



# Desarrollo de Dispositivos Fotónicos Avanzados para Telecomunicaciones en Fibra óptica y Sistemas de Monitoreo Distribuido

## Laboratorio de Telecomunicaciones

**Dr. Daniel Enrique Ceballos Herrera**

[DCeballosH@iingen.unam.mx](mailto:DCeballosH@iingen.unam.mx)

**Dr. Ramón Gutiérrez Castrejón**

[RGutierrezC@iingen.unam.mx](mailto:RGutierrezC@iingen.unam.mx)



## Contenido

- ✓ Laboratorio de Telecomunicaciones – Descripción General
- ✓ **Proyecto 1:** Desarrollo de redes 5G usando tecnología de radios definidos por software y fibra óptica
- ✓ **Proyecto 2:** Desarrollo de sistemas de monitoreo remoto basados en radares láser de fibra óptica.

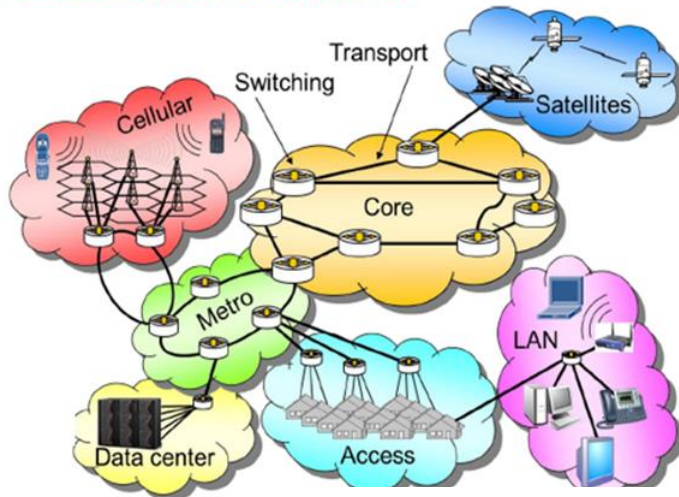


## ✓ Laboratorio de Telecomunicaciones – Descripción General

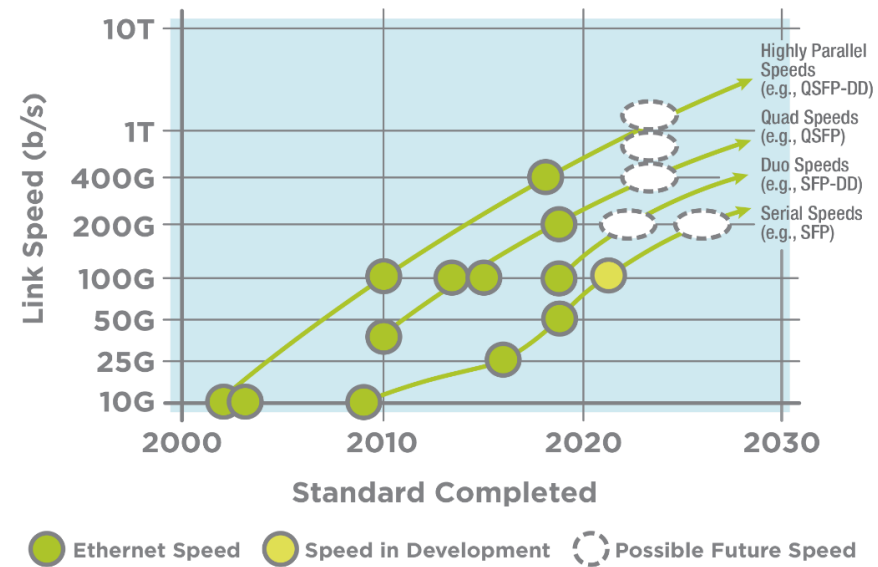
Las actividades de investigación del laboratorio cubren las siguientes áreas:

### 1. Sistemas de comunicación ópticas de alta velocidad (de 10Gb/s hasta 400Gb/s)

Optical communications everywhere



TO TERABIT SPEEDS

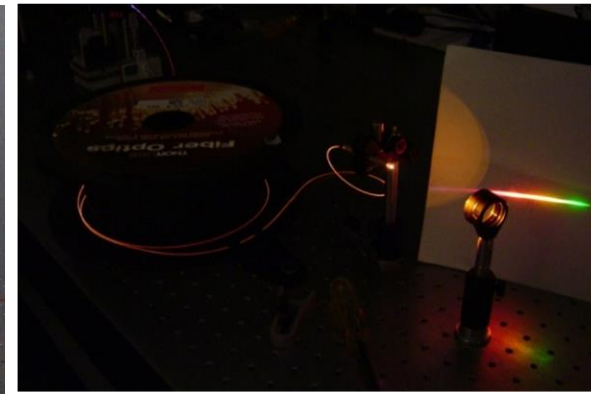
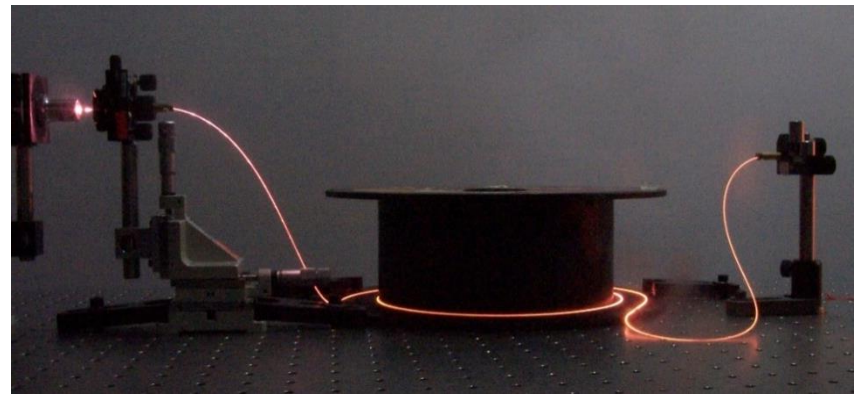


Esta investigación requiere el diseño y estudio de nuevos **transmisores láser, receptores ópticos, y formatos de modulación avanzados** con el fin de alcanzar velocidades de transmisión del orden de 400Gb/s.

## ✓ Laboratorio de Telecomunicaciones – Descripción General

Las actividades de investigación del laboratorio cubren las siguientes áreas:

### 1. Sistemas de comunicación ópticas de alta velocidad (de 10Gb/s hasta 400Gb/s)

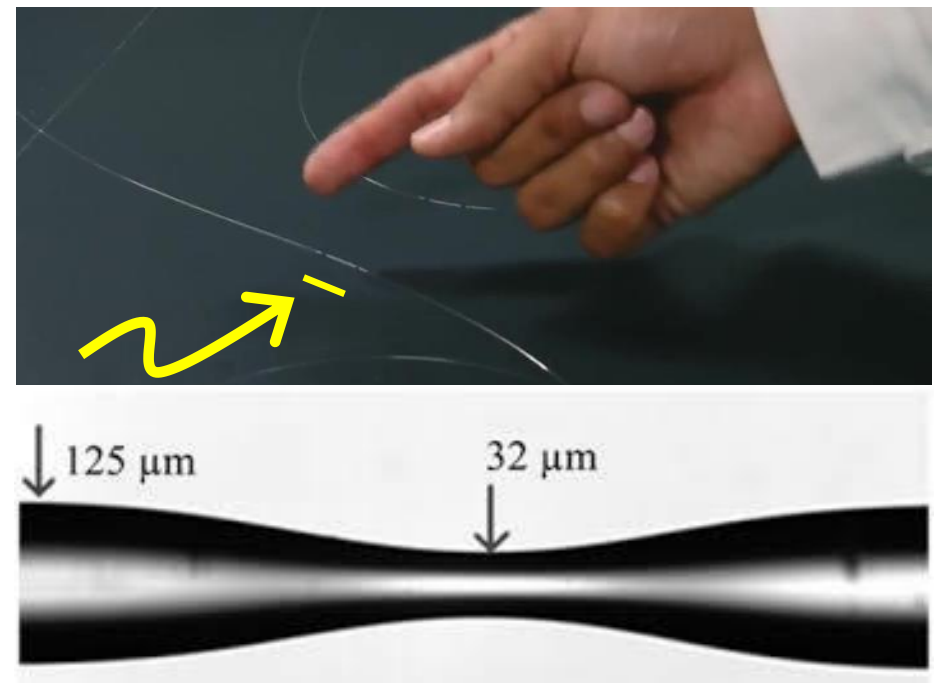
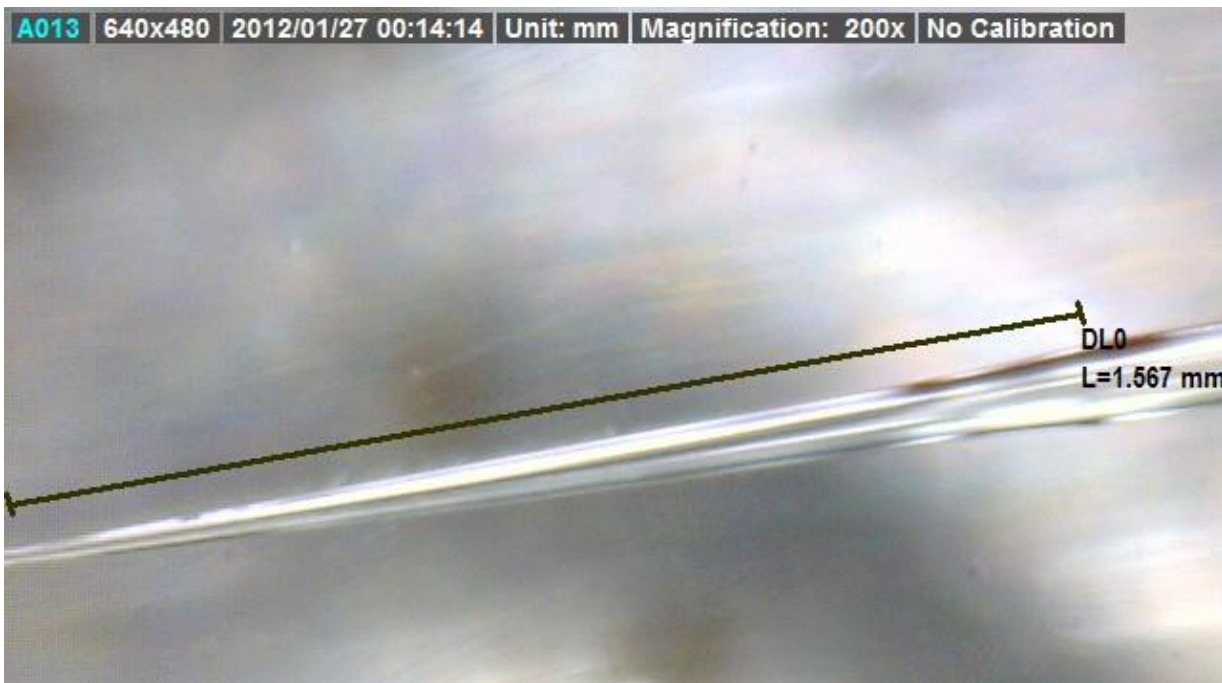


