el servicio de Internet comercial de 10 Gbps, terminado en el Punto de Intercambio de tráfico de Internet (IXP) en la Ciudad de México, con las siguientes especificaciones:

- a. El proveedor entregará el servicio en un ruteador multiservicios, nuevo, cuyas características mínimas se indican en la Tabla IV.
- b. Será responsabilidad del proveedor todas las adecuaciones, permisos, concesiones, costos directos e indirectos y demás gastos en los que incurra derivados de la implementación y provisión del servicio.
- c. La administración y operación del enrutador será responsabilidad del NOC de la RNEI (NOC-RNEI), en tanto que el proveedor será responsable de la instalación, atención de incidentes en hardware, software, actualización de las versiones de sistema operativo y mantenimientos durante la vigencia del contrato. Para que el NOC-RNEI pueda ser el primer nivel de atención a incidentes de sus usuarios, el proveedor deberá proporcionar transferencia de conocimiento de los equipos instalados para ofrecer el servicio. El NOC-RNEI permitirá el acceso y monitoreo de sólo lectura de dichos routers y sólo en caso de requerir cambios en la configuración, el NOC de la RNEI permitirá atributos de escritura para que el proveedor los realice, previa solicitud.
- d. El proveedor debe proporcionar la atención a incidentes, operación y mantenimiento que se presente en el enlace en un esquema de 7x24x365 durante la vigencia del contrato, mediante un sistema de tickets que apoye el seguimiento y cierre de los incidentes y solicitudes. Esto puede ser a través de un centro de servicio en español con un número telefónico único para la RNEI, a través de un sistema web con acceso mediante usuario y contraseña, y podrá complementarse, a través de un grupo de comunicación grupal como WhatsApp.
- e. Se requiere un servicio de 10 Gbps full dúplex simétrico, el cual podrá incrementarse 20% anual a petición de la RNEI a lo largo de la vigencia del contrato, con terminación en el IXP de la Ciudad de México.

- f. El proveedor hará la propagación de los prefijos IPv4 e IPv6 generados y anunciados por la RNEI, como sistema autónomo de tránsito, bajo el número AS262924 y a por lo menos 3 de sus proveedores TIER-1.
- g. El proveedor deberá cursar el tráfico solicitado de manera automática. Esto se refiere a que el NOC-RNEI no deberá realizar más que la configuración de la sesión del protocolo eBGP y sus políticas dentro de su infraestructura para que así pueda distribuir el tráfico como mejor le convenga al NOC RNEI de manera autónoma.
- h. Durante la vigencia del contrato el proveedor proporcionará el direccionamiento IPv4 e IPv6 homologado, para numerar el enlace.
- i. Se utilizará el protocolo de enrutamiento BGP (tanto para IPv4 como IPv6), para establecer una sesión de eBGP entre el router que entregue el proveedor para su instalación en el IXP y el primer equipo de capa 3 del proveedor. No se aceptarán configuraciones de BGP multihop para establecer la sesión de BGP con un equipo posterior en la infraestructura del proveedor, por lo que el proveedor deberá soportar la operación de este protocolo para ambas direcciones IPv4 e IPv6. El proveedor de servicio debe entregar por la sesión de eBGP la ruta por default para conocimiento del NOC-RNEI y deberá enviar las tablas de ruteo completas (IPv4 e IPv6) en la entrega del servicio.
- j. Para el establecimiento de las sesiones de BGP en IPv6 el proveedor deberá entregar el direccionamiento IPv6 necesario para que los enlaces soporten *Dual Stack* (IPv4 e IPv6). Se requiere que al menos se propaguen las redes IPv6 de la RNEI a por lo menos 2 proveedores TIER-1. Asimismo, el proveedor deberá tener en operación la propagación de anuncios de enrutamiento IPv4 e IPv6 de redes y números de sistema autónomo de sus usuarios, ya que el AS262924 también funcionará como AS de paso hacia sus TIER-1 y *peerings* nacionales.
- k. La propuesta debe incluir el servicio de seguridad (Internet seguro) para toda la capacidad del enlace (10 Gbps), para mitigar cualquier ataque de denegación de servicio y denegación de servicio distribuido (DoS/DDoS) de hasta 50 Gbps tanto para tráfico IPv4 como IPv6. No se permite instalar ningún tipo de dispositivo que proporcione este servicio en las instalaciones del IXP. Este servicio no debe afectar los parámetros de disponibilidad y latencia del servicio, salvo cuando se utilice sobre el tráfico a mitigar.
- l. La latencia entre el ruteador instalado en el IXP y el del proveedor donde se realice la sesión de eBGP no deberá exceder de 10 ms con el enlace en producción y tráfico real.
- m. La pérdida de paquetes entre el ruteador instalados en la IES y el del proveedor donde se realice la sesión de eBGP no deberá exceder de 0.5% con el enlace en producción y tráfico real.
- n. El proveedor debe prestar el servicio de DNS (servidor de nombres de dominio) para lo cual debe proporcionar las direcciones de DNS primario y secundario que resuelvan, durante la vigencia del servicio de acceso a Internet, todas las solicitudes de resolución de nombres provenientes de la RNEI, en un tiempo menor a 30 milisegundos, medidos desde el ruteador de cualquier sitio de la RNEI.

