



BELLA II

Building the Europe Link to
Latin America and the Caribbean

BELLA II Documento de Demanda

Noviembre 2023



BELLA II recibe financiamiento de la Unión Europea a través del Instrumento de Vecindad, Desarrollo y Cooperación Internacional (NDICI), bajo el acuerdo número 438-964 con DG- INTPA, firmado en diciembre de 2022. El período de implementación de BELLA II es de 48 meses.

BELLA II:

Solicitud de Información a Interesados

Documento elaborado por
BlueNote Management Consulting
para RedCLARA

Noviembre 2023



BELLA II es coordinado por RedCLARA



BELLA II es cofinanciado por la Unión Europea.

Índice

Índice de Figuras	4
Tabla de Acrónimos.....	5
I. Introducción	7
I. A. RedCLARA.....	7
II. Bella II	14
II. A. Red Troncal	15
II. B. Servicio de Articulación y Networking	20
II. C. Servicio de Banco de Pruebas y Soporte a la Innovación.....	21
III. Necesidades de Infraestructura de Bella II.....	23
III. A. Priorización en Términos Geográficos	23
III. A. 1. Grupo 1. Perú, Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Honduras	23
III. A. 2. Grupo 2. Caribe	26
III. A. 3. Grupo 3. Bolivia, Paraguay, Uruguay, México	28
III. A. 4. La Red Esperada de Bella II.....	29
III. B. Características Técnicas	30
III. B. 1. Características Técnicas de la Red.....	35
IV. Gobernanza y Mecanismos de Relacionamiento para Participar en Bella II	39
IV. A. Gobernanza del Proyecto Bella II.....	39
IV. B. Cooperación en Bella II	40
IV. B. 1. Coinversión	40
IV. B. 2. <i>Swap</i> de Inversión	41
IV. B. 3. Compra de Capacidad	43
IV. C. Modalidades Jurídicas para la Participación	44
IV. C. 1. Consorcio.....	44
IV. C. 2. Contrato de Fiducia	45
IV. C. 3. IRU	45
IV. C. 4. Otros Contratos.....	46
Referencias.....	48

Índice de Figuras

Figura 1. RedCLARA,2008	9
Figura 2. RedCLARA,2013	11
Figura 3. RedCLARA,2023	13
Figura 4. Objetivos de Bella II	14
Figura 5. Resultados esperados del proyecto Bella II.....	15
Figura 6. Red Neutral, Alternativas tecnológicas	17
Figura 7. Priorización geográfica de Bella II.....	18
Figura 8. Trazado de la red troncal objetivo, Bella II.....	19
Figura 9. Esquema del servicio de articulación	20
Figura 10. Estructura del servicio de banco de pruebas	21
Figura 11. Grupos de priorización geográfica	23
Figura 12. Datos generales y TIC, Grupo 1	24
Figura 13. Conexión proforma a Perú y cierre de anillo.....	25
Figura 14. Conexión proforma a Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Honduras, Belice y el Caribe	26
Figura 15. Datos generales y TIC – Grupo 2	27
Figura 16. Datos generales y TIC – Grupo 3	28
Figura 17. Conexión proforma Bolivia, Paraguay y Uruguay.....	29
Figura 18. Potencial resultado de la ejecución de Bella II.....	30
Figura 19. Servicios RedCLARA.....	31
Figura 20. Caracterización cualitativa de los servicios.	34
Figura 21. Metas comunes de disponibilidad.....	35
Figura 22. Aplicaciones y Calidad de Servicio.....	36
Figura 23. Características técnicas Bella II.....	38
Figura 24. Distancias aproximadas de los tramos	38
Figura 25. Esquema de proyecto en coinversión	41
Figura 26. Ejemplo de estructura de un swap.....	42
Figura 27 Esquema sombrilla de Bella II.....	46
Figura 28. Elementos fundamentales en los contratos de Bella II	47

Tabla de Acrónimos

Acrónimo	Descripción
5G	Redes móviles de quinta generación
ALICE	América Latina Interconectada con Europa
ALICE2	América Latina Interconectada con Europa 2
BELLA	<i>Building the European Link to Latin America</i> , Programa que consideraba los proyectos BELLA-T y BELLA-S
BELLA II	<i>Building the European Link to Latin America and the Caribbean</i>
BELLA – S	<i>Building the European Link to Latin America – Submarine</i>
BELLA – T	<i>Building the European Link to Latin America – Terrestrial</i>
BID Lab	Laboratorio de innovación del Grupo Banco Interamericano de Desarrollo
C@ribnet	Red similar a RedCLARA que era administrada por la RIE del Caribe.
CE	Comisión Europea
CLARA	Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas
DWDM	<i>Dense Wavelength Division Multiplexing</i> – Multiplexación por división de longitud de onda densa
eduroam	<i>Education Roaming</i>
ELLA	<i>Europe Link with Latin America</i>
EVALSO	<i>Enabling Virtual Access to Latin-America Southern Observatories</i>
FIEL	Federación de Identidad para redes de Educación Latinoamericanas
GÉANT	Red de investigación paneuropea
IPDT	<i>IP Packet Transfer Delay</i> – Retraso de Transferencia de Paquetes IP
IRU	<i>Indefeasible Rights of Use</i> – Derecho Irrevocable de Uso
IXP	<i>Internet Exchange Point</i> – Punto de intercambio de Internet
LAC4	Centro de Cibercapacidades de Latinoamérica y el Caribe – <i>Latin America and Caribbean Cyber Competence Centre</i>
LACNIC	Registro de Direcciones de Internet para América Latina y Caribe
LACNet	Orquestador de infraestructura blockchain neutral para América Latina y el Caribe.
LMS	Sistema de Gestión de Aprendizaje – <i>Learning Management System</i>
PoP	Point of Presence – Punto de Presencia

QoS	Quality of Service – Calidad de Servicio
RedCLARA	Se refiere a la red desarrollada por CLARA
RNEI/RNIE	Redes Académicas Nacionales de Educación e Investigación / Investigación y Educación
RTT	<i>Round Trip Time</i> – Tiempo de Ida y Vuelta
SLA	<i>Service Level Agreement</i> – Acuerdo de Nivel de Servicio
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
VLAN	<i>Virtual Local Area Network</i>
WHREN/LILA	<i>Western Hemisphere Research and Education Network Linking Latin America</i>

I. Introducción

El objetivo del presente documento es exponer las necesidades vinculadas a la implementación del proyecto BELLA II, enfocadas, principalmente, desde el punto de vista de la conectividad requerida. Se inspira en la necesidad de estructurar y priorizar las necesidades de BELLA II, a partir del análisis de la situación actual (tanto del proyecto, como de las condiciones de conectividad y brecha digital en Latinoamérica y el Caribe), el estado del arte y los objetivos específicos del proyecto.

Además de ser una herramienta de difusión, se espera que el documento contribuya a la comprensión de BELLA II y motive a diversos actores de la región como proveedores de infraestructura digital, agencias públicas, organismos no gubernamentales y banca multilateral, a formar parte de él y participar en diálogos colaborativos. Este instrumento fue desarrollado por BlueNote Management Consulting con base en la información suministrada por RedCLARA, en las etapas tempranas de implementación del proyecto BELLA II.

El documento se estructura en cuatro capítulos:

- Capítulo I: incluye una descripción de RedCLARA, su evolución a través de 20 años de historia y la implementación de diversos proyectos y la estructura actual de la red.
- Capítulo II: describe el proyecto BELLA II, sus objetivos y resultados esperados.
- Capítulo III: describe las necesidades de infraestructura para el cumplimiento de los objetivos del proyecto BELLA II, su priorización en términos geográficos, las prestaciones técnicas esperadas y las condiciones de servicio pretendidas.
- Capítulo IV: describe la estructura de gobernanza del proyecto, algunas alternativas de cooperación que se plantean para facilitar la participación de múltiples agentes en su desarrollo y las posibilidades jurídicas para su consecución.

I. A. RedCLARA

En el año 2003, se crea la Asociación Civil **Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas (CLARA)** como una organización sin ánimo de lucro, con los objetivos de:

- “Promover y apoyar el desarrollo de las Redes Académicas Nacionales de Educación e Investigación (RNEI) de América Latina y la coordinación entre ellas y con otros bloques;*
- “Apoyar la creación, la operación y la evolución, de la ciber-infraestructura, sus servicios conexos y accesorios, requerida en América Latina para la transformación digital de la educación, la ciencia, la tecnología, la cultura y la innovación;*
- “Proveer servicios de interconexión de red de alta capacidad y calidad, incluyendo servicios conexos, accesorios, de valor agregado y/o relacionados a dicha interconexión;*
y
- “Coordinar con sus miembros los procesos de negociación, desarrollo o adquisición de tecnologías que sean de interés de los asociados. (CLARA - Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas, 2019).”*

Estos objetivos se han materializado en el desarrollo de la red avanzada de América Latina, **RedCLARA**, que interconecta a las Redes Nacionales de Investigación y Educación (RNIE) de los países latinoamericanos entre ellas y con sus pares alrededor del mundo, les provee una red “exclusiva”, separada del tráfico comercial o público en Internet, así como una capacidad, calidad y seguridad superiores frente a las soluciones comerciales. Utilizando esta red y sus equivalentes en otros continentes y países los científicos, investigadores, académicos, profesores y estudiantes pueden colaborar entre ellos de manera inmediata y rompiendo la barrera de la distancia física.

A lo largo de dos décadas, RedCLARA ha evolucionado en términos de su capacidad y en función de los agentes participantes. Dada la naturaleza cooperativa de la red y el impulso que ha recibido desde su origen, los proyectos de expansión se han desarrollado, de forma general, en esquemas de cofinanciación y coordinación entre la Comisión Europea (CE), las RNIE europeas, CLARA y las RNIE latinoamericanas. A continuación, se detallan algunos de los proyectos más relevantes,

ALICE – América Latina Interconectada con Europa



Fue el primer proyecto en el que participó CLARA, con el objetivo de “*crear una infraestructura de redes de investigación en América Latina e interconectarla con su par europea, GÉANT, mediante el protocolo de Internet (IP).*”¹, esto es, de crear RedCLARA. ALICE fue liderado por GÉANT, la red académica paneuropea.

ALICE se ejecutó entre 2003 y 2008 y logró las primeras conexiones entre países latinoamericanos y la interconexión entre RedCLARA y GÉANT. Contó con la participación de cinco instituciones europeas y 18 latinoamericanas, e implicó una inversión conjunta de €12.5 millones. El resultado, además del inicio de la cooperación entre instituciones de investigación latinoamericanas y europeas, desde el punto de vista de la red de telecomunicaciones fue la creación e implementación de la primera troncal de RedCLARA:

¹ <https://www.redclara.net/index.php/es/proyectos/red-e-infraestructura/alice>.

Figura 1. RedCLARA, 2008



Fuente: RedCLARA - https://dspace.redclara.net/retrieve/3669/topology_RedCLARA_06.pdf.

ALICE2 – América Latina Interconectada con Europa 2



Liderado por RedCLARA (a inicios de ALICE2 se decidió llamar RedCLARA a la red y a la corporación), se ejecutó entre diciembre de 2008 y 2013; nuevamente, en un esquema de cofinanciación. Su objetivo general fue “estimular y apoyar la investigación colaborativa dentro de América Latina y de la región con Europa, a través del fortalecimiento de RedCLARA (Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas) y su infraestructura de red y el fomento a la creación y mantenimiento de comunidades de investigación que trabajen en temáticas relativas al desarrollo (UN – Millenium Development Goals - MDG) y a las temáticas planteadas por el FP7 (7º Programa Marco – Comisión Europea).”²

ALICE2 incorporó una visión más amplia para RedCLARA, concentrando esfuerzos en temas de gestión y financiación de la red en el largo plazo, el desarrollo de las comunidades de investigación

² <https://www.redclara.net/index.php/es/proyectos/red-e-infraestructura/alice2>.

y el fortalecimiento de las RNIE. De forma específica, en relación con el desarrollo de la red, el proyecto ALICE2 buscó:

“Mantener y continuar el desarrollo de la infraestructura de RedCLARA con la entrega de un entorno continuo, inclusivo y persistente para la colaboración electrónica para la investigación y educación en América Latina, enfatizando en apoyar un espacio de colaboración de educación superior e investigación entre América Latina y Europa. Esta versión mejorada de RedCLARA estará basada en contratos IRU (Derecho Irrevocable de Uso) para fibra oscura y longitudes de onda, para asegurar bajos costos permanentes. (...)

“Consolidar la cobertura geográfica existente a largo plazo de RedCLARA, e intentar expandirla para incluir las comunidades de investigación y educación en desarrollo de los países América Latina, y seguir contribuyendo a la inclusión digital de la región mediante sus comunidades de investigación y educación. Para hacer esto, el proyecto intentará involucrar a todos los países latinoamericanos en el Proyecto y generar sinergias con las RNIE (Redes Nacionales de Investigación y Educación), creando una infraestructura terrestre de comunicaciones que pueda también ser usada localmente para construir o extender las RNIE.”³

Para el año 2013, RedCLARA se había expandido al siguiente estado de desarrollo:

³ Ídem 2.

Figura 2. RedCLARA,2013



Fuente: RedCLARA - https://dspace.redclara.net/retrieve/3704/topology_RedCLARA_13.pdf.

RedCLARA ha implementado otros proyectos a lo largo de su historia, los que le han permitido desarrollar una red con unas características muy robustas para la promoción de la educación y la investigación, proveyendo conectividad y servicios específicos para este propósito, y logrando velocidades del orden de los 100 Gbps, alta redundancia e interconexión con redes de investigación internacionales como GÉANT (paneuropea), Internet2 (Estados Unidos) y CANARIE (Canadá).