Contamos con la Infraestructura y equipos requeridos para desarrollar nuevos tipos de láseres, amplificadores ópticos, y receptores, no solamente para comunicaciones ópticas, sino también para otras aplicaciones potenciales como biomedicina y espectrometría.

## ✓ Laboratorio de Telecomunicaciones – Descripción General

Las actividades de investigación del laboratorio cubren las siguientes áreas:

### 2. Sensores de Fibra Óptica



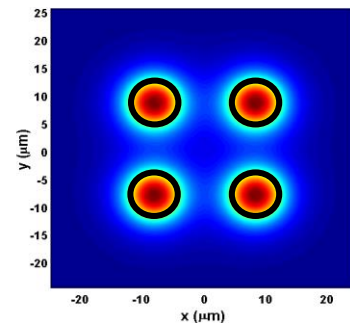
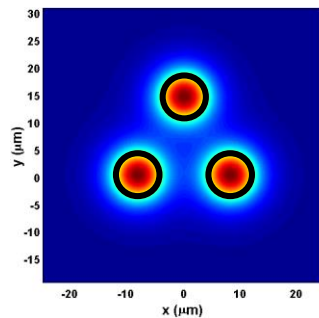
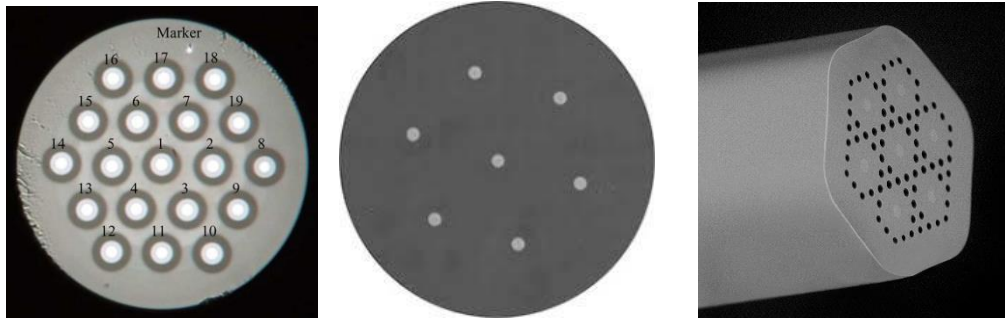
En forma adicional, desarrollamos sensores de fibra óptica a escala micrométrica para aplicaciones en biosensado, y monitoreo de parámetros físicos como temperatura y tensión, que provocan fracturas en estructuras civiles.