En complemento a lo solicitado en el punto **k**, el servicio (Internet seguro) deberá analizar los flujos de tráfico (así como la mitigación del ataque) buscando patrones anormales que indiquen la presencia de un ataque por medio de los siguientes protocolos o comportamientos:

- | | |
|--|-----------------------|
| 1. Paquetes IP fragmentados | 12. DNS Malformed |
| 2. Paquetes IP NULL | 13. DNS Flood |
| 3. Paquetes con origen de una IP privada | 14. HTTP Flood |
| 4. TCP flood | 15. UDP Flood |
| 5. TCP Null | 16. PPS Flood |
| 6. TCP RST | 17. Zombie |
| 7. ACK Flood | 18. Land Attack |
| 8. SYN Flood | 19. NTP Amplification |
| 9. Hogging CPU | 20. DNS Amplification |
| 10. Chargen | 21. DNS Reflection |
| 11. FIN Flood | |

Este monitoreo de seguridad del tráfico debe ser pasivo, lo que permite la detección de comportamientos anormales sin afectar las características de capacidad y disponibilidad del servicio de seguridad (Internet seguro).

No se aceptan soluciones ofrecidas a través de IPS (*Intrusion Prevention System*), *Firewalls* o software open source (cualquier familia de Linux y software relacionado).

6. Características, especificaciones y requerimientos de los equipos

Los enrutadores que se deberán proveer para recibir los enlaces solicitados, deberán contar con los recursos suficientes en throughput, memoria, CPU y software para soportar el ancho de banda y funcionalidades solicitadas sin que impacte su funcionamiento. El máximo de recursos que debe alcanzar es 80%, pasando este límite el proveedor deberá actualizar o cambiar el enrutador por otro con características superiores o similares para que solvente estos límites alcanzados. Los ruteadores deben estar bajo contrato de mantenimiento preventivo y correctivo durante la duración del contrato, sin que implique ningún costo adicional para la RNEI. El mantenimiento correctivo deberá incluir sustitución de partes y equipos en un esquema 24x7xNBD (24 horas al día, 7 días a la semana, día siguiente hábil para reemplazo de equipos dañados). El proveedor adjudicado debe incluir en la renta todo lo necesario para la conexión física del enlace, el enrutador, los transceptores SFP+ de 10 Gbps para conectarse a la dorsal de la RNEI, los patch cord de fibra óptica con conectores adecuados en ambas puntas y demás elementos para su conexión. La Tabla II indica el tipo de enrutador, las interfaces y transceptores que se requieren en cada sitio. En los siguientes subapartados se definen los requerimientos de cada tipo de enrutador, switch, interfaces y transceptores.