Dentro de los múltiples proyectos ejecutados destacan:

WHREN/LILA – Western Hemisphere Research and Education Network Linking Latin America



Su objetivo fue “incrementar la tasa de descubrimientos y mejorar la educación en las Américas, a través de la creación de una infraestructura que permita el intercambio, basada en una red híbrida de servicios que apoyan tanto disciplinas específicas como servicios de red de alto rendimiento, computación distribuida, y redes de servicios, en grandes distancias geográficas.”⁴

⁴ <https://www.redclara.net/index.php/es/proyectos/red-e-infraestructura/whren-lila>.

EVALSO – Enabling Virtual Access to Latin-America Southern Observatories



Se implementó entre 2010 y 2011, con el objetivo de “*permitir el acceso virtual a los observatorios de América del Sur.*”⁵ Este proyecto facilitó recursos para sacar el máximo provecho de las instalaciones experimentales que habitualmente se ubicaban en sitios remotos.

ELLA – Europe Link with Latin America



Su objetivo fue “*estudiar alternativas para solucionar la falta de conectividad entre Latinoamérica y la Unión Europea, mediante la promoción de una mayor competencia entre los proveedores en el mercado de cables submarinos.*”⁶ En su momento, se identificó baja competencia en el mercado de conectividad entre América Latina y la Unión Europea, lo que repercutía en altos costos asociados a este servicio. Los resultados abrieron la puerta al proyecto BELLA.

BELLA - Building the European Link to Latin America



El proyecto se implementó entre 2016 y 2021 y su objetivo fue “*fortalecer la conectividad entre América Latina y Europa, garantizando una capacidad muy alta y rentable, rutas más cortas y un fuerte intercambio de datos en el segmento transatlántico.*” Se buscaba hacer esto “*garantizando el uso a largo plazo del espectro en un cable submarino de telecomunicaciones directas entre América Latina y Europa e implementando la capacidad requerida entre las redes GÉANT y RedCLARA, para satisfacer las necesidades de las comunidades de investigación y educación en las dos regiones.*”

BELLA-T – Building the European Link to Latin America – Terrestrial



Se enfocó en “*lograr una mejora a largo plazo y significativa de la red sudamericana, permitiendo a RedCLARA garantizar el acceso pleno y en condiciones de igualdad de las RNIE latinoamericanas a la capacidad a ser adquirida mediante un cable submarino directo entre Europa y América Latina.*”⁷ Este proyecto permitió establecer una red óptica troncal que interconecta Santiago (Chile), Buenos Aires (Argentina), Fortaleza, Sao Paulo y Porto Alegre (Brasil), Panamá y Guayaquil (Ecuador).

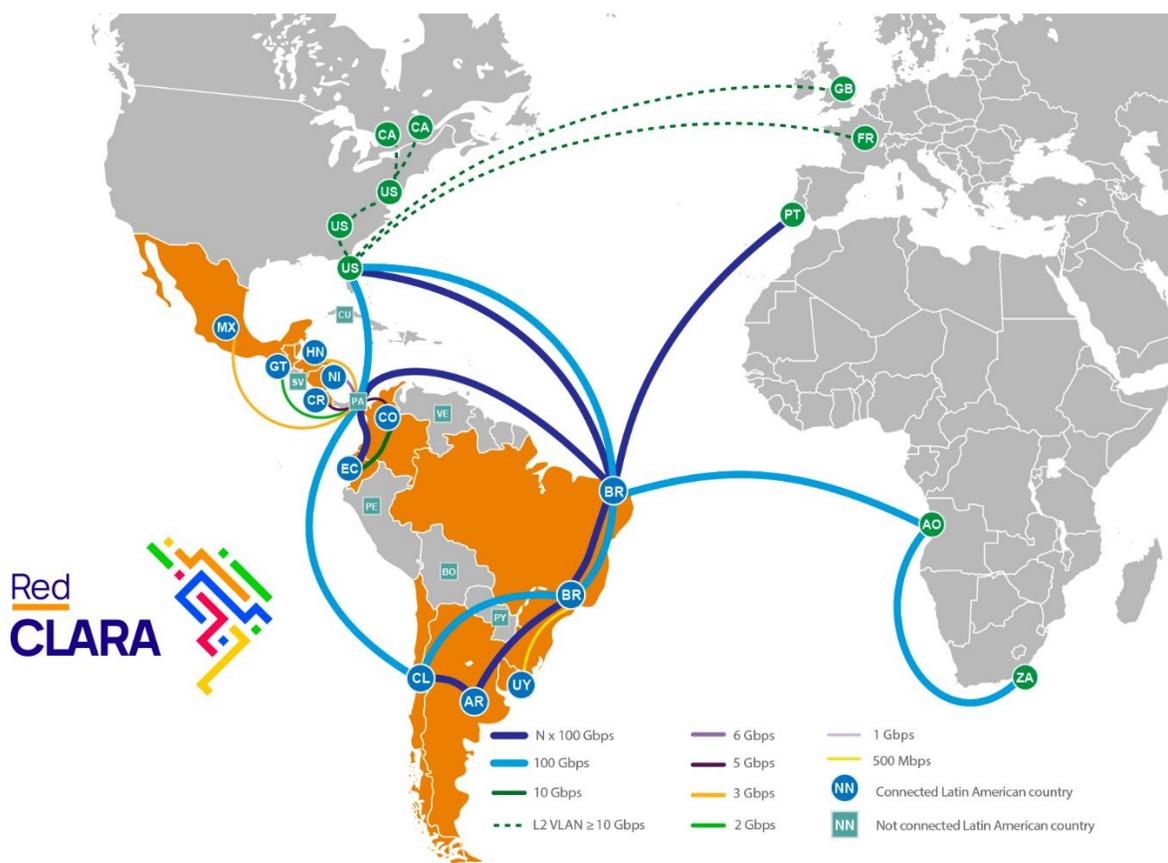
Gracias al desarrollo de los proyectos de expansión de infraestructura, durante los últimos 20 años, la composición actual de RedCLARA es la que se presenta en el siguiente mapa:

⁵ <https://www.redclara.net/index.php/es/proyectos/red-e-infraestructura/evalso>.

⁶ <https://www.redclara.net/index.php/es/proyectos/red-e-infraestructura/ella>.

⁷ <https://www.redclara.net/index.php/es/proyectos/red-e-infraestructura/bella-t>.

Figura 3. RedCLARA,2023



Fuente: RedCLARA - <https://www.redclara.net/images/images/topologia/RedCLARA-mapatopologia-mundo-Dic2021-BELLA-final-nvologo120623.jpg>.

En 2023, RedCLARA inició BELLA II, que se describirá en detalle en la siguiente sección; proyecto sobre el cual versará la consulta a los posibles agentes interesados en vincularse a él.

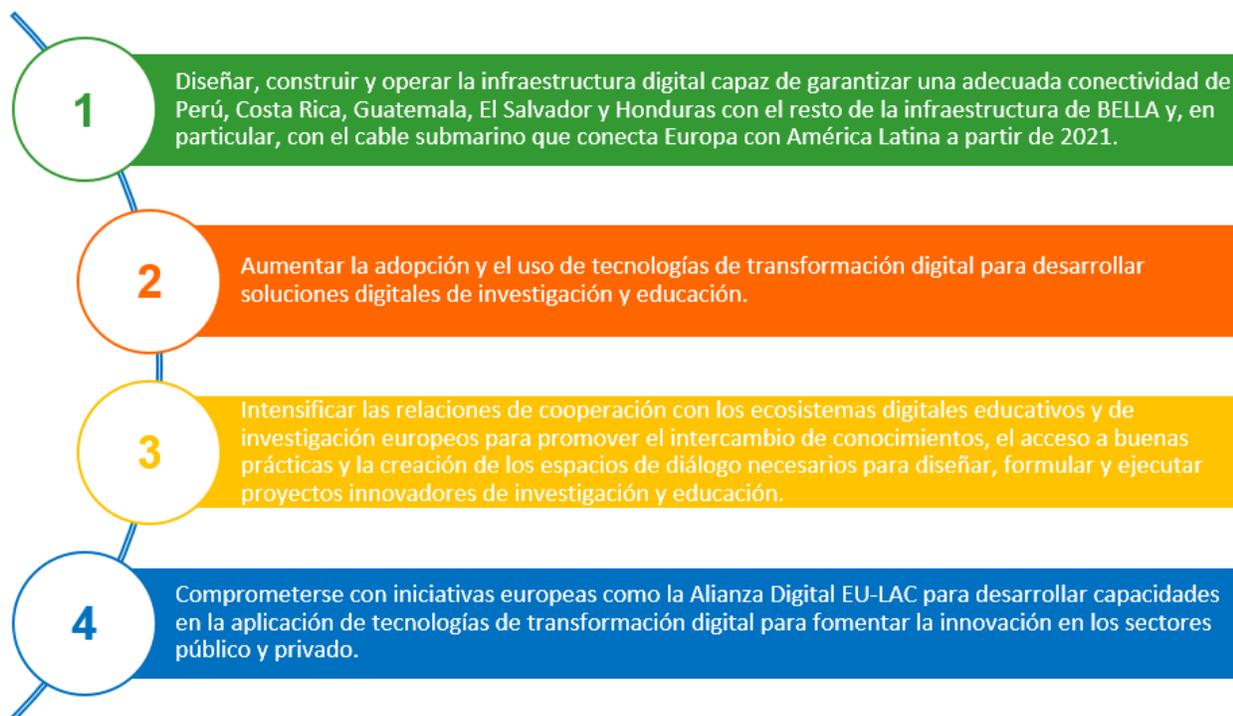
II. BELLA II

Lanzada en marzo 2023, es la iniciativa más reciente de RedCLARA, con un plazo de ejecución de cuatro años.

BELLA II posee un objetivo de alto nivel, orientado “*al cierre de la brecha digital en Latinoamérica y el Caribe*” y otro sectorial, que es “*fortalecer y expandir el ecosistema digital latinoamericano y caribeño, facilitador de relaciones e intercambios entre empresas, centros de investigación, instituciones educativas y redes académicas latinoamericanas y europeas para contribuir al logro de los objetivos estratégicos de la región enfocados en fortalecer la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación.*”⁸

Para cumplir con estos propósitos, los objetivos específicos de BELLA II son:

Figura 4. Objetivos de BELLA II



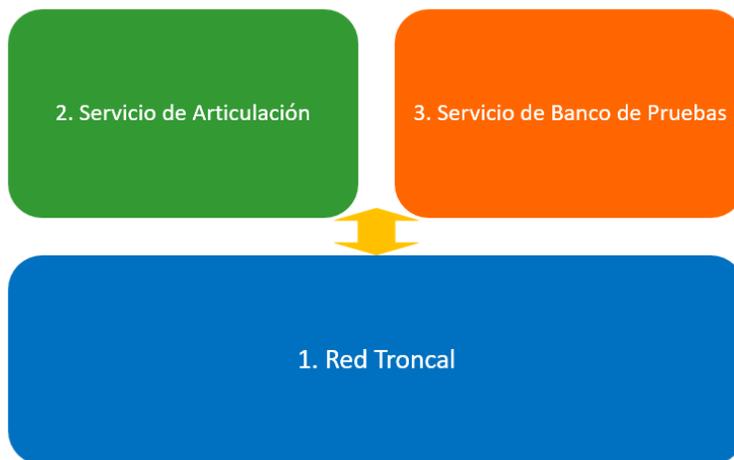
Fuente: Adaptado de RedCLARA - www.redclara.net.

Con base en el análisis de factibilidad, la priorización de la comunidad y la disponibilidad de recursos, el proyecto podrá extenderse a algunos de los siguientes países: naciones del Caribe, Belice, México, Bolivia, Paraguay y Uruguay.

⁸ <https://www.redclara.net/index.php/es/proyectos/en-ejecucion/bella-ii>

Con la implementación de **BELLA II** y el cumplimiento de sus objetivos, se espera obtener tres resultados principales que están interrelacionados e integrados: (1) una red troncal segura y resiliente, sobre la cual soportar (2) un servicio de articulación entre organizaciones académicas de investigación europeas, latinoamericanas y empresas en ambos lados del atlántico, y (3) un servicio de banco de pruebas, que permita sacar provecho de la infraestructura disponible para conceptualizar y pilotar productos y servicios en las etapas tempranas de desarrollo.

Figura 5. Resultados esperados del proyecto BELLA II



Fuente: Adaptado de los documentos de formulación de BELLA II aportados por RedCLARA.

BELLA II se entiende como un proyecto de desarrollo o promoción para el despliegue de una infraestructura específica y, adicionalmente, como una iniciativa que facilitará el cierre de la brecha digital en los países a los que pretende llegar. Este enfoque social, es el pilar fundamental para la estrategia de inversión durante la implementación del proyecto.

II. A. Red Troncal

La infraestructura que ha desarrollado RedCLARA durante los últimos veinte años ampliará su alcance y capacidad a la mayor cantidad posible de países de la región, ofreciendo conectividad de alta capacidad, como mínimo, a Perú, Costa Rica, Guatemala, El Salvador y Honduras. Se trata de una solución de bajo costo para promover el crecimiento económico, mejores servicios y un mayor compromiso con el sector privado, mientras se fomenta el fortalecimiento de la innovación, la educación y la investigación. Este alcance se podrá ampliar, de acuerdo con la disponibilidad de recursos económicos, para conectar a República Dominicana, Jamaica, Cuba, Trinidad y Tobago, Belice, México, Bolivia, Paraguay y Uruguay.