## ✓ Laboratorio de Telecomunicaciones – Descripción General

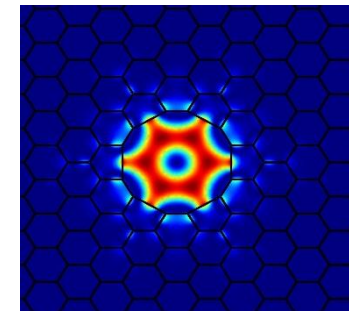
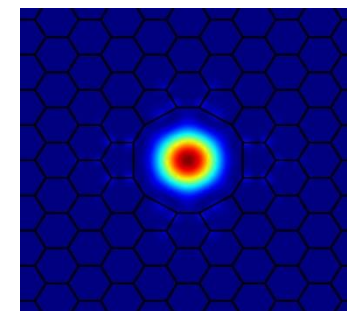
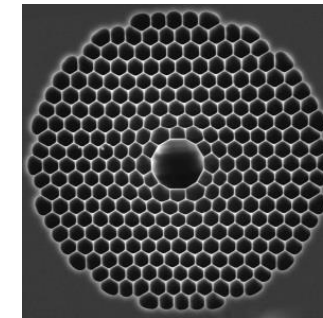
Las actividades de investigación del laboratorio cubren las siguientes áreas:

### 3. Análisis de nuevos tipos de fibras ópticas para superar el límite de transmisión actual de 100Tb/s

#### Fibras Multinúcleo



#### Fibras de Cristal Fotónico



Contamos en el laboratorio con ejemplares de estos nuevos tipos de fibra óptica para estudios experimentales

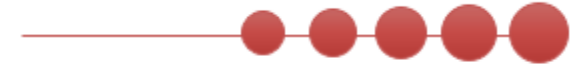
## ✓ Laboratorio de Telecomunicaciones – Descripción General

Las actividades de investigación del laboratorio cubren las siguientes áreas:

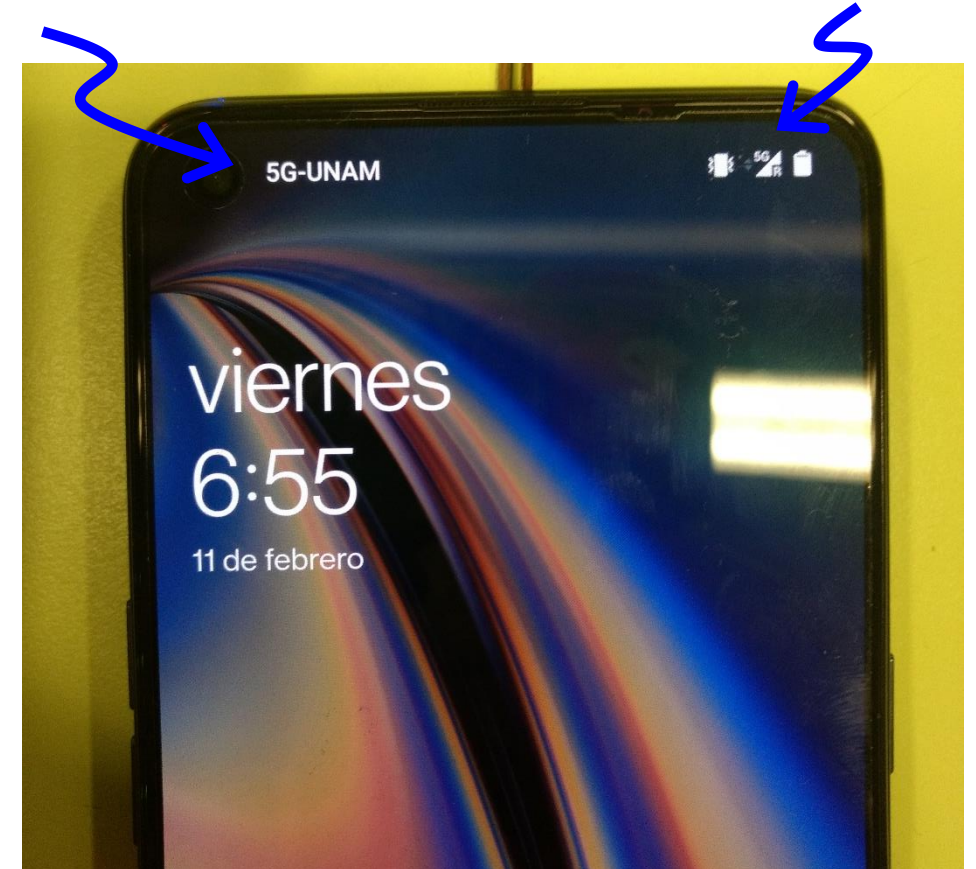
### 4. Monitoreo de redes de fibras ópticas actualmente instaladas en el País



Nuestro laboratorio es el único en México que cuenta con acceso a un enlace real de fibra óptica de 100 km instalada a lo largo de una ciudad. Dicho enlace se llama “Delta Metropolitana” y se encuentra instalada en la Ciudad de México. Este enlace permite realizar proyectos de monitoreo empleando equipos ópticos especializados como los actualmente utilizados en empresas del sector público y privado como Telmex, Huawei, Nokia y CFE.