La RNEI podrá agregar hardware adicional compatible con el equipamiento entregado, sin que implique un costo adicional para la RNEI.

Tabla II. Equipo de conectividad en cada sitio

Institución	Equipo	Interfaces
CFE - Tapachula	Enrutador 2	1 interfaz Tipo 1 1 interfaz Tipo 3
UNACH - Tuxtla Gutiérrez	Enrutador 1	2 interfaces Tipo 1 1 interfaz Tipo 4 1 interfaz Tipo 2
BUAP - Puebla	Enrutador 2	2 interfaces Tipo 1 1 interfaz Tipo 4 1 interfaz Tipo 2
UNAM - CU CDMX	Enrutador 1	3 interfaces Tipo 1 1 interfaz Tipo 4 1 interfaz Tipo 2
UACJ - Juárez	Enrutador 2	1 interfaz Tipo 3 1 interfaz Tipo 6 1 interfaz Tipo 2

		2 interfaces Tipo 1 1 interfaz Tipo 7
IXP- CDMX	Enrutador 2	5 interfaces Tipo 1 2 interfaces Tipo 2 1 interfaz Tipo 3 6 interfaz Tipo 7 1 interfaz Tipo 8 1 interfaz Tipo 9
UNISON - Hermosillo	Enrutador 2	1 interfaz Tipo 1 1 interfaz Tipo 4 1 interfaz Tipo 2
UNISON - Nogales	Enrutador 2	2 interfaces Tipo 1

6.1. Enrutador 1

Las características del Enrutador 1 a instalarse en los sitios de telecomunicaciones correspondientes de las IES se enlistan en la Tabla III.

Tabla III. Características del Enrutador 1

1. -Deberá ser un equipo modular, con espacio para al menos 4 tarjetas de línea dedicadas a puertos de servicio.
2. Deberá contar con dos tarjetas supervisoras (o de procesadoras de enrutamiento) en redundancia.
3. Deberá contar con redundancia en la fábrica de conmutación, en ventiladores, en fuentes de poder y software.
4. Deberá contar con un mecanismo de arranque inicial que le permita al software crear una firma y anclaje al hardware como mecanismo de seguridad del tipo chain-of-trust.
5. Deberá contar con arquitectura en chip de propósito específico para procesadores de enrutamiento.
6. El sistema operativo del equipo deberá estar diseñado y listo para operar en redes definidas por software.
7. Deberá contar con una tarjeta de línea de 24 puertos duales 10GE/1GE en formato SFP+/SFP.
8. Deberá soportar tarjetas de línea de hasta 48 interfaces duales 10GE/1GE en formato SFP+/SFP.
9. Deberá soportar tarjetas de línea de 1GE/10GE/100GE.
10. Deberá soportar interfaces de 100GE en formato QSFP exclusivamente.

11. Deberá soportar tarjetas de línea de hasta 32 interfaces 100GE en formato QSFP exclusivamente.
12. Deberá soportar la funcionalidad IPoDWDM
13. Deberá soportar módulos ópticos digitales coherentes en formato CFP2-DCO
14. Deberá de soportar el crecimiento de interfaces a través de chasis adicionales que se conecten por puertos de servicio y que ambos elementos de red operen como un mismo sistema.
15. Deberá soportar el manejo de todas las rutas de Internet y las redes académicas (RNEI, Internet 2, Red Clara), 4 millones de rutas de IPv4 y 1 millón de IPv6.
16. Deberá soportar funcionalidades de “peering” directo a Internet.
17. Deberá soportar el protocolo segment routing.
18. Deberá soportar telemetría.
19. Deberá ser hot-swappable con respecto a la extracción e inserción de tarjetas de línea, módulos de interfaz, módulos de gestión y fuente de alimentación.
20. Deberá soportar los protocolos EVPN, L2VPN, L3VPN, Multicast, ACLs de capa 2 y capa 3, MPLS Fast Reroute, H-QoS, BFD.
21. Deberá soportar el manejo de Jumbo Frames de al menos 9100 bytes (IP MTU).
22. Deberá contar con capacidad de throughput de 32 Tbps de ancho de banda en el sistema
23. Deberá soportar RFC 4271 A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4).
24. Deberá proveer acceso a la consola a través de SSH v2 y deberá proveerse el puerto de consola y el cable necesario para la conexión.
25. Deberá soportar análisis de tráfico por flujos en las siete capas.