La necesidad de infraestructura de conectividad en algunos de los países objetivo es uno de los retos más importantes para la implementación del proyecto. Este fenómeno es especialmente relevante

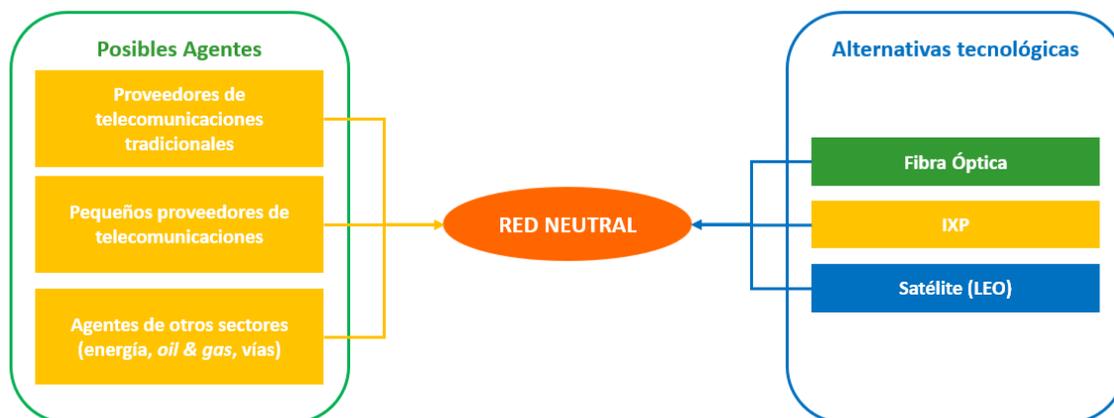
en los países de América Central y el Caribe, donde no se cuenta con suficiente infraestructura digital para apoyar el desarrollo social y económico. En particular, la infraestructura de fibra óptica es limitada y altamente concentrada, reflejándose en precios elevados y mercados controlados por apenas un puñado de proveedores de servicios de telecomunicaciones. Éstos poseen pocos incentivos para cooperar con empresas más pequeñas en el incremento de la cobertura y capilaridad de la red.

BELLA II propone generar incentivos que contribuyan a transformar el *status quo* en el que las asimetrías de poder en el mercado tienen como efecto final la falta de despliegue de la infraestructura requerida, ya sea para el propósito específico de la academia y la investigación o para el cumplimiento de metas sociales. En este sentido, BELLA II plantea el desarrollo de escenarios más cooperativos; generar un espacio neutral en el que todos los actores puedan maximizar sus beneficios mientras se disminuye el riesgo del abuso al presentarse una parte con posición de mayor poder y, a la vez, facilitar el desarrollo de infraestructuras que coadyuven en el cierre de la brecha digital en América Latina y el Caribe.

Como primera alternativa se plantea el desarrollo de infraestructuras compartidas en las que participen múltiples partes interesadas (grandes proveedores de servicios de telecomunicaciones o pequeñas compañías que proveen servicios en el ámbito local). Para ello, se exploran opciones como el uso de infraestructuras existentes en poder de agentes tradicionales, el uso de infraestructuras desplegadas por agentes distintos al ámbito de las telecomunicaciones (ej.: fibra óptica desplegada por otros servicios públicos como redes eléctricas, *oil & gas* o viales), el acceso a puntos de intercambio de tráfico (IXP) o el uso de tecnologías complementarias como WiFi 6, telecomunicaciones móviles de quinta generación (5G) o alternativas como satélites; de forma que se expanda la cobertura y capilaridad de la red y se extiendan los beneficios del proyecto a una población mayor.

BELLA II incorpora una nueva dimensión a su desarrollo. El proyecto privilegiará las soluciones que incorporen un impacto social, de forma tal que la red no sólo se limite al entorno investigativo, sino que también se convierta en facilitador para el cumplimiento de objetivos sociales en zonas donde se requieren.

Figura 6. Red Neutral, Alternativas tecnológicas



Fuente: Elaboración propia.

De forma preliminar, la alternativa técnica preferida es fibra óptica, sin embargo, considerando las limitaciones en términos de infraestructura existentes en los países objetivos, se podrán evaluar otras opciones que puedan solventar los requerimientos técnicos de la red y que ofrezcan alternativas de despliegue convenientes o razonables. Por ejemplo, redes terrestres fijas o móviles de quinta generación (5G) o constelaciones satelitales de órbita baja (LEO) que puedan ofrecer velocidades y latencias competitivas de acuerdo con las distancias que se pretenda recorrer. Dado el interés en fomentar proyectos que contribuyan al cierre de la brecha digital en los países a los que se pretende llegar, BELLA II también tendrá en consideración proyectos con tecnologías para red de acceso como 5G o WiFi6 y que tengan un claro impacto social en su implementación al incrementar la penetración del servicio de Internet.

La red troncal deberá conectar como mínimo Lima (Perú), Ciudad de Guatemala (Guatemala), Tegucigalpa (Honduras), San Salvador (El Salvador), San José (Costa Rica) y Ciudad de Panamá (Panamá), esta última como punto de interconexión con la red actual de RedCLARA, desplegada por BELLA. En función de la factibilidad y disponibilidad de recursos, el despliegue se extenderá a países del Caribe y a otros continentales. En principio, se espera que la solución corresponda a la implementación de soluciones en fibra óptica para la operación de BELLA II, por ejemplo, mediante el desarrollo de proyectos cofinanciados que permitan el despliegue o la ampliación de estas infraestructuras. Los trazados de BELLA II se han agrupado para indicar la priorización preliminar para la ejecución del proyecto.

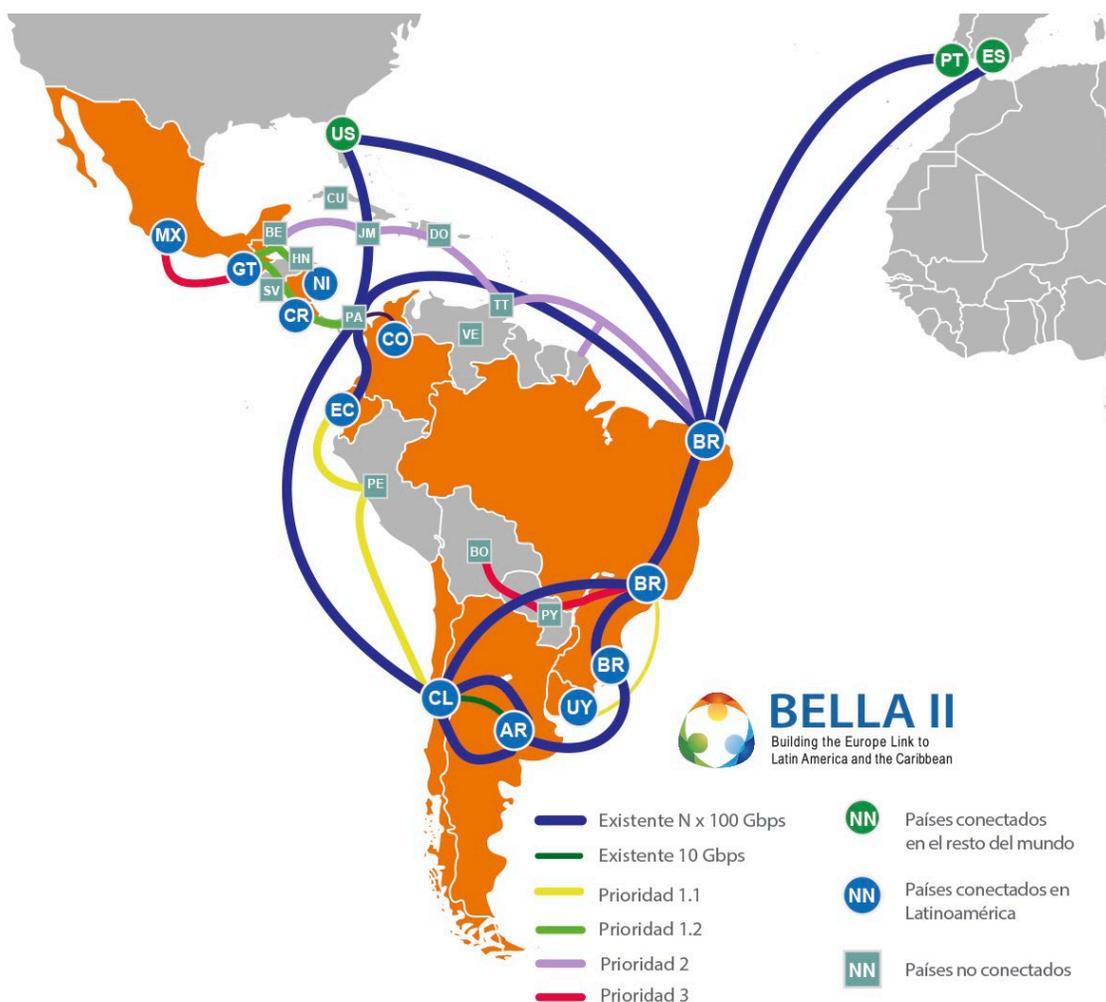
Figura 7. Priorización geográfica de BELLA II

Prioridad		Países	Observaciones
1	1.1	Perú	Constituye la primera necesidad. Conectar la República del Perú y su RNIE, la Red Nacional del Estado (REDNACE), así como cerrar el anillo de RedCLARA en Sudamérica.
	1.2	Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Belice*	También en el primer grupo de priorización, busca incorporar de manera efectiva las naciones de Centroamérica que no se encuentran conectadas a RedCLARA y ampliar las capacidades de aquellas que ya cuentan con un enlace.
2		Caribe (Jamaica, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Antillas Menores, Guyanas)	En segundo orden de prioridad se busca desarrollar la infraestructura requerida para conectar las naciones del Caribe a RedCLARA, y a través de esta al resto de redes avanzadas del mundo.
3		Bolivia, México, Paraguay, Uruguay	Ampliar las conexiones con México y Uruguay, así como incorporar a Bolivia y Paraguay que componen el tercer grupo.

Fuente: Elaboración propia.

Los grupos de priorización y la topología de red se presentan gráficamente en la Figura 8, donde se exponen los puntos deseados de interconexión; aunque la topología definitiva responderá a la viabilidad técnica y financiera, detallada previo a la implementación. La evaluación incluirá la posibilidad de optar por soluciones alternativas en tecnología, modelos de operación y términos contractuales. La solución siempre buscará las características de servicio que se obtienen con fibra óptica o superiores y el mayor impacto social posible.

Figura 8. Trazado de la red troncal objetivo, BELLA II



Fuente: Adaptado de los documentos de formulación de BELLA II aportados por RedCLARA.

Indistintamente de la topología de red, su alternativa técnica o sus figuras contractuales, RedCLARA reservará una porción de la infraestructura para el uso exclusivo de las RNIE y sus miembros. El consorcio garantizará la operación y mantenimiento de la red, bajo los niveles de servicio acordados, y proveerá a RedCLARA y las RNIE de esos servicios, sin costo durante la vida útil de la infraestructura, como contraprestación al financiamiento que se provea a través del proyecto BELLA II.

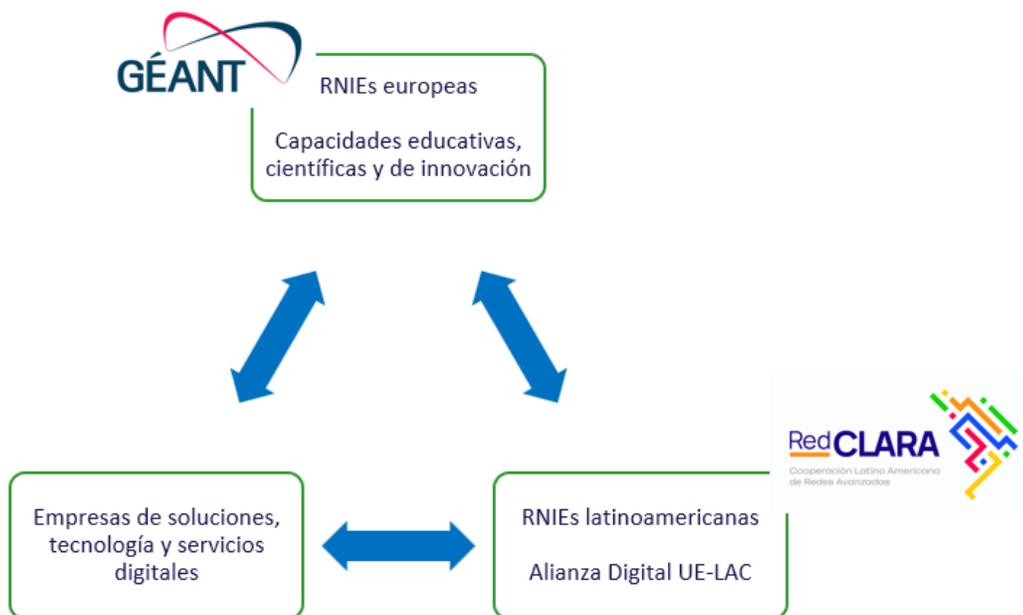
En el Capítulo III se desarrolla con más detalle esta priorización, los puntos de interconexión, los servicios prestados con el soporte de la infraestructura de RedCLARA y con el uso de la infraestructura que desarrolle BELLA II, así como las características técnicas de la red reservada para el uso de RedCLARA y de las RNIE.