- ✓ **Proyecto 1:** Desarrollo de redes 5G usando tecnología de radios definidos por software y fibra óptica

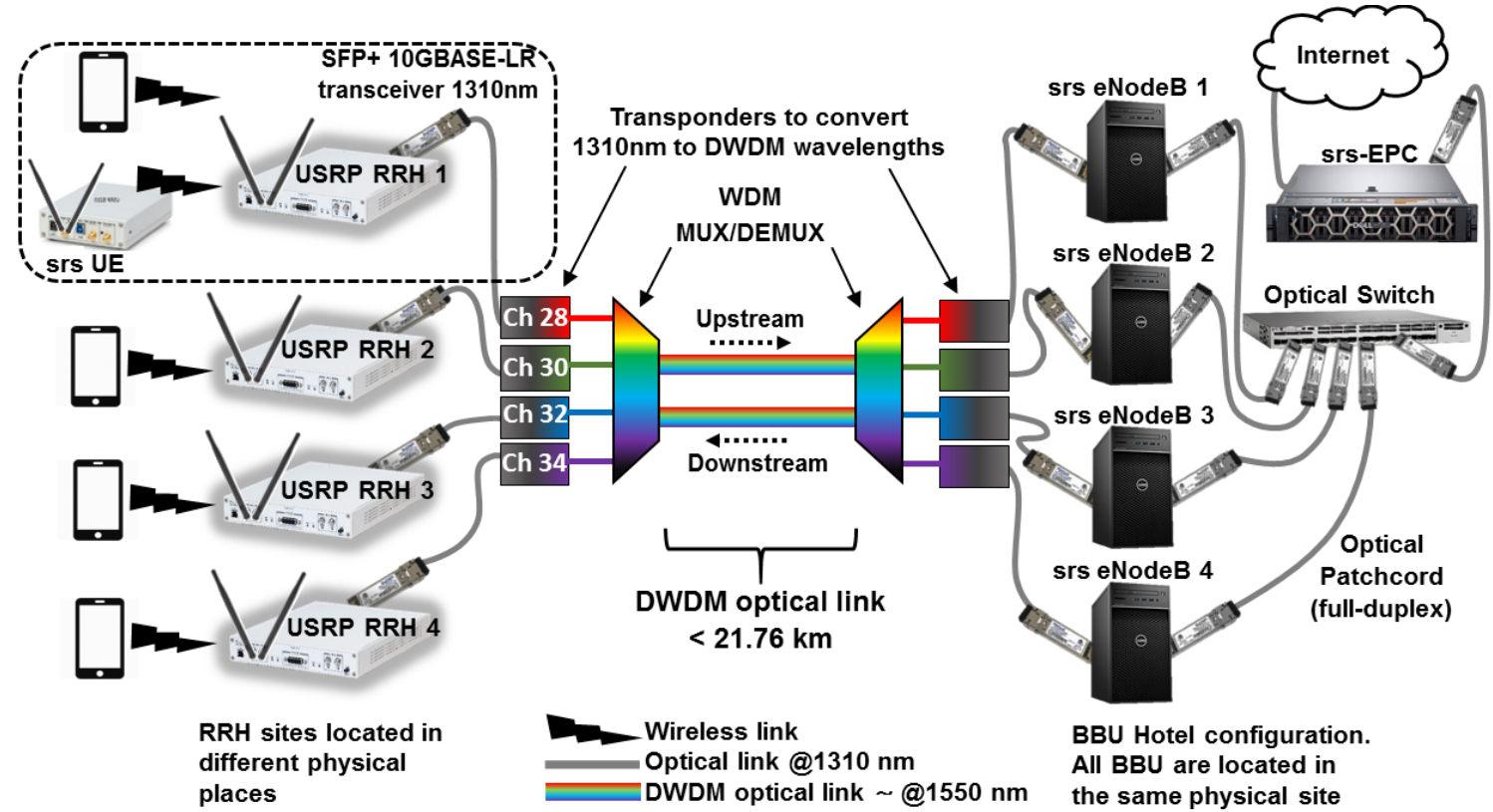
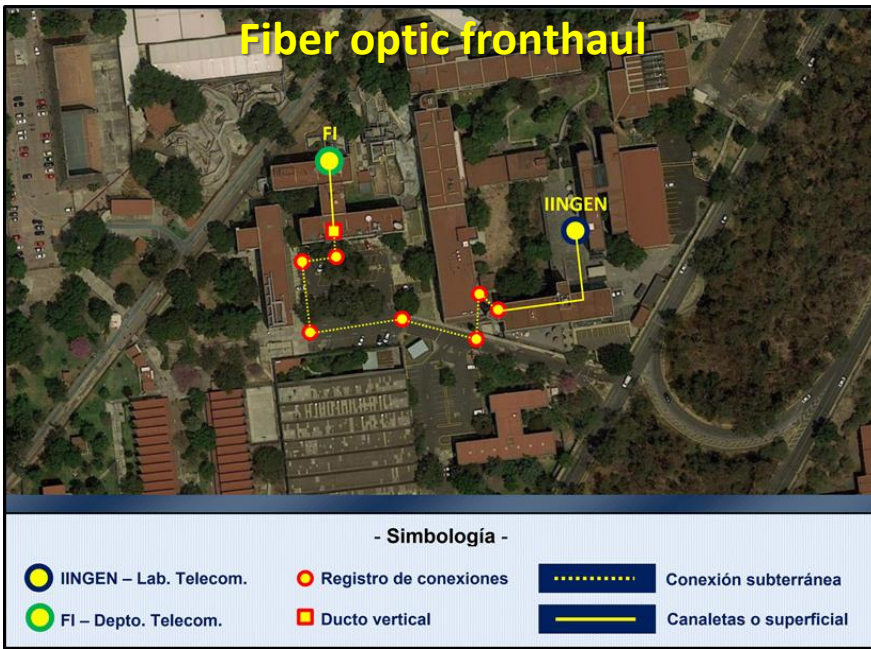