6.2. Enrutador 2

Las características del Enrutador 2 a instalarse en los sitios de telecomunicaciones correspondientes de las IES se enlistan en la Tabla IV.

Tabla IV. Características del Enrutador 2

1. Deberá contar con redundancia en fuentes de poder y ventiladores.
2. Deberá contar con un mecanismo de arranque inicial que le permita al software crear una firma y anclaje al hardware como mecanismo de seguridad del tipo chain-of-trust.
3. El sistema operativo del equipo deberá estar diseñado y listo para operar en redes definidas por software.
4. Deberá contar con 16 interfaces 1GE, integradas al chasis, en formato SFP.

5. Deberá contar con 24 interfaces duales 10GE/1GE, integradas al chasis, en formato SFP+/SFP.
6. Deberá contar con 2 interfaces, integradas al chasis, 100GE en formato QSFP.
7. Deberá soportar el manejo de todas las rutas de Internet y las redes académicas (RNEI, Internet 2, Red Clara), 4 millones de rutas de IPv4 y 1 millón de IPv6.
8. Deberá soportar funcionalidades de “peering” directo a Internet.
9. Deberá soportar el protocolo segment routing.
10. Deberá soportar telemetría.
11. Deberá ser hot-swappable con respecto a la extracción e inserción de fuentes de poder.
12. Deberá soportar los protocolos EVPN, L2VPN, L3VPN, Multicast, ACLs de capa 2 y capa 3, MPLS Fast Reroute, H-QoS, BFD.
13. Deberá soportar el manejo de Jumbo Frames de al menos 9100 bytes (IP MTU).
14. Deberá contar con capacidad de 800 Gbps de ancho de banda en el sistema
15. Deberá soportar RFC 4271 A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4).
16. Deberá proveer acceso a la consola a través de SSH v2 y deberá proveerse el puerto de consola y el cable necesario para la conexión.
17. Deberá soportar análisis de tráfico por flujos en las siete capas.

6.3. Tipos de interfases

Tabla V. Tipos de interfases

Tipo de Interfaz	Descripción
1 Dorsal	Esta interfaz deberá ser 10 GE (Gigabit Ethernet), SR, en formato SFP+ para fibra multimodo, con conectores de fibra LC.
2 IES	Esta interfaz deberá ser 1 GE (Gigabit Ethernet), SX, en formato SFP para fibra multimodo, con conectores de fibra LC.
3 CFE	Esta interfaz deberá ser 10 GE (Gigabit Ethernet), LR, en formato SFP+ para fibra monomodo, con conectores de fibra LC.
4 Anillo	Esta interfaz deberá ser 10 GE (Gigabit Ethernet), SR, en formato SFP+ para fibra multimodo, con conectores de fibra LC.
5 IXP	Esta interfaz deberá ser 10 GE (Gigabit Ethernet), ZR, en formato SFP+ para fibra monomodo, con conectores de fibra LC.
6 Internet2	Esta interfaz deberá ser 10 GE (Gigabit Ethernet), ER, en formato SFP+ para fibra monomodo, con conectores de fibra LC.
7 LAN servicios	Esta interfaz deberá ser 1000 BaseT (Gigabit Ethernet), en formato SFP
8 ITESM-Santa Fe	Esta interfaz deberá ser 1 GE (Gigabit Ethernet), LX, en formato SFP+ para fibra monomodo, con conectores de fibra LC.
9 ITESM-CDMX	Esta interfaz deberá ser 1 GE (Gigabit Ethernet), ZX, en formato SFP+ para fibra monomodo, con conectores de fibra LC.