II. B. Servicio de Articulación y Networking

A lo largo del tiempo, se ha consolidado una tradición de cooperación educativa, científica y tecnológica entre las naciones latinoamericanas y europeas, especialmente mediante la ejecución de proyectos, financiados por la CE y sus contrapartes latinoamericanas, y que, en gran medida, se han traducido en el desarrollo de las RNIE y la infraestructura de RedCLARA. El segundo resultado esperado de la implementación de BELLA II es la extensión de esta cooperación, generando beneficios para ambos continentes y sacando provecho del enlace submarino desplegado por el Programa BELLA y su proyecto BELLA-S.

BELLA II prevé el diseño e implementación de un servicio de intermediación para vincular a investigadores, educadores, centros de investigación e instituciones de ambos lados del Atlántico, sacando provecho de la infraestructura de BELLA.

Figura 9. Esquema del servicio de articulación



Fuente: Adaptado de los documentos de formulación de BELLA II aportados por RedCLARA.

Este servicio le permitirá a cualquier investigador, educador, grupo de investigación, institución, gobierno o empresa solicitar a cualquiera de las RNIE miembro de RedCLARA o GÉANT, la identificación de socios potenciales en Europa o América Latina.

Un ejemplo de articulación es la posibilidad que tienen investigadores en neurociencias en América Latina para acceder a los servicios y recursos de EBRAINS (datos y conocimientos, atlas, simulaciones, tecnologías inspiradas en el cerebro, análisis de datos médicos y comunidades), a

través de RedCLARA y la infraestructura BELLA. Igualmente, RedCLARA comenzó a promover grupos de trabajo latinoamericanos sobre cambio climático para amplificar el interés y el uso de los datos producidos a través del programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea, Copernicus.

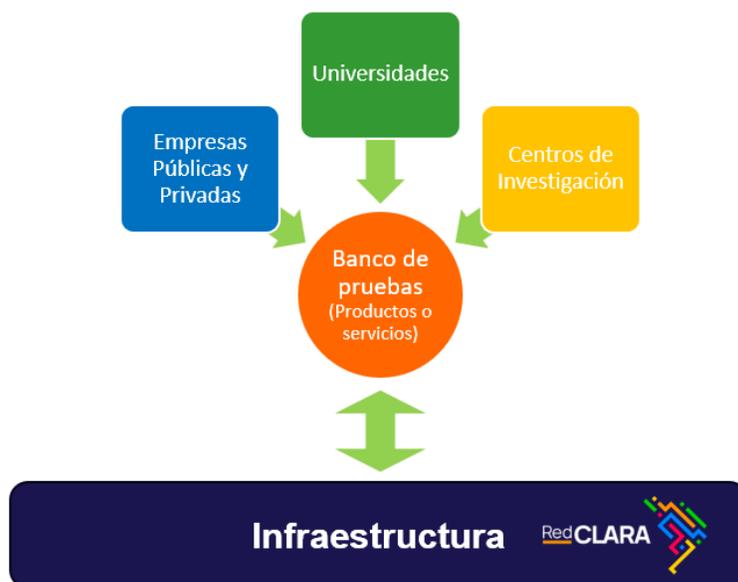
II. C. Servicio de Banco de Pruebas y Soporte a la Innovación

BELLA II plantea desarrollar y coordinar un servicio de banco de pruebas para empresas públicas y privadas, universidades y centros de investigación, soportado en la infraestructura de RedCLARA y sus miembros. Esta infraestructura cuenta con variedad de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), incluyendo tecnologías de transformación digital como una red óptica de alta capacidad, centros de cómputo de alto rendimiento, nubes privadas, una red *blockchain*, dispositivos IoT, WiFi 6 e implementaciones 5G, entre otros.

El proyecto BELLA II ofrecerá una poderosa plataforma de prueba para pilotar y conceptualizar productos y servicios en su etapa inicial de desarrollo. Este servicio incluirá una incubadora digital para que las empresas desarrollen pruebas de concepto y ensayar ideas a bajo costo, con alta disponibilidad y capacidad.

Asimismo, promoverá el compromiso temprano en alianzas para la co-creación y el co-diseño de nuevas soluciones comerciales, basadas en las numerosas aplicaciones de las tecnologías de transformación digital.

Figura 10. Estructura del servicio de banco de pruebas



Fuente: Adaptado de los documentos de formulación de BELLA II aportados por RedCLARA.

Como ejemplo del resultado que se producirá, RedCLARA está iniciando un compromiso con el proyecto LAC4 para apoyarlo, complementar sus objetivos y brindarle acceso a su infraestructura digital para desarrollar y probar servicios, albergar y promover la capacitación en habilidades, e identificar complementariedades adicionales en temas relacionados con la ciberseguridad.

RedCLARA también prevé colaborar con el centro de inteligencia artificial apoyado por la UNESCO en Eslovenia, promoviendo la cooperación y aumentando los espacios de prueba en la infraestructura, que deriven en el desarrollo de conocimientos, productos y servicios, utilizando este tipo de tecnologías.

Otras organizaciones han creado servicios de banco de pruebas para promover el desarrollo de nuevas soluciones. El proyecto BELLA II explorará y promoverá acuerdos de cooperación para brindar esta facilidad a los socios latinoamericanos y europeos. Por ejemplo, RedCLARA se comprometió con BID Lab y LACNIC para crear LACNet, una organización que brinda el marco legal y las capacidades operativas para brindar servicios *blockchain* a bajo costo, bajo consumo de energía y con la garantía de neutralidad requerida.

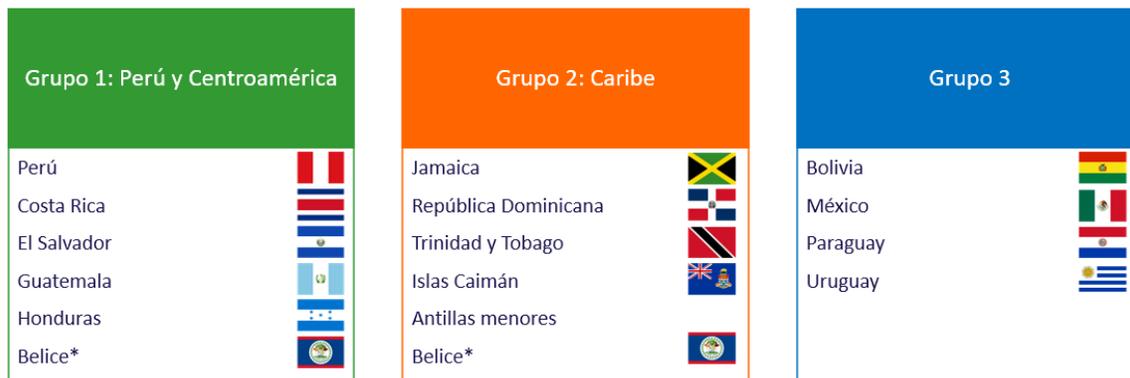
III. Necesidades de Infraestructura de BELLA II

El objetivo de este apartado es presentar las necesidades de infraestructura para implementar BELLA II. En primer lugar, se expone la jerarquización geográfica, identificando los países prioritarios y las rutas potenciales. En segundo término, se describen las características técnicas requeridas.

III. A. Priorización en Términos Geográficos

El proyecto BELLA II planteó una organización geográfica para su despliegue en tres grupos. Un primer grupo, de cinco países que representan el resultado mínimo y la primera necesidad. Posteriormente, de acuerdo con la disponibilidad de recursos y la viabilidad técnica, se buscará desarrollar la infraestructura para interconectar países del Caribe y, finalmente, un tercer grupo de priorización implica conectar o ampliar las capacidades en otros países de América Latina.

Figura 11. Grupos de priorización geográfica



* Belice podría involucrarse en el grupo 1 asociado a los países centroamericanos o en el grupo 2 como cierre estratégico del Caribe.

Fuente: Adaptado de los documentos de formulación de BELLA II aportados por RedCLARA.

Los grupos y el trazado sugerido de la red se desarrollan en más detalle a continuación.

III. A. 1. Grupo 1. Perú, Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Honduras

Los países del primer grupo de priorización, al cierre del año 2022, reunían las características que se comparten en la siguiente figura:

Figura 12. Datos generales y TIC, Grupo 1

País	Población	Cobertura Móvil 2G, 3G y 4G (%población)	Penetración Internet en Hogares	RNIE	Requerimiento BELLA II
Perú	34.049.588	89%	55%	Red Nacional del Estado (REDNACE)	Cierre de anillo en conexión con Chile y Ecuador, con PoP en Lima.
Costa Rica	5.180.829	98%	83%	RedCONARE	Ramal de red para los países centroamericanos con PoP en San José, San Salvador, Ciudad de Guatemala, Tegucigalpa y Belmopán o Ciudad de Belice.
El Salvador	6.336.392	98%	28%		
Guatemala	17.357.886	100%	30%	RAGIE	
Honduras	10.432.860	89%	NA	RedNESA	
Belice*	405.272	98%	68%		

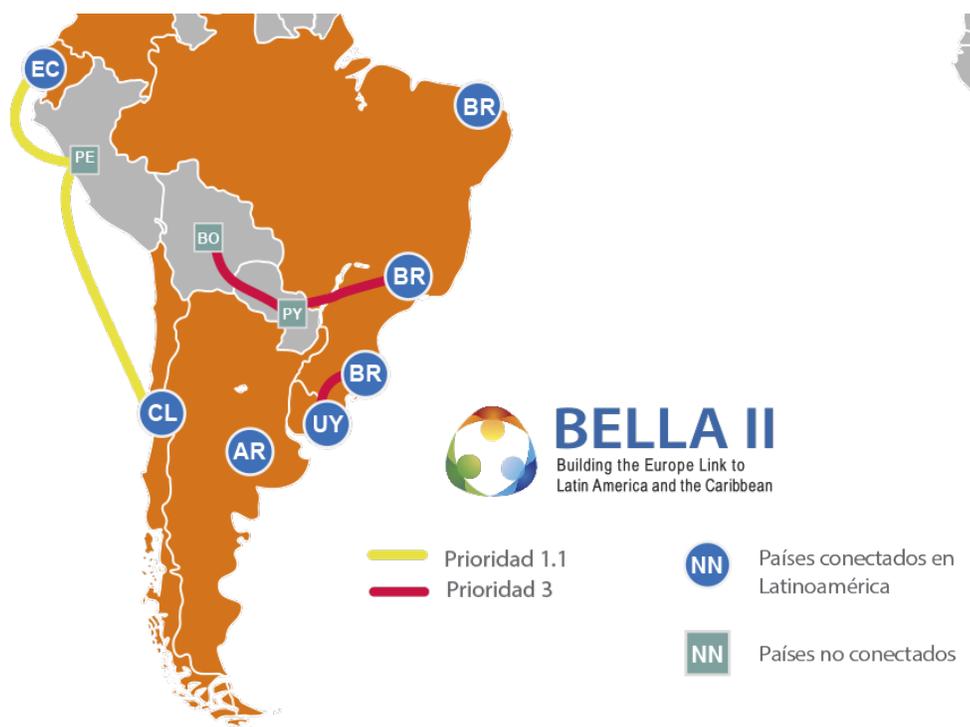
* Belice: Datos a 2021. El PoP podría ubicarse en Belmopán como capital si la red es terrestre o en Ciudad de Belice si la solución es submarina.

Fuente: Elaboración propia con base en World Bank e ITU.

Estos países presentan unos buenos niveles de cobertura en términos móviles, sin embargo, salvo el caso costarricense, los niveles de acceso a Internet fijo son bastante bajos. En ese escenario, BELLA II, si bien tiene un claro enfoque académico y de investigación, también prevé convertirse en un facilitador para el logro de metas sociales, particularmente relacionadas con la ampliación de la cobertura de servicios de acceso a Internet y con la adopción de TIC.

La conexión que tiene la máxima prioridad es Perú; es estratégico para el desarrollo de la red, al permitir cerrar el anillo de la infraestructura generada por el proyecto BELLA en Suramérica y retomar la conexión de un país de la relevancia propia del Perú.

Figura 13. Conexión proforma a Perú y cierre de anillo



Fuente: Adaptado de RedCLARA - www.redclara.net.

El cierre del anillo propuesto permitiría completar el trazado que va entre Ciudad de Panamá, Fortaleza, Sao Paulo, Porto Alegre, Buenos Aires, Santiago, Lima y Manta, incrementando la resiliencia y redundancia de la red. La topología final dependerá de los análisis de factibilidad.

Dentro de este grupo se encuentran países de Centroamérica: Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Honduras y Belice. La propuesta inicial consiste en establecer un ramal que se origine en Panamá, con puntos de presencia (PoP) en San José, San Salvador, Guatemala, Tegucigalpa y Belmopán o Ciudad de Belice, según resulte técnica y financieramente viable.

Este trazado permitiría, en primera instancia, completar la conexión de estas naciones centroamericanas, seguramente mediante la combinación de una solución submarina y una porción terrestre. En segunda instancia, facilitaría la posibilidad de un nuevo cierre de anillo con la red que se prevé para el Caribe, proporcionando mayor fiabilidad y redundancia.

Figura 14. Conexión proforma a Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Honduras, Belice y el Caribe



Fuente: Adaptado de los documentos de formulación de BELLA II aportados por RedCLARA.

A la fecha, RedCLARA cuenta con enlaces entre Panamá y Guatemala, con capacidad de 2Gbps, y entre Panamá y San José, con capacidad de 5 Gbps. El objetivo inicial es desarrollar infraestructura que permita incrementar la capacidad para estos países y agregar a El Salvador y Honduras, y finalmente, ampliar la alternativa a Belice. Nótese como esta alternativa facilitaría un cierre en anillo con la porción caribeña de la red.