Proyecto patrocinado por el gobierno de la Ciudad de México y desarrollado en colaboración con la Facultad de Ingeniería de la UNAM.





✓ **Proyecto 1:** Desarrollo de redes 5G usando tecnología de radios definidos por software y fibra óptica

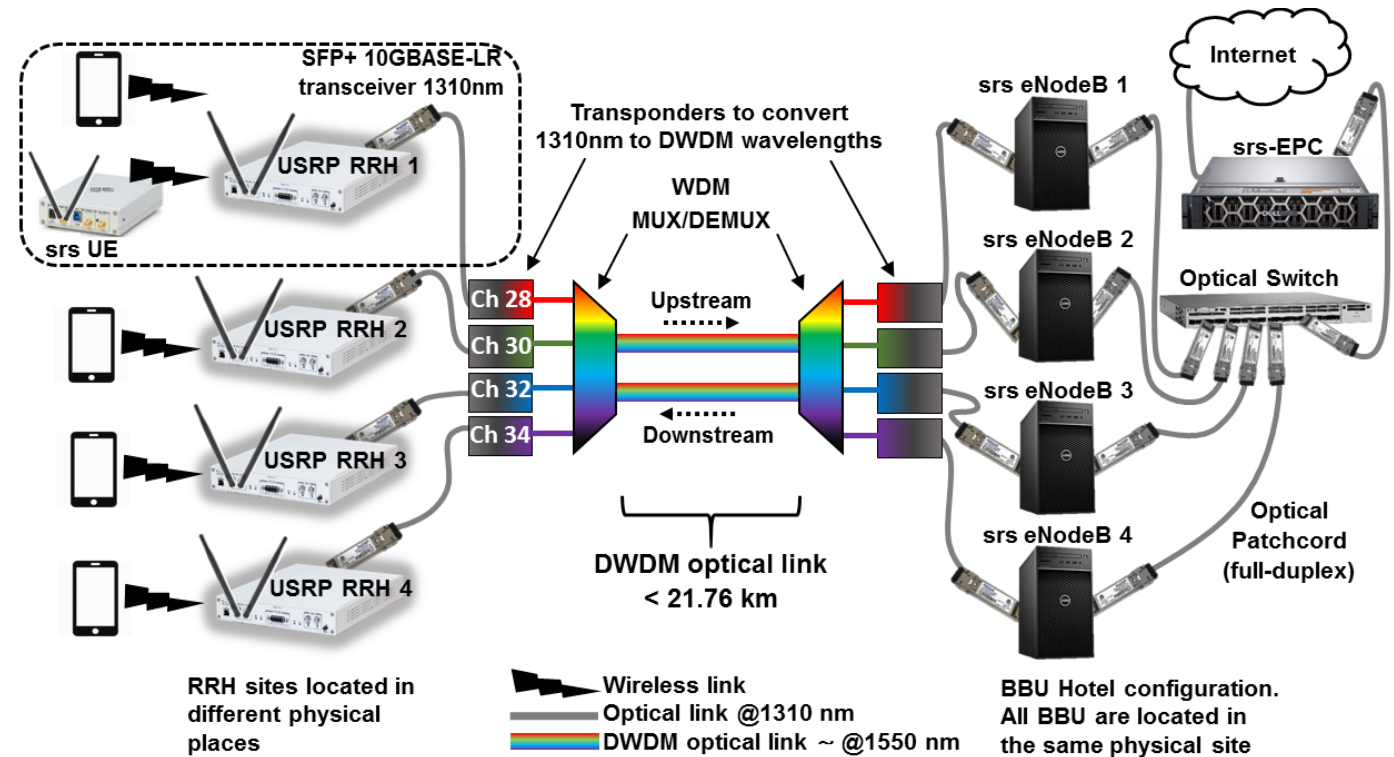


Se investiga experimentalmente las capacidades y funcionamiento de redes ópticas de última generación basadas en multiplexado por división de longitud de onda (DWDM) y el empleo de radios definidos por software (SDR) en la implementación de arquitecturas de radio acceso centralizado (C-RAN) en una red celular 5G.