7. Sistema de Monitoreo

7.1. Centro de Operación.

El proveedor deberá contar con un Centro de Operación de la Red (NOC, por sus siglas en inglés) que atienda los incidentes, cambios y solicitudes que la RNEI detecte a través de sus herramientas, esto a través de llamadas telefónicas, correo electrónico o grupo de WhatsApp.

7.2. Mesa de ayuda y sistema de monitoreo.

El proveedor deberá contar con un sistema de mesa de ayuda, monitoreo y visualización del estado de los enlaces y ancho de banda utilizado, con acceso en línea desde las instalaciones del NOC-RNEI para 3 usuarios simultáneos. Esta herramienta debe tener las siguientes características y funcionalidades para monitorear cada uno de los servicios a contratar:

- a. Acceso con clave y contraseña vía web seguro (https)
- b. Basado en SNMP (Tipo MRTG o CACTI) que grafique los valores por lo menos cada 5 minutos y guardar datos históricos por 12 meses
- c. Los datos podrán exportarse a formato “.txt” y “.csv”
- d. La información debe contener GID del Sitio, estado, municipio y localidad
- e. Porcentaje de errores en la interfaz (por periodo de tiempo, día)
- f. Que proporcione la disponibilidad del servicio y pueda ser consultada por el NOC-RNEI por día, semana, mes o año configurable por consulta.
- g. Que proporcione el tiempo de duración de falla, al igual que en el punto v), en determinado periodo de tiempo a elección del NOC-RNEI
- h. Histórico del ancho de banda utilizado por cada sitio y en tiempo real, mostrando la información en gráficas y datos en texto.
- i. Contador acumulado mensual y acumulado hasta por 6 meses de solución de fallas (TTR).
- j. Estado operativo del equipo utilizado (en línea o fuera de línea), detallando un reporte en tiempo real de los equipos con servicio.
- k. Estado operativo de la interfaz que proporciona el servicio (*up/down*)
- l. Parámetros de configuración de cada equipo, al menos, tasa de transferencia configurada de subida y bajada en el medio.
- m. Latencia de los enlaces de Internet.
- n. Paquetes perdidos.
- o. Utilización de ancho de banda del servicio de Internet seguro, mostrando la información en gráficas y datos en texto.
- p. Se entregarán uno o varios reportes de tipo ejecutivo y operativo de los parámetros que anteceden a este punto y que se delimitará en el proceso de mesas de trabajo para el monitoreo y gestión de los equipos terminales y principales.

7.3. Procedimiento de atención de incidentes.

El proveedor acordará un procedimiento de atención de incidentes en conjunto con el NOC-RNEI.

7.4. Entrega de reportes mensuales del proveedor.

Dentro de los 5 días inmediatos posteriores a la finalización del mes, el proveedor deberá entregar la relación de los incidentes que se hayan presentado en el mes anterior, esto para el cálculo de las

deductivas, las cuales serán conciliadas entre el NOC-RNEI y el proveedor. La información que deberá entregar el proveedor es:

- Fecha y hora de inicio del incidente
- Número de ticket registrado para el incidente
- Identificador del servicio afectado
- Fecha y hora de solución del incidente
- Tiempo total de afectación
- Causa de la incidencia

Esta información será cotejada con la generada por las herramientas de monitoreo del NOC-RNEI para su conciliación, la cual no podrá pasar de 5 días una vez recibida por el proveedor.

8. Niveles de servicios

Nivel de ancho de banda entregado

El ancho de banda solicitado en cada uno de los enlaces se debe entregar al 100%, esto se verificará con pruebas de RFC e iPERF, entre punto y punto, ambas deberán dar como resultado la entrega del 100 % del ancho de banda solicitado.