III. A. 2. Grupo 2. Caribe

El grupo de naciones del Caribe se compone inicialmente de Jamaica, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Islas Caimán, un grupo numeroso de las Antillas Menores como Granada, Barbados, Santa Lucía, Dominica, Montserrat, Islas Vírgenes Británicas, y una potencial conexión con la Guyana Francesa. Los indicadores más recientes son:

Figura 15. Datos generales y TIC – Grupo 2

País	Población	Cobertura Móvil 2G, 3G y 4G (%población)	Penetración Internet en Hogares	RNIE	Requerimiento BELLA II
Jamaica	2.827.377	100%	75%	La RNIE caribeña dejó de existir.	<p>Plantea una conexión que parta en Centroamérica (Belice, Guatemala, Península de Yucatán o Panamá) y conecte en su trazado a Islas Caimán, Jamaica, República Dominicana, Islas Vírgenes Británicas, Montserrat, Dominica, Santa Lucía, Barbados, Granada y Trinidad y Tobago.</p> <p>Desde allí, la conexión directa a Fortaleza, donde empalmaría con el enlace directo entre Latinoamérica y Europa.</p> <p>En el último tramo, un ramal que conecte la Guyana Francesa.</p>
República Dominicana	11.228.821	100%	46%		
Trinidad y Tobago	1.531.044	100%	81%		
Islas Caimán	68.706	NA	NA		
Granada	125.438	98%	NA		
Barbados	281.635	100%	56%		
Santa Lucía	179.857	100%	37%		
Dominica	72.737	100%	NA		
Montserrat	NA	NA	NA		
Islas Vírgenes Británicas	31.305	NA	NA		
Guyana Francesa	NA	NA	NA		

Fuente: Elaboración propia con base en World Bank e ITU.

El trazado preliminar, con origen en Centroamérica (Belice, Guatemala, Península de Yucatán o Panamá) y PoP en Islas Caimán, Jamaica, República Dominicana, Islas Vírgenes Británicas, Montserrat, Dominica, Santa Lucía, Barbados, Granada, Trinidad y Tobago, Guyana Francesa y

Fortaleza, cuenta con múltiples virtudes para su desarrollo (ver Figura 14). Esto facilitaría una conexión directa al cable que une la región con Europa, otorgaría la posibilidad de adelantar otro cierre de anillo con Centroamérica y permitiría generar una conexión de alta calidad para las naciones de las Antillas Menores y Mayores, fortaleciendo el ecosistema digital en la región y contribuyendo al cierre de la brecha digital en estas naciones.

III. A. 3. Grupo 3. Bolivia, Paraguay, Uruguay, México

El último grupo prioritario se compone de Bolivia, México, Paraguay y Uruguay. En el caso de Bolivia y Paraguay, representaría la integración inicial de estos países a RedCLARA. México y Uruguay ya cuentan con enlace, pero de capacidades menores en comparación con el resto de la red, por lo que su ampliación contribuiría al logro de unas condiciones más homogéneas. Estos países presentan los siguientes indicadores.

Figura 16. Datos generales y TIC – Grupo 3

País	Población	Cobertura Móvil 2G, 3G y 4G (%población)	Penetración Internet en Hogares	RNIE	Requerimiento BELLA II
Bolivia	12.224.110	100%	57%		Ramal de interconexión desde Sao Paulo y Porto Alegre hacia las ciudades capitales de estos países.
México	127.504.125	96%	66%	CUDI	
Paraguay	6.780.744	100%	50%		
Uruguay	3.422.794	95%	91%	RAU	

Fuente: Elaboración propia con base en World Bank e ITU.

Las conexiones en Suramérica inicialmente serían terrestres y se plantean como un ramal desde el PoP ubicado en Sao Paulo, con dirección Asunción y La Paz, al noroccidente y desde Porto Alegre con dirección Montevideo, al suroccidente. Para el caso de México, se plantea una conexión con Centroamérica que podría implementarse con Guatemala o directamente al nodo de Ciudad de Panamá. Ver Figura 14.

Figura 17. Conexión proforma Bolivia, Paraguay y Uruguay



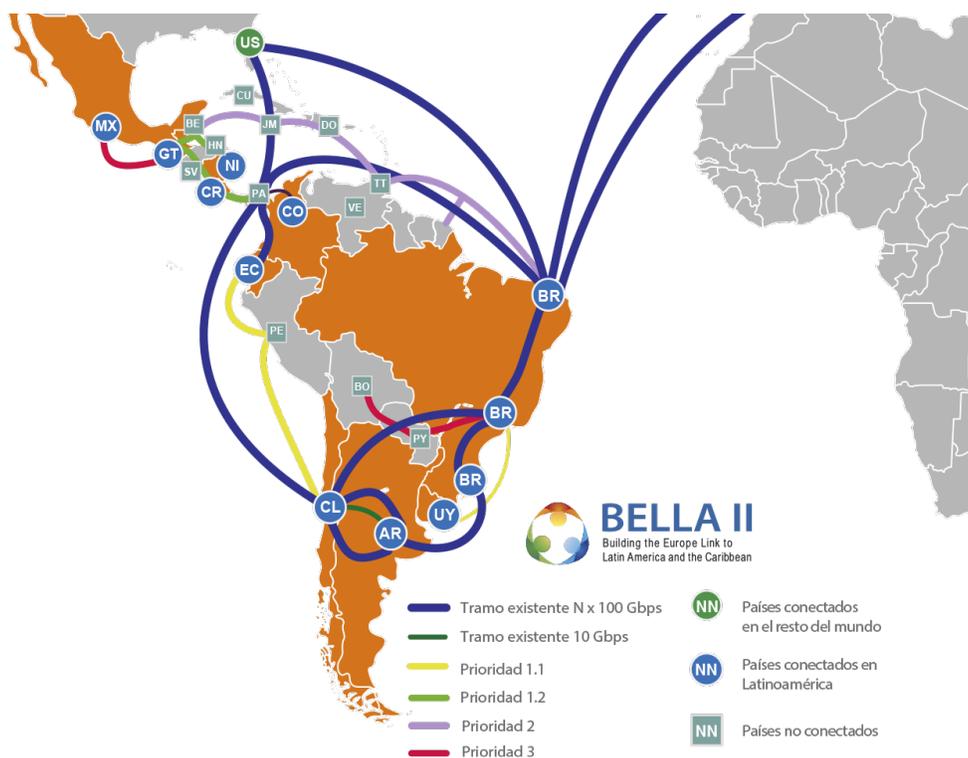
Fuente: Adaptado de los documentos de formulación de BELLA II aportados por RedCLARA.

III. A. 4. La Red Esperada de BELLA II

El proyecto BELLA II permitirá cerrar el anillo de la red sudamericana, proporcionándole robustez y redundancia a la red existente. En segundo lugar, permitirá completar prioritariamente la conexión de las naciones centroamericanas e incorporar a las naciones del Caribe, dándole a RedCLARA el alcance completo deseado y, finalmente, permitirá incorporar a la red a otras naciones que se encuentran desconectadas. El proyecto no tiene un alcance cerrado en términos geográficos por lo que, idealmente, podría llegar a completar la conexión de todos los países de la región.

A continuación, se presenta el mapa proforma de la red BELLA II, una vez se completen todos los despliegues esperados.

Figura 18. Potencial resultado de la ejecución de BELLA II



Fuente: Adaptado de los documentos de formulación de BELLA II aportados por RedCLARA.

Al completar las conexiones en los países de la región, BELLA II aportará no sólo al desarrollo de las RNIE y a la promoción de la investigación y colaboración entre América Latina, el Caribe y Europa, sino también al logro de objetivos sociales como el cierre de la brecha digital, en especial en aquellas naciones en las que se requiere la promoción de escenarios más colaborativos para el desarrollo de infraestructura.

III. B. Características Técnicas

El proyecto BELLA II pondrá en operación la red troncal presentada anteriormente. Esta infraestructura requiere determinadas características técnicas para los servicios que RedCLARA y las RNIE afiliadas le proveen a sus miembros: conexión de alta velocidad (mínimo 100 Gbps), alta disponibilidad, latencia adecuada para servicios en tiempo real y separada del tráfico público de Internet.

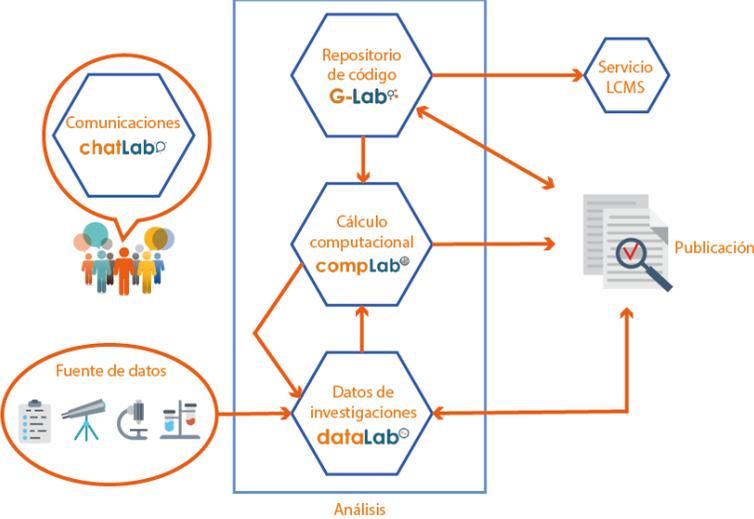
Esta sección describe, inicialmente, los servicios y aplicaciones que se prestan soportados en esta red y algunos referentes internacionales, para concluir sobre los atributos técnicos y los objetivos de nivel de servicio de la red.

Las redes de investigación y educación, como RedCLARA, facilitan la colaboración entre científicos, investigadores, académicos, profesores y estudiantes, al proveerles su red y el acceso a otras redes

de la misma naturaleza, para que compartan información y herramientas, superando las barreras de distancia y promoviendo la colaboración en tiempo real, cuando se requiere. Estas redes han construido un espacio reservado única y exclusivamente para las comunidades de educación e investigación, que opera de forma paralela a la Internet pública (abierta), lo que les permite ofrecer unos indicadores de desempeño superiores, derivados de su exclusividad. RedCLARA ofrece múltiples servicios, algunos de los más destacados son:

Figura 19. Servicios RedCLARA

Tipo de Servicio	Nombre	Descripción
Education Roaming	eduroam	Es un servicio originado en Europa, que consiste en brindarle la posibilidad a los miembros de las comunidades académicas asociadas de tener conectividad en el espacio físico de cualquier otra de las instituciones participantes. RedCLARA facilita la posibilidad de participar de este servicio a las RNIE asociadas y éstas, a su vez, a sus miembros. En concreto, cualquier estudiante, profesor, investigador o trabajador de una institución asociada que se encuentre de visita en cualquier otra de las instituciones vinculadas podrá acceder al servicio de conectividad, a través de WiFi, simplemente haciendo uso del servicio de autenticación que le provee eduroam.
Federación de Identidad para redes de Educación Latinoamericanas	FIEL	Otorga a los usuarios de las organizaciones afiliadas la posibilidad de acceder a los servicios digitales de otras organizaciones, como bibliotecas, repositorios digitales o salas de videoconferencias, haciendo uso de su cuenta institucional única. Este servicio tiene un alcance global, mediante eduGAIN (provisto por GÉANT), que se constituye en una <i>interfederación</i> , pues vincula múltiples federaciones regionales y permite aumentar la cantidad de servicios a los que se puede acceder con el uso de las credenciales únicas del usuario.
Sistema de Gestión de Aprendizaje	CEDIA-LMS	Es un Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés) que ofrece un sistema de enseñanza a distancia con múltiples funcionalidades como el establecimiento de cursos y sus programas, recordatorios, matrículas, compartición de archivos, video clases, aplicaciones de interacción, evaluación y pruebas y certificación.
Plataforma de gestión de proyectos	MILAB	Es una plataforma que le permite a grupos de investigación realizar una adecuada gestión de datos, códigos de investigación y comunicaciones de su grupo, facilitando el trabajo colaborativo y asegurando la preservación, disponibilidad y confidencialidad de su información.

		 <p>Fuente: https://www.redclara.net/index.php/es/servicios-rc/milab</p> <ul style="list-style-type: none"> • chatLab: entorno especializado de comunicación instantánea; permite mantener, centralizar y preservar las comunicaciones del grupo de manera ordenada mediante el uso de canales temáticos. • G-Lab: repositorio especializado en la gestión colaborativa del código informático; permite garantizar su preservación y trazabilidad. • compLab: proporciona las capacidades de cálculo computacional necesarias para ejecutar el análisis de cada proyecto de investigación. • dataLab: repositorio que permite catalogar y conservar los datos en un lugar seguro y de fácil acceso; dataLab facilita la colaboración permitiendo la difusión de datos -a discreción del grupo- y la garantía de autoría.⁹
Videoconferencia de escritorio	VC Espresso	Este servicio permite a los usuarios de la RedCLARA establecer videoconferencias y servicios adjuntos de toma de notas, compartición de archivos y grabación de las reuniones. Este servicio permite su utilización tanto por parte de personas miembros de instituciones afiliadas a la red, así como por terceros externos.
Transferencia de grandes archivos	eNVIO	Permite cargar documentos, imágenes, presentaciones, videos, entre otros tipos de archivos en la nube académica y, desde ahí, compartirlos de forma segura con sus pares en las instituciones miembros de las RNIE afiliadas a RedCLARA y de sus pares europeos.
Conexión a redes comerciales y VLAN		Saca provecho de la infraestructura de RedCLARA y de las RNIE asociadas para prestar el servicio de Internet comercial con costos

⁹ <https://www.redclara.net/index.php/es/servicios-rc/milab>

	<p>menores y con calidad superior, gracias a las características de seguridad y redundancia de la red.</p> <p>Por su parte, la red permite la implementación de redes VLAN (Virtual Local Area Network), lo que facilita que dos organizaciones geográficamente separadas conecten sus redes como si estuviesen ubicadas en el mismo sitio, compartan configuración y obtengan mayor desempeño y velocidades de transmisión entre ellas.</p>
--	--

Fuente: Adaptado de RedCLARA – www.redclara.net.