✓ **Proyecto 1:** Desarrollo de redes 5G usando tecnología de radios definidos por software y fibra óptica

**Smart City: Only Feasible with Fiber Optics**



Este Proyecto contribuye con una **red 4G/5G viable y de bajo costo**, el cual puede ser implementado en la Ciudad de México. Esta propuesta tiene el potencial de **interconectar cientos de sensores para el internet de las cosas (IoT)**, lo cual es altamente requerido en el **diseño y desarrollo de ciudades inteligentes (smart cities)**.

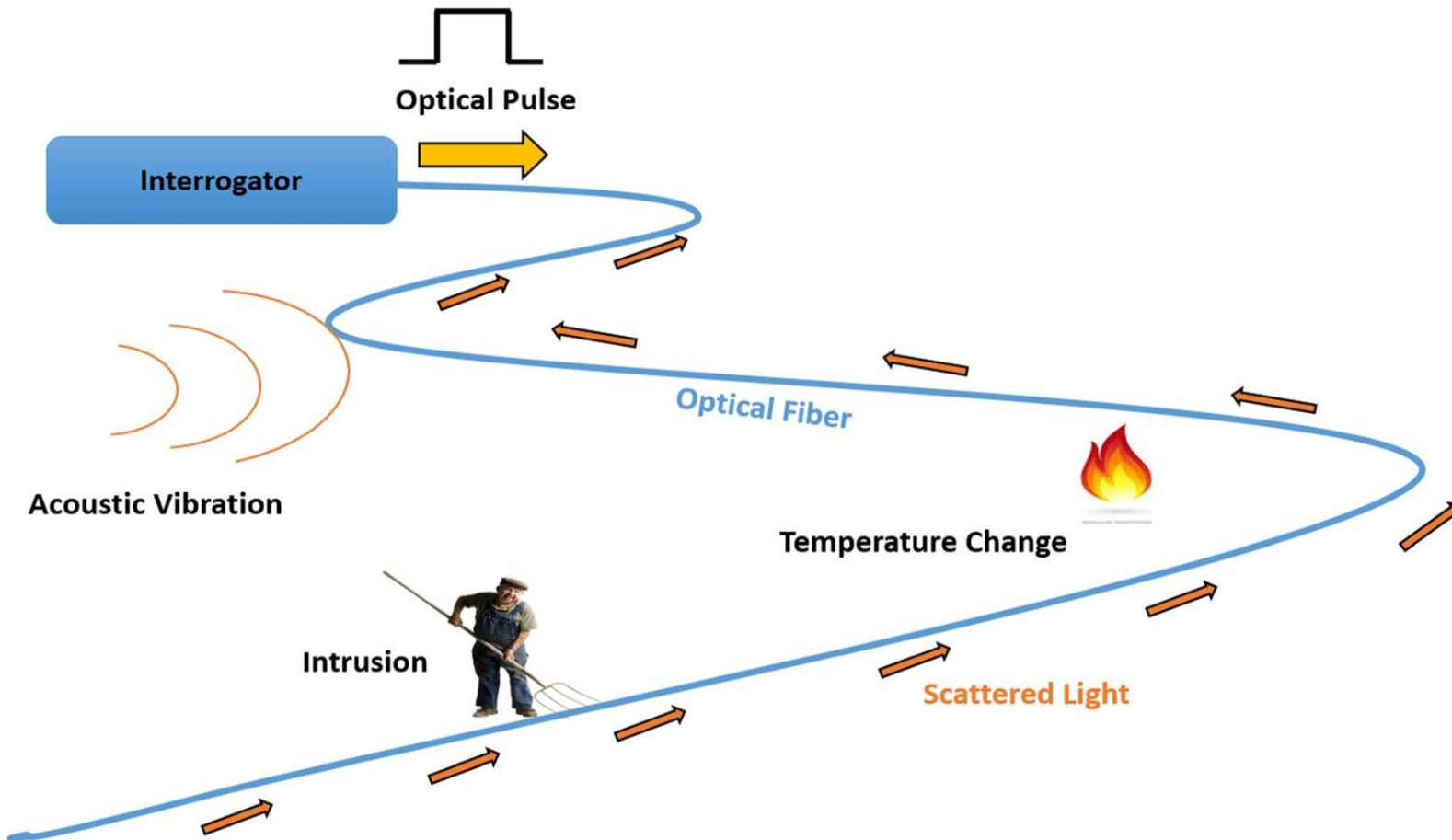
- ✓ **Proyecto 2:** Desarrollo de sistemas de monitoreo remoto basados en dispositivos de fibra óptica.

## Sensing the city



La Ciudad de México tiene cientos de kilómetros de fibras ópticas instaladas a lo largo de caminos, puentes y túneles del metro, los cuales pueden ser usados para realizar un monitoreo continuo y distribuido del tráfico, detección de vibraciones anormales presentes en las líneas del metro, y la detección oportuna de eventos sísmicos ocurridos en la ciudad.