En caso de no entregar el ancho de banda solicitado se penalizará conforme a bases y el proveedor deberá corregir máximo en 24h esta falta de capacidad del servicio.

8.1. Nivel de disponibilidad del servicio

El proveedor deberá proporcionar el servicio en horario 7x24x365 durante la vigencia del contrato y con una disponibilidad mensual de al menos 98.0 % (hasta 14 horas naturales de no disponibilidad del servicio al mes).

La indisponibilidad del servicio se medirá a partir de la detección de la incidencia por parte de las herramientas del monitoreo del NOC-RNEI, no importando que el reporte telefónico sea registrado posteriormente.

8.2. Nivel de disponibilidad del sistema de monitoreo

El sistema de monitoreo no podrá estar fuera de servicio por más de 15 minutos por día, de otra manera se penalizará conforme se indique en el contrato.

8.3. Nivel de disponibilidad de la mesa de ayuda

La Mesa de Atención de segundo nivel del Proveedor debe ofrecer una indisponibilidad no mayor a 15 minutos diarios.

9. Condiciones generales para la provisión de los enlaces, equipos y servicios

9.1. Duración del servicio y plazo de instalación

Se requiere el servicio por un periodo de al menos 12 (doce) meses a partir de la aceptación del NOC-RNEI de la entrega de los servicios, con un plazo de instalación que no excederá los 3 (tres) meses a partir de la fecha de firma del contrato. En caso de que se sobrepase este periodo, se penalizará por día de retraso en la entrega y aceptación del servicio.

9.2. Reemplazo de equipos

El proveedor debe considerar mecanismos contra el robo de equipos y daños que estos pudieran sufrir por vandalismo, fenómenos naturales, accidentes o por cualquier otra causa, ya que será responsable de reparar o reponer los equipos a su costo para el restablecimiento del servicio, por lo que no se aceptarán equipos en comodato.

9.3. Acta de entrega-recepción

El proveedor deberá generar un acta de entrega-recepción del servicio, dejando una copia al responsable de recibir la instalación en el Sitio y entregando el original a la CSIC, esta acta debe de incluir cuando menos:

- Pruebas de simetría (ancho de banda de *upload*, ancho de banda de *download*).
- Pruebas de latencia donde se demuestre que esta es menor a 30 ms.
- Prueba de fluctuación del retardo (Jitter).
- Diagrama de instalación del enlace.
- Inventario del equipo entregado (cantidad, marca, modelo, número de serie).
- Memoria fotográfica de los equipos entregados (fotografía del equipo ya instalado en donde se muestre también la marca, modelo y número de serie).

Se acordará entre el NOC-RNEI y el proveedor, un protocolo de pruebas de entrega del servicio (este protocolo incluye el paso de tráfico por parte del usuario, por lo que no se podrá aceptar como entregado el servicio hasta no pasar tráfico).

10. Penalizaciones y deducciones

10.1. Penas convencionales

10.1.1. Por incumplimiento en plazo de instalación

En caso de que el proveedor incumpla con el plazo de instalación indicado en el inciso 9.1, se aplicará una penalización equivalente al 2.5% diario, sobre el monto mensual del servicio de cada uno de los sitios no instalados.

El monto de las penas convencionales que se apliquen al proveedor no excederá del importe proporcional de la garantía de cumplimiento que corresponda al monto del contrato

10.2. Deductivas

- 8.1.1. Disponibilidad del servicio menor a 98% diario
- 8.1.2. Degradación en el servicio (ancho de banda menor al contratado)
- 8.1.3. Disponibilidad del sistema de monitoreo
- 8.1.4. Disponibilidad de la mesa de ayuda

9. Cotización

Las cotizaciones de los servicios se deberán presentar en las tablas en Excel anexas