Utilizando los servicios descritos, la red facilita la interacción entre investigadores, estudiantes, organizaciones y profesores para aprovechar su oferta académica, los resultados intermedios o definitivos de las investigaciones, adelantar avances conjuntos y distribuidos, y potenciar los recursos disponibles en distintos lugares del mundo.

Por ejemplo, RedCLARA ha establecido una colaboración con el Grupo de Observación de la Tierra, GEO, que se concreta específicamente en el uso de la información del Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea, Copernicus. Los datos de vigilancia atmosférica, marina, terrestre, cambio climático, seguridad y emergencias originados por Copernicus, usando el sistema de satélites Sentinel y sistemas de medición terrestre, se ponen a disposición de forma gratuita y abierta para los usuarios. Las descargas de los datos originados por Sentinel para el año 2019, se encontraban en el orden de los 60 PB¹⁰ al año (Vega, 2023).

Otros ejemplos destacables son el Sistema de Cómputo Avanzado para América Latina y el Caribe (SCALAC), que potencia el acceso de recursos de computación de alto rendimiento para las comunidades de investigación; las conexiones virtualizadas con el *Large Hadron Collider* (LHCONE) del Consejo Europeo para la Investigación Nuclear (CERN); el proyecto *Future Internet Brazilian Environment for Experimentation*, las actividades del Grupo de Ciberseguridad de RNIE de Latinoamérica y aplicaciones en Telepresencia y Telemedicina.

La multiplicidad de aplicaciones y servicios soportados por las redes avanzadas como RedCLARA, demandan unas características técnicas robustas, de alta disponibilidad, alta capacidad de tráfico y resiliencia. A modo de ejemplo, se estima que RedCLARA cursa rutinariamente unos 20 Gbps, con picos que pueden superar los 100 Gbps. A continuación, se presenta una caracterización cualitativa de los servicios.

¹⁰ PB (Petabyte). A modo de referencia 1 PB equivale a 10¹⁵ byte o 10⁶ GB (Gigabyte).

Figura 20. Caracterización cualitativa de los servicios.

Servicio	Disponibilidad	Velocidad	Retraso	Observaciones
eduroam	Alta	Baja	Diferido	Debe estar disponible en todo momento. La autenticación se puede hacer desde cualquier lugar del mundo, cualquier día y hora. El proceso puede tomar unos segundos sin perjuicio para el usuario.
FIEL	Alta	Baja	Diferido	Son condiciones similares a las de eduroam.
CEDIA – LMS	Alta	Media/Alta	Diferido Tiempo Real	Los contenidos académicos demandan mayores anchos de banda. También ocurre que algunas aplicaciones pueden ejecutarse en diferido, mientras que otras como video clases requieren servicios en tiempo real.
MiLAB	Alta	Media/Alta	Diferido Tiempo Real	Requiere obtención remota de datos, procesamiento computacional y, dependiendo de la aplicación específica, ejecución en tiempo real.
VC Espresso	Media/Alta	Media/Alta	Tiempo Real	Dada la naturaleza de la videoconferencia, su mayor requerimiento está en el tiempo real, para no dañar la experiencia de la comunicación.
eNVIO	Alta	Muy Alta	Diferido	Este servicio es el más exigente en términos de ancho de banda, Para que los usuarios cuenten con la información de forma completa, segura y oportuna.
Internet Comercial	Alta	Alta	Diferido Tiempo Real	
VLAN y Peering	Alta	Muy alta	Diferido Tiempo Real	Son las exigencias más altas, para lograr el desempeño deseado al implementar este tipo de técnicas de interconexión.

Fuente: Elaboración propia.

De la Figura 20 se concluye que la característica con mayor exigencia es la disponibilidad, pues prácticamente todas las aplicaciones requieren una disponibilidad “alta”, seguida de las características asociadas a evitar el retraso en la transmisión de la información y a la velocidad, respectivamente.

III. B. 1. Características Técnicas de la Red

Con base en las características de los servicios que presta RedCLARA, a continuación, se presentan las características técnicas principales que deberá soportar la infraestructura que despliegue o ponga a disposición con la ejecución de BELLA II.

Disponibilidad

La disponibilidad de una red es un concepto directamente asociado con su fiabilidad, es decir, con la probabilidad de que funcione bajo las condiciones esperadas en un periodo definido. De este modo, la disponibilidad es una característica que refleja la calidad operativa de la red.

La sección anterior describió los servicios que se soportan en la red actual de RedCLARA y que se extenderán a las porciones de red que se desplieguen con la ejecución de BELLA II. Estos servicios requieren elevadísimos estándares de calidad y son utilizados por cientos de miles de personas asociadas a las instituciones conectadas con RedCLARA en Latinoamérica y por los usuarios de sus pares alrededor del mundo; por ende, la disponibilidad es un parámetro clave para su operación.

La **disponibilidad** es la medida que determina el tiempo durante el cual la red está disponible y operativa de forma ininterrumpida. En contraposición, se tiene el **tiempo de caída del sistema** que se refiere al periodo de tiempo durante el cual la red no está disponible o fuera de servicio, bien sea de forma planificada (mantenimiento) o no (fallos).

En telecomunicaciones, la disponibilidad suele medirse asociada a los “nueves”, como se muestra a continuación:

Figura 21. Metas comunes de disponibilidad

Disponibilidad (%)	Tiempo de caída (HH:MM:SS)		
	Día	Mes	Año
99%	00:14:23	07:18:17	87:39:29
99.9%	00:01:26	00:43:49	08:45:56
99.99%	00:00:08	00:04:22	00:52:35
99.999%	00:00:00.4	00:00:26	00:05:15

Fuente: Adaptado de Moya Catena, 2008.

Tomando en consideración estas aplicaciones que soporta RedCLARA, la red que se despliegue a través del proyecto BELLA II debe tener alta disponibilidad, en concordancia con los tiempos efectivos de uso por parte de las instituciones académicas y de investigación. Esto equivale a una red confiable y de características verificadas. En términos de los “nueves” presentados en la Figura 21, esto se refiere a “dos nueves”, **99%** de disponibilidad.

Retraso

La segunda característica relevante frente al desempeño de la red es el retraso. En telecomunicaciones, existen varios conceptos que reflejan ciertas medidas del retraso, como latencia, retraso de transferencia de paquetes IP (IPTD, por su sigla en inglés) o tiempo de ida y vuelta (RTT, su sigla en inglés). Se usarán los últimos dos como referencia para definir la característica esperada de la red a desplegar, de acuerdo con la *Recomendación ITU-T Y.1541 Quality of service and network performance*.

La recomendación Y.1541 establece cinco clases de calidad de servicio, involucrando otros parámetros asociados a la pérdida de paquetes; sin embargo, los topes para estas variables son homogéneos en todas las clases de calidad de servicio definidas, por lo que no requieren de un desarrollo más detallado. La recomendación también presenta ejemplos de uso de las clases de calidad de acuerdo con los servicios a implementar, que pueden compararse con los servicios que provee RedCLARA y que se prestarán sobre la red que despliegue BELLA II.

Figura 22. Aplicaciones y Calidad de Servicio

Clase QoS	IPTD (IP packet Transfer Delay)	IPDV (IP packet Delay Variation)	Aplicación	Aplicación RedCLARA
0	100 ms	50 ms	Aplicaciones en tiempo real, de alta interacción y sensibles a la variación del retardo. VoIP (<i>Voice over IP</i> - Voz sobre IP) VTC (<i>Video Teleconference</i>).	VC Espresso, VLAN y Peering.
1	400 ms	50 ms	Aplicaciones en tiempo real, de alta interacción y sensibles a la variación del retardo. VoIP (<i>Voice over IP</i> - Voz sobre IP) VTC (<i>Video Teleconference</i>).	CEDIA - LMS
2	100 ms		Datos de transacción, interacción alta (señalización).	MiLAB
3	400 ms		Datos de transacción, interacción.	eduroam, FIEL
4	1 s		Solo pérdidas bajas (transacciones cortas, datos masivos, transmisión de video).	eNVIO
5	No definido	No definido	Aplicaciones tradicionales de redes IP predeterminadas.	Internet Comercial, VLAN y Peering

Fuente: Elaboración propia y adaptado de ITU - International Telecommunication Union, 2011.

El parámetro IPTD se relaciona con el parámetro RTT de la siguiente manera:

$$IPTD = \frac{RTT}{2}$$
$$RTT = 2 * IPTD$$

En conclusión, si se toman como referencia las aplicaciones de la Figura 22, la red que desplegará BELLA II requerirá cumplir con los requisitos de los servicios más demandantes, es decir, de aquellos que requieren calidad Clase 0. Por lo tanto, de acuerdo con la *Recomendación ITU-T Y.1541* la red deberá cumplir con un IPTD de máximo 100ms o lo que es equivalente un RTT de 200ms. No obstante, se verá más adelante que el tramo más largo estimado está alrededor de 7.000 km, lo que significaría un **IPTD menor a los 25ms y un RTT menor a 50ms**, por lo que ese será el máximo admitido y, por supuesto, dependerá de la distancia efectiva del enlace que se esté evaluando.

Velocidad

En relación con la velocidad requerida por el proyecto BELLA II se cuenta con dos referencias útiles para su definición. Por una parte, el comportamiento típico de la RedCLARA de acuerdo con los servicios que presta y, por otra, el propio diseño de esta red, derivado de la ejecución del proyecto BELLA.

De acuerdo con la información de la historia reciente, en condiciones rutinarias, la red opera alrededor de 20 Gbps y cuenta con picos de operación que pueden superar los 100 Gbps, por ejemplo, cuando se celebran eventos específicos de proyectos especiales. Dada la naturaleza académica e investigativa de la red y su promesa de servicio de calidad, lo razonable es plantear requerimientos con base en los picos.

Por otra parte, como se puede evidenciar en la Figura 3, la mayoría de las rutas de RedCLARA después de la ejecución del proyecto BELLA operan en una configuración de Nx100 Gbps. En las rutas que conectan dos PoP dentro de América Latina N varía entre 1 y 3, es decir, entre 100 y 300 Gbps, mientras que en la ruta que conecta directamente con Europa, se cuenta con una capacidad expandible hasta 800 Gbps.

Si se plantea que los tramos presentados tienen como objetivo directo el cierre de anillo de la red existente, como es el caso del tramo de interconexión Chile – Perú – Ecuador, o que potencialmente podrían convertirse en anillos nuevos para la red como es el caso de la conexión de las naciones centroamericanas y la alternativa del Caribe, lo coherente, desde el punto de vista del diseño técnico, es contar con capacidades que se ajusten al resto de la red y no constituyan cuellos de botella. Con base en lo descrito, la red requiere una **capacidad mínima de 100 Gbps** e, idealmente, tener la posibilidad de expansión a **300 Gbps** o, lo que es mejor, a **Nx100 Gbps**, sacando provecho del canal óptico como unidad de división de la capacidad en redes de fibra óptica.

Figura 23. Características técnicas BELLA II

Disponibilidad	IPTD / RTT	Velocidad
99%	25 ms / 50 ms (máx. en función de la distancia)	100 Gbps -> 300 Gbps (Nx100 Gbps – canal óptico)

Fuente: Elaboración propia.

Tomando como referencia los parámetros de la Figura 23, se concluye que la tecnología preferida para el despliegue de la red es fibra óptica, no sólo porque puede prestar los servicios en las condiciones definidas, sino también por la practicidad en términos de instalación y operación, considerando las distancias y recorridos.

Figura 24. Distancias aproximadas de los tramos¹¹

Tramo	Distancia aproximada
Chile, Perú, Ecuador	5.000 km
Centroamérica	3.000 km
Caribe	7.000 km
Uruguay, Paraguay, Bolivia	3.000 km
México, Guatemala	2.000 km

Fuente: Elaboración propia.

La aproximación inicial muestra que buena parte de la red deberá implementarse con cables submarinos de fibra óptica y, en tramos continentales, redes terrestres de fibra óptica o la alternativa subfluvial, según la viabilidad técnica. Las distancias, recorridos y características técnicas requeridas para los servicios que se soportan en la red, en la práctica, descartan cualquier otra alternativa en la situación vigente.

Por tanto, la fibra óptica es la alternativa viable para la satisfacción de los objetivos de BELLA II y existe una clara intención de aplicar la máxima escalabilidad posible, en términos de capacidad, para la implementación de la red. Desde el punto de vista práctico, la implementación deberá adelantarse sacando el máximo provecho posible de los recursos en la fibra, es decir, en términos de **canales ópticos**. El canal óptico como unidad mínima para la implementación de BELLA II, le permitirá al proyecto establecer los enlaces con las capacidades mínimas requeridas y asegurar la escalabilidad futura, además de brindarle flexibilidad para sacar provecho del avance tecnológico que se pueda dar en el periodo de vida útil de la infraestructura.