✓ **Proyecto 2:** Desarrollo de sistemas de monitoreo remoto basados en dispositivos de fibra óptica.



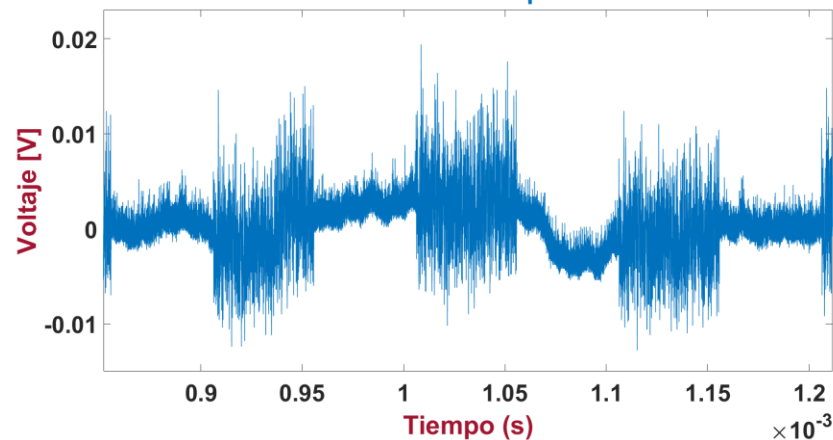
✓ Las vibraciones estiran y comprimen el cable de fibra óptica en tiempo real. Estas deformaciones reflejan un porcentaje de la luz láser que se transmite a lo largo de la red de fibra. Lo anterior describe el funcionamiento de un **Radar Láser**.

✓ Analizando estas reflexiones de luz láser, se puede determinar la frecuencia, amplitud y localización de la vibración ejercida sobre el enlace de fibra óptica.

✓ **Proyecto 2:** Desarrollo de sistemas de monitoreo remoto basados en dispositivos de fibra óptica.



Trazas del sistema phi-OTDR



✓ Estos sistemas de monitoreo distribuido basado en fibras ópticas pueden detectar vibraciones causadas por tráfico de autos, líneas del metro, inclusive hasta vibraciones causadas por tráfico de personas, etc.

✓ Nosotros investigamos estos tipos de sistemas para aplicarlos en el monitoreo de vibraciones ocurridas en ductos de agua y gas, los cuales provocan fugas y rupturas.

✓ **Proyecto 2:** Desarrollo de sistemas de monitoreo remoto basados en dispositivos de fibra óptica.

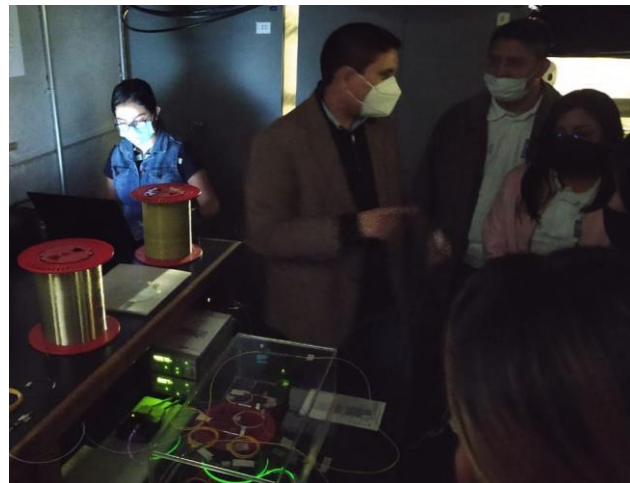
Actualmente estos tipos de sistemas de monitoreo provienen del extranjero con un alto costo. Debido a su importancia, esta tecnología esta siendo desarrollada en nuestros laboratorios.

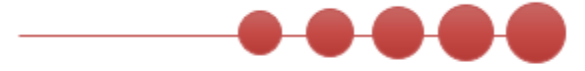




**Actualmente tenemos el gusto de recibir visitas y estar dirigiendo programas de servicio social y tesis de investigación de estudiantes de licenciatura, Maestría y Doctorado.**

**Los estudiantes de Maestría y Doctorado del Posgrado en Telecomunicaciones cuentan con el apoyo de Beca CONACyT y durante sus estudios han tenido la oportunidad de viajar a congresos internacionales en Estados Unidos, Europa, y Sudamérica con apoyo adicional de la UNAM y de nuestros proyectos vigentes.**





**¡Muchas gracias por su atención!**

**Dr. Daniel Enrique Ceballos Herrera**

[DCeballosH@iingen.unam.mx](mailto:DCeballosH@iingen.unam.mx)

**Dr. Ramón Gutiérrez Castrejón**

[RGutierrezC@iingen.unam.mx](mailto:RGutierrezC@iingen.unam.mx)