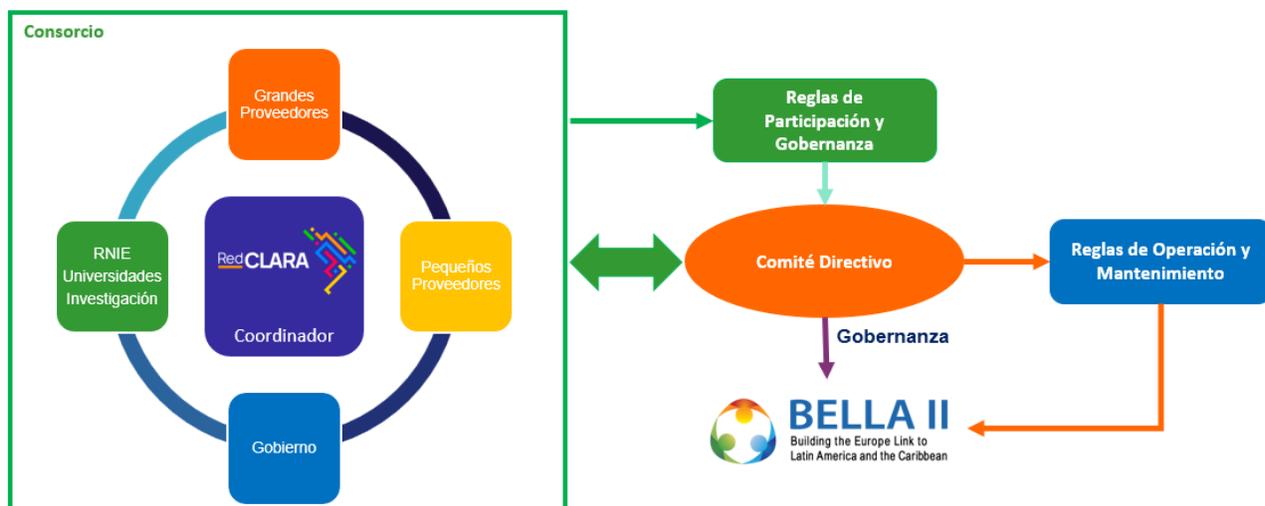
¹¹ Estimaciones en términos de orden de magnitud. Las distancias reales se deben definir conforme a diseño de detalle.

IV. Gobernanza y Mecanismos de Relacionamento para Participar en BELLA II

Este capítulo presenta el esquema general de gobernanza, los mecanismos de cooperación y participación que propone BELLA II y algunas alternativas de participación, como propuesta inicial para el desarrollo de los distintos proyectos que se deriven de la ejecución del proyecto. Es pertinente destacar que los mecanismos acá propuestos están en estudio y siempre condicionados a que su implementación sea compatible con el marco jurídico de todos los agentes involucrados: como las fuentes de financiamiento, los ejecutores y los beneficiarios. Seguidamente, el capítulo resumirá los mecanismos jurídicos previstos inicialmente.

IV. A. Gobernanza del Proyecto BELLA II

Para los dos primeros años de ejecución de BELLA II, se propone la creación de un consorcio con la participación de todas las partes interesadas, bajo la coordinación de RedCLARA, que definirá las reglas de participación y gobernanza. Los consorciados elegirán un comité directivo que ejercerá gobernanza hasta la finalización del proyecto y proporcionará las reglas de operación y mantenimiento de la infraestructura, con posterioridad a su implementación.



El consorcio coordinado por RedCLARA gestionará las estrategias de inversión para la infraestructura de conectividad esperada. Estas podrán derivarse en uno o múltiples proyectos de inversión directamente relacionados con la red o bajo algún tipo de figura de cooperación o intercambio (*swap*), como la que se describe más adelante.

El rol del Comité Directivo, conformado por representantes de los agentes que participan en la ejecución de BELLA II, será orientar el desarrollo de los proyectos y la distribución de recursos, durante los 4 años de implementación y plantear las **Reglas de Operación y Mantenimiento** que regirán durante la vida útil de la infraestructura.

En el cumplimiento de estas funciones, el Comité deberá tomar en consideración que los recursos que se apropien para el proyecto Bella II deberán ejecutarse en el periodo de 4 años, que corresponde a su periodo de implementación, aunque la promesa de servicio y operación deba mantenerse durante la vida útil de la red, es decir, en un horizonte de 15 a 20 años.

Otro elemento que destacar, sobre la gobernanza del proyecto, es su marcada vocación social. Si bien la finalidad primaria de Bella II es el despliegue de una red que complemente la infraestructura actual de RedCLARA, también pretende fomentar e incentivar el cierre de la brecha digital en los países beneficiarios de la iniciativa. Esta vocación social, implica que Bella II privilegiará el desarrollo de proyectos que cuenten con impacto directo en la ampliación de la cobertura de servicios de acceso a Internet o de apropiación de TIC, sobre aquellos que resulten en una relación meramente transaccional de cliente-proveedor.

El impacto social esperado, a partir del desarrollo de la infraestructura, puede reflejarse de múltiples formas. A modo de ejemplo, se listan algunas posibilidades:

1. Incremento en la penetración o calidad de Internet en los países beneficiarios, mediante el despliegue y uso de capacidades adicionales a las requeridas por el proyecto Bella II.
2. Desarrollo de red minorista en comunidades con baja conectividad, o de infraestructuras como CDN o IXP, para mejorar la conectividad en los países beneficiarios.
3. Conectividad a instituciones educativas (escolares o universitarias) o de salud.
4. Programas para la apropiación de TIC por parte de la población en general o específicamente, por parte de la población estudiantil.

En las secciones subsecuentes se describen alternativas para la participación en el proyecto Bella II, en orden de preferencia.

IV. B. Cooperación en Bella II

Esta sección se centrará en las alternativas de cooperación con las que se buscará facilitar la participación de múltiples agentes como operadores grandes y pequeños, gobiernos, RNIE, instituciones educativas, organismos de investigación, fondos de inversión o banca multilateral, así como en algunos esquemas de participación para vincularse a Bella II. Se reitera que las alternativas presentadas son una propuesta sujeta a análisis y que están condicionadas a la factibilidad de su implementación, de acuerdo con las limitaciones de los agentes involucrados o el desarrollo de alternativas más convenientes.

IV. B. 1. Coinversión

Un proyecto en coinversión es aquel en el que se despliega una red nueva o se expande o amplía una ya existente, a través de la sinergia de múltiples agentes, potenciando la disponibilidad de recursos económicos, humanos y *know how*.

La idea principal de esta alternativa es unir esfuerzos con múltiples agentes (por ejemplo, grandes y pequeños operadores, RNIE, organismos de investigación, gobiernos, fondos y banca) para desarrollar una infraestructura con la capacidad suficiente para satisfacer los requerimientos de las

organizaciones consorciadas, bien sea en programas sociales, en la actividad comercial privada, o en relación con las necesidades de BELLA II.

Este modelo trae importantes beneficios para BELLA II. Por una parte, facilita el cumplimiento del objetivo general y los objetivos específicos del proyecto. En segunda instancia, posibilita la conjunción de objetivos de impacto social y el cierre de brecha digital, que le otorgarían un valor agregado al despliegue de las infraestructuras.

En este escenario, el aporte de BELLA II sería financiero, es decir, mediante la asignación de recursos económicos al proyecto de coinversión.

Figura 25. Esquema de proyecto en coinversión



Fuente: Elaboración propia.

Este escenario tiene como condición necesaria la inversión en infraestructura digital, que se caracteriza por requerir una amplia inversión de capital. Por ello, el esquema de coinversión viabiliza financieramente la posibilidad de asignar recursos por parte de BELLA II.

Esta opción potencia también un escenario de mayor colaboración. Por ejemplo, una red centroamericana o del Caribe, en la que todos los países cuenten con una capacidad útil para el logro de sus objetivos nacionales, requeriría de la cooperación de estas naciones, no sólo para la financiación y construcción de la red, sino también para su operación durante la vida útil de la misma, fortaleciendo la unidad regional y los instrumentos de cooperación internacional.

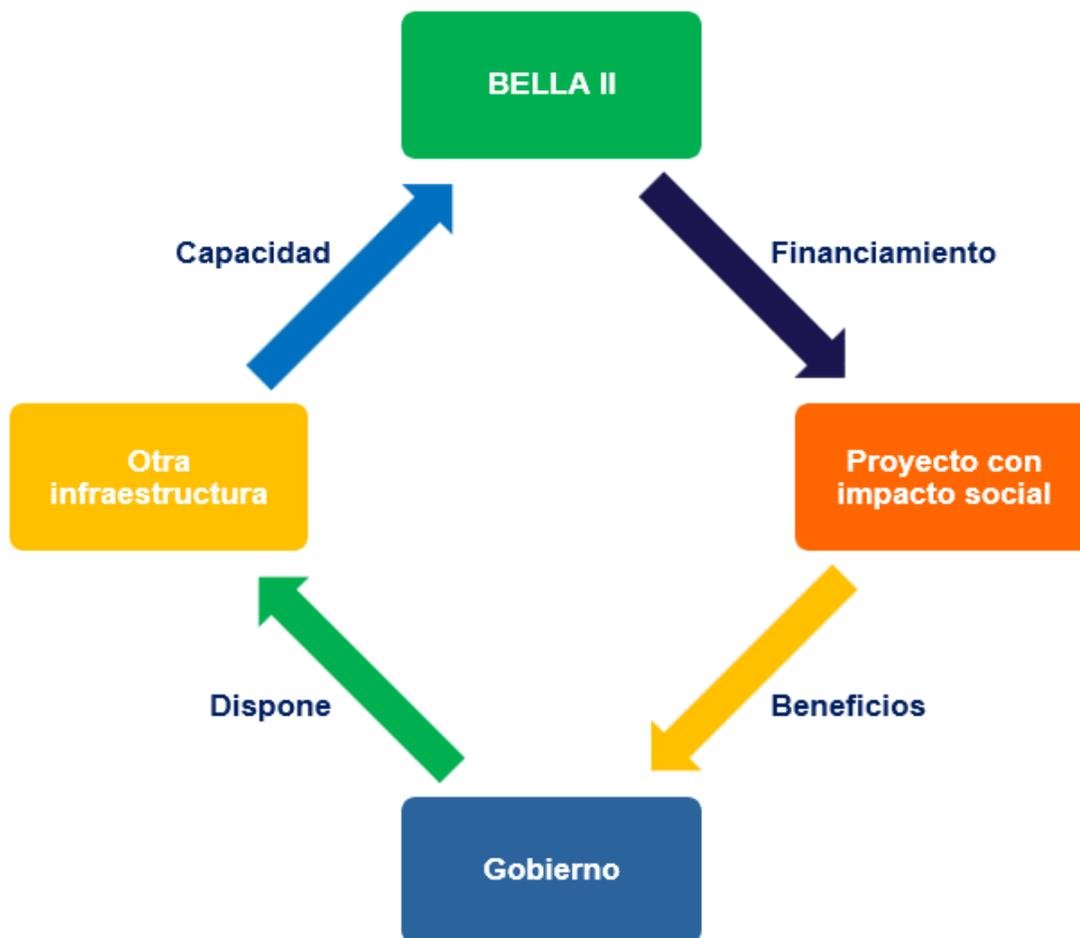
IV. B. 2. Swap de Inversión

Se trata de una opción innovadora que posibilita a BELLA II aportar recursos de inversión a terceros, sean actores privados o públicos, para el desarrollo de proyectos con impacto social, recibiendo como contraprestación la capacidad en algunos de los tramos de prioridad de BELLA II.

A modo de ejemplo, un país cuenta con capacidad disponible para conectarse al ecosistema de investigación, pero sus esfuerzos actuales de inversión, se focalizan en la ampliación de cobertura a las poblaciones rurales. BELLA II estaría dispuesto a invertir en la ampliación de cobertura y, como contraprestación, el país u operador receptor de la inversión proveería capacidad a BELLA II, para

cubrir algunas de las prioridades de conexión previamente detalladas; en este ejemplo, la conexión al ecosistema de investigación.

Figura 26. Ejemplo de estructura de un *swap*



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 26 presenta un ejemplo de *swap* (intercambio) entre la financiación proveniente de BELLA II para un proyecto con impacto social y, en contraprestación, el ofrecimiento de la capacidad requerida por BELLA II para el cumplimiento de sus objetivos específicos. La estructura presentada en la Figura 26 no es excluyente en la cantidad de agentes involucrados, ni en el tipo de estos; la única condición imprescindible e innegociable es la existencia de impacto social en el proyecto alternativo objeto de la financiación.

Esta alternativa puede ser un poco más compleja que el escenario de coinversión, pero incorpora el hecho de que los esfuerzos de despliegue para cubrir la brecha digital y las necesidades puntuales de BELLA II no siempre son concomitantes, y pueden diferir en lugar y tiempo de ejecución. Ante esto, se pretende ofrecer una opción que permita aunar esfuerzos para la consecución de todos los proyectos, especialmente de aquellos con vocación social.

El esquema *swap* también puede darse con agentes diferentes de aquellos que reciben el beneficio de financiación para el proyecto de impacto social, o aquellos que poseen o controlan infraestructuras que pueden satisfacer la demanda de BELLA II.

Una alternativa en esta dirección es el escenario donde, a través de la financiación de BELLA II a un proyecto determinado sin impacto social prioritario, se generan nuevas fuentes de financiación u otros proyectos de mayor impacto social para cerrar la brecha digital.

IV. B. 3. Compra de Capacidad

Es el modelo tradicional de compraventa de una capacidad de red entre BELLA II y un proveedor determinado. Es la última alternativa a considerar por parte del proyecto y se implementará únicamente en el caso en que no se identifiquen alternativas para coinversión o proyectos de la modalidad de *swap*, que se relacionen directamente con los objetivos de BELLA II.

En este esquema, se genera una relación cliente-proveedor, regida por una figura contractual determinada, cuyas características especiales son: i) deberá considerar el mecanismo de pago anticipado para la operación y mantenimiento, pues aunque BELLA II sólo cuenta con apropiación de recursos para los cuatro años de su vigencia, el servicio deberá prestarse por el tiempo de vida útil de la infraestructura; y ii) establecer los acuerdos de nivel de servicio entre las partes, con base en las características técnicas definidas previamente.

Es la alternativa menos deseable pues, en principio, sacrifica los valores colaborativos que BELLA II desea impulsar, y limita profundamente la posibilidad de coadyuvar en el logro de objetivos sociales como el cierre de la brecha digital.

Las alternativas presentadas **coinversión**, **swap de inversión y compra de capacidad**, se describen a modo de ejemplo. No son excluyentes con cualquier otra alternativa o combinación de alternativas que pudiese diseñarse en un ejercicio colaborativo con los agentes que deseen involucrarse en el proyecto y que respeten los objetivos y valores que BELLA II ha definido para su ejecución.

REDECOMEP

Redecomep (Redes Comunitárias de Educação e Pesquisa) es un programa de RNP (RNIE de Brasil), que ha implementado redes de alta velocidad en regiones metropolitanas o en ciudades que cuentan con dos o más instituciones federales de educación e investigación.

Este programa, si bien provee conexión a las instituciones federales de educación e investigación inicialmente, también provee conexión a otras instituciones federales o incluso locales. Se apalanca en redes comunitarias que cuentan con una infraestructura y les ayuda a ampliar o desarrollarla, de forma que se benefician RNP y las instituciones asociadas, así como el operador comunitario que fortalece su red.

IV. C. Modalidades Jurídicas para la Participación

Esta sección describe brevemente algunas alternativas jurídicas susceptibles de ser utilizadas en las relaciones que se generen para la ejecución del proyecto BELLA II, dentro de las que se encuentran el Consorcio, el Contrato de Fiducia y el Derecho Irrevocable de Uso (IRU).

En el sentido amplio, las relaciones para la ejecución de BELLA II se traducirán en algún tipo de contrato. El contrato, según la definición contenida en el Diccionario de la Lengua Española es, “pacto o convenio, oral o escrito, entre partes que se obligan sobre materia o cosa determinada, y a cuyo cumplimiento pueden ser compelidas”. En el marco de BELLA II, los contratos se desarrollarán bajo la libre concurrencia y acuerdo entre las partes y reflejarán las voluntades de estas. Sin embargo, al tratarse de proyectos de ejecución internacional, los contratos se revisarán y adecuarán en función de la legislación aplicable de acuerdo con el lugar de implementación y con la naturaleza misma de la relación que regularán.

Así, en el desarrollo del proyecto BELLA II se podrán constituir, entre otros, contratos de consorcio, de fiducia o de derechos irrevocables de uso, de manera no excluyente con otras figuras que puedan surgir, específicamente aquellas que regulen la ejecución específica de proyectos o actividades de construcción, despliegue, arriendo, instalación o cualquier otra que facilite el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

IV. C. 1. Consorcio

En la sección IV.A, se mencionó que el mecanismo de gobernanza definido para la ejecución del proyecto BELLA II considera la formación de un consorcio, coordinado por RedCLARA, con la participación de los agentes involucrados. En ese sentido, resulta importante definir qué es un consorcio y cuáles son sus características principales.

Un consorcio es una figura de asociación en la que dos o más personas naturales o jurídicas se agrupan temporalmente para desarrollar un negocio. En el caso de BELLA II, el consorcio tendrá una duración equivalente al tiempo de implementación hasta el año 4, y el negocio a desarrollar sería la ejecución misma del proyecto.

En general, los consorcios tienen las siguientes características:

1. Son asociaciones de personas naturales o jurídicas, sin que se genere una nueva persona jurídica.
2. Son acuerdos sujetos a un plazo determinado o determinable, regularmente asociado al cumplimiento del negocio que se pretende desarrollar.
3. Los consorciados son solidarios, salvo disposición explícita contraria, y se reparten riesgos y utilidades en función de la participación.
4. Son responsables tributarios (la extensión de esta responsabilidad depende del lugar de implementación).
5. Mantienen la libertad e independencia de los consorciados, desde el punto de vista patrimonial y para la ejecución de las actividades asignadas a cada uno.

La figura del consorcio resulta aplicable en la ejecución del proyecto, indistintamente del mecanismo de relacionamiento o la combinación de mecanismos que se concrete. Sin embargo, considerando la fuente diversa de recursos, se sugiere la implementación del contrato de fiducia para su administración.

IV. C. 2. Contrato de Fiducia

El proyecto BELLA II es un proyecto de desarrollo de infraestructura, que usará recursos provenientes de múltiples fuentes, que seguramente implementará múltiples subproyectos y que se gestionará mediante la figura de consorcio, por lo que se identifica que el contrato de fiducia es un instrumento adecuado para su gestión.

La fiducia es un instrumento mediante el cual el **fideicomitente** transfiere la propiedad o el dominio de bienes al **fiduciario**, para que los administre o enajene hasta que se cumpla con un objetivo determinado y en favor del **beneficiario**. Para el caso específico de BELLA II, el fideicomitente y el beneficiario sería el consorcio y la fiduciaria, una entidad autorizada para tales fines.

La fiducia de administración tiene múltiples características favorables para la ejecución de un proyecto como BELLA II, tales como:

1. Gestión contable exclusiva del proyecto y separada de las actividades independientes de los consorciados.
2. Transparencia y auditoría en el manejo de los bienes y recursos, involucrando un tercero especializado en la gestión de estos.
3. El fideicomitente y el beneficiario pueden ser la misma organización, en este caso, el consorcio.
4. Constitución de un patrimonio autónomo separado del fideicomitente, de la fiduciaria y de los consorciados.
5. Manejo de cuentas independientes y separadas en la gestión de múltiples subproyectos.

IV. C. 3. IRU

Los derechos irrevocables de uso son una figura comúnmente utilizada en el ámbito de las telecomunicaciones, en la que el propietario de un sistema de telecomunicaciones le otorga a un consumidor de ese sistema el derecho de uso utilización de éste, de forma parcial o completa. Esta modalidad se puede aplicar en sistemas cableados, como la fibra óptica, o en sistemas inalámbricos, como los satélites. Como su nombre lo indica, es una figura que no se puede anular o deshacer, lo que proporciona seguridad a las partes y facilita el desarrollo de acuerdos de largo plazo, regularmente asociados a la vida útil de los sistemas.

En fibra óptica son muy comunes los IRU relacionados con fibra oscura, es decir, hilos no operativos (iluminados), que se ponen a disposición de terceros para su uso. Esta definición se puede entender sobre el hilo físicamente hablando o sobre canales ópticos, haciendo uso de las técnicas de multiplexación, como la multiplexación por división de longitud de onda densa (DWDM, por su sigla en inglés). Para el caso de BELLA II, es natural que el IRU sea una opción, en tanto la fibra óptica es la alternativa técnica que más se acopla a su propósito, aunque como se mencionó previamente, no

será la alternativa preferida, y se empleará solo en ausencia de otras alternativas que satisfagan de mejor manera los objetivos del proyecto.

Algunas características de los IRU son:

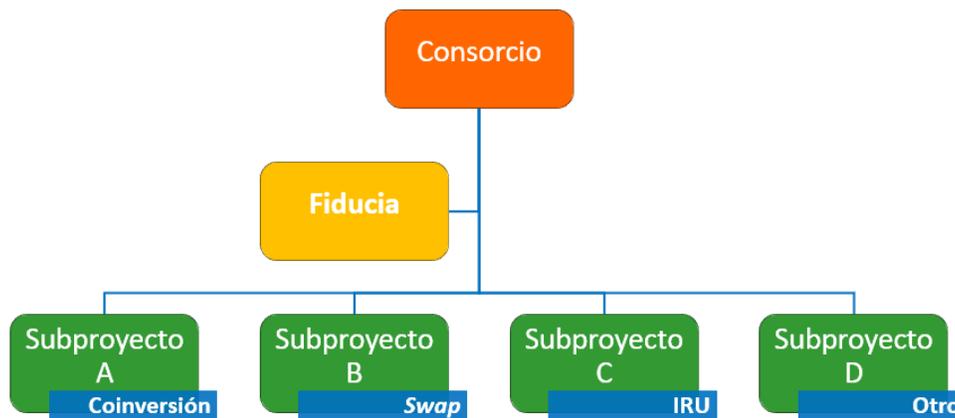
1. Constituyen el derecho exclusivo, irrestricto e irrevocable de uso de la infraestructura en favor del consumidor del sistema.
2. Suelen definirse a largo plazo (10, 20 o 30 años), comúnmente asociados a la vida útil de la infraestructura.
3. Las condiciones de pago pueden pactarse de distintas formas: pago único al inicio, pagos periódicos semejantes a una renta de capacidad, o una combinación de ambos. Para el caso de BELLA II, el pago único sería la opción predefinida.
4. Las obligaciones frente al acceso físico, la operación y el mantenimiento pueden variar, desde el modelo en el que el propietario se encarga por completo de la operación y el mantenimiento, pasando por responsabilidades compartidas, hasta el modelo en el que el comprador es autónomo en la operación.
5. Regularmente, se asocian acuerdos de nivel de servicio (SLA, su sigla en inglés) y dada la naturaleza irrevocable del contrato, mecanismos de compensación en caso de incumplimiento de los SLA.

El IRU es una figura estandarizada y de implementación sencilla, sin embargo, como se mencionó previamente, su utilización se dará sólo en el caso en que no se den las condiciones para otro tipo de relación.

IV. C. 4. Otros Contratos

En definitiva, BELLA II funcionará como un proyecto sombrilla, al cual se vinculará la ejecución de múltiples subproyectos. Esta condición requerirá el desarrollo de otro tipo de figuras contractuales específicas para cada subproyecto y la naturaleza de estos variará tanto como la finalidad específica y la voluntad de las partes que los constituyan.

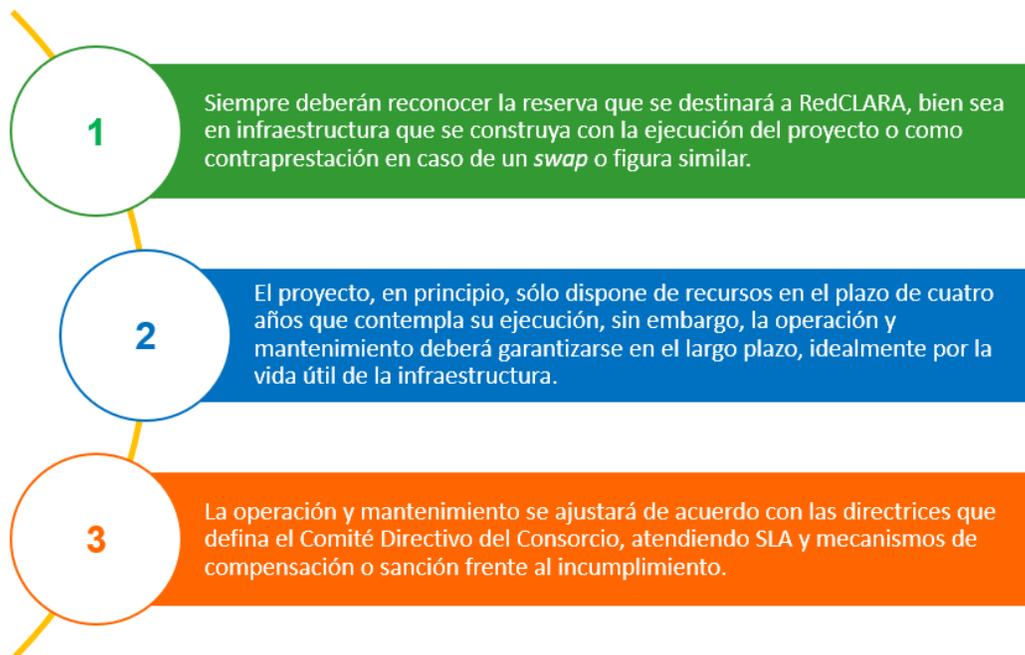
Figura 27 Esquema sombrilla de BELLA II



Fuente: Elaboración propia.

No obstante, todos los contratos previamente descritos, o cualquiera otro que surja, deberán tomar en consideración elementos fundamentales como:

Figura 28. Elementos fundamentales en los contratos de BELLA II



Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Caballero Sierra, G. (2021). *Los consorcios públicos y privados*.

Chaudhry, A. U., & Yanikomeroglu, H. (2021). *Optical Wireless Satellite Networks versus Optical Fiber Terrestrial Networks: The Latency Perspective*.

Caballero Sierra, G. (2021). *Los consorcios públicos y privados*.

Chaudhry, A. U., & Yanikomeroglu, H. (2021). *Optical Wireless Satellite Networks versus Optical Fiber Terrestrial Networks: The Latency Perspective*.

CLARA - Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas. (2019). *Estatutos de Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas*.

GÉANT. (2023). Retrieved from <https://geant.org/>.

Internet2. (2023). Retrieved from <https://internet2.edu/>.

ITU - International Telecommunication Union. (2011). ITU-T Y.1541. *Network performance objectives for IP-based services*.

ITU - International Telecommunications Union. (2023). *Digital Development Dashboard*. Retrieved from <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Dashboards/Pages/Digital-Development.aspx>.

Moya Catena, A. (2008, Noviembre). *LA FIABILIDAD EN LOS SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES*.

RedCLARA. (2023). Retrieved from <https://www.redclara.net/>.

RNP. (2023). Retrieved from <https://www.rnp.br>.

The World Bank. (2023). *DataBank*. Retrieved from <https://databank.worldbank.org/>.

Vega, P. (2023). Conferencia Ideatón BELLA #2. *El inalcanzable dato de Copernicus u cómo explotarlo con IA*.