



**Instituto Politécnico  
Nacional**



*Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y  
Tecnologías Avanzadas*

Redes de telecomunicaciones

**Avance proyecto hipotético  
Parte II:  
La Costeña**

**Profesora**  
Olivia Alva Vargas

**Alumno**  
Alvarado Balbuena Jorge Anselmo

**Grupo**  
4TV2

# Índice

<b>1. Ruta Corporativo - Centro de datos</b>	<b>5</b>
1.1. Ruta principal y alternativa . . . . .	5
1.2. Salida de corporativo . . . . .	6
1.3. Puntos críticos: Ruta principal . . . . .	7
1.3.1. Primer tramo . . . . .	7
1.3.2. Segundo tramo . . . . .	8
1.3.3. Tercer tramo . . . . .	9
1.4. Estimación . . . . .	10
1.4.1. Ruta principal . . . . .	10
1.4.2. Ruta secundaria . . . . .	10
<b>2. Ruta ISP - Centro de datos</b>	<b>11</b>
2.1. Ruta principal y alternativa . . . . .	11
2.2. Puntos críticos . . . . .	12
2.2.1. Primer tramo . . . . .	12
2.2.2. Segundo tramo . . . . .	14
2.3. Estimación . . . . .	15
2.3.1. Ruta principal . . . . .	15
2.3.2. Ruta secundaria . . . . .	15
<b>3. Ductos</b>	<b>16</b>
3.1. Antecedente . . . . .	16
3.1.1. Tendido subterráneo . . . . .	16
3.1.2. Tendido aéreo . . . . .	17
3.2. Ductos para ruta . . . . .	18
3.2.1. Material para ruta subterránea e interiores . . . . .	18
3.2.2. Material para ruta aérea . . . . .	19
<b>4. Fibra Óptica</b>	<b>20</b>
4.1. Tendido subterráneo e interior . . . . .	20
4.2. Tendido aéreo . . . . .	21
<b>5. Equipos</b>	<b>22</b>
5.1. Gateway . . . . .	22
5.2. CWDM . . . . .	23
<b>6. E-commerce</b>	<b>24</b>
6.1. Tipos de Modelos de E-commerce . . . . .	24
6.1.1. De empresa a consumidor (B2C) . . . . .	24
6.1.2. De empresa a empresa (B2B) . . . . .	24
6.2. Ejemplos de comercio electrónico . . . . .	24

6.2.1. Venta al por mayor . . . . .	24
6.2.2. Productos físicos . . . . .	24
<b>7. Arquitectura</b>	<b>25</b>
<b>8. Cálculos</b>	<b>26</b>
8.1. Ruta Corporativo - Centro de datos . . . . .	26
8.2. Ruta ISP - Centro de datos . . . . .	26
<b>9. Poligonal</b>	<b>27</b>
9.1. Coordenadas . . . . .	27
<b>10. Perfil de elevación</b>	<b>27</b>

## Índice de figuras

1. Ruta principal a escala. . . . .	5
2. Ruta alternativa a escala. . . . .	5
3. Salida de corporativo. . . . .	6
4. Registro donde iniciar el recorrido. . . . .	6
5. Vista aerea primer tramo. . . . .	7
6. Vista aerea punto crítico. . . . .	7
7. Punto crítico. . . . .	8
8. Vista aerea segundo tramo. . . . .	8
9. Punto crítico segundo tramo. . . . .	9
10. Punto crítico segundo tramo. . . . .	9
11. Punto crítico segundo tramo. . . . .	10
12. Ruta principal ISP - Centro de datos. . . . .	11
13. Ruta alternativa ISP - Centro de datos. . . . .	11
14. Punto crítico. . . . .	12
15. Punto crítico. . . . .	12
16. Punto crítico. . . . .	13
17. Punto crítico. . . . .	13
18. Punto crítico. . . . .	14
19. Punto crítico. . . . .	14
20. Tendido subterráneo. . . . .	16
21. Tendido aéreo. . . . .	17
22. Ducto de protección. . . . .	18
23. Ducto con cinta. . . . .	18
24. Especificaciones. . . . .	18
25. Ducto de protección. . . . .	19
26. Fibra interior. . . . .	20

27. Fibra exterior . . . . .	21
28. Gateway . . . . .	22
29. CWDM Cisco . . . . .	23
30. Arquitectura . . . . .	25

# 1. Ruta Corporativo - Centro de datos

## 1.1. Ruta principal y alternativa

Ruta principal tomando la mayor parte del trayecto por metro.

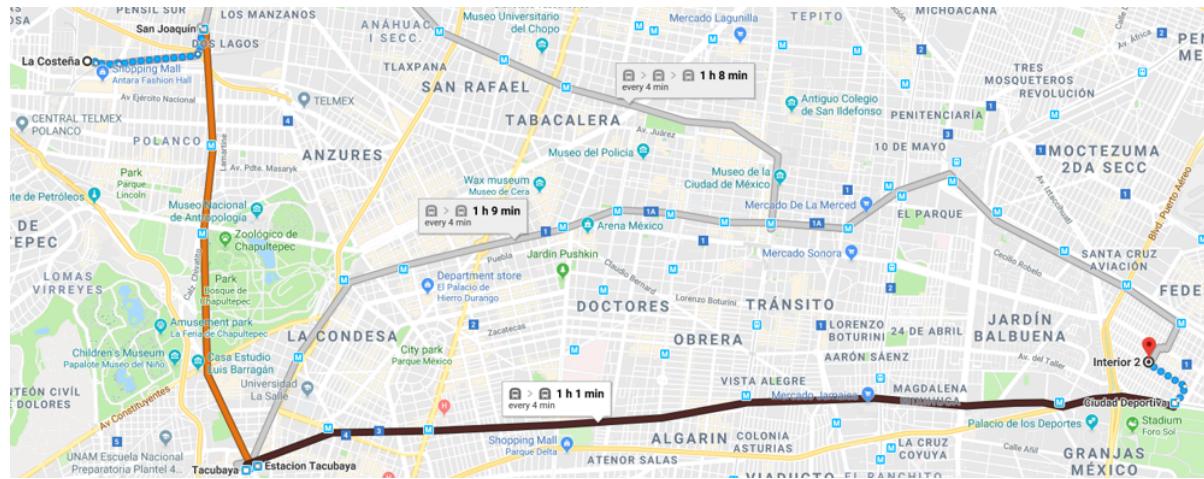


Figura 1: Ruta principal a escala.

La ruta alternativa cuenta con tramo principal por avenidas vehiculares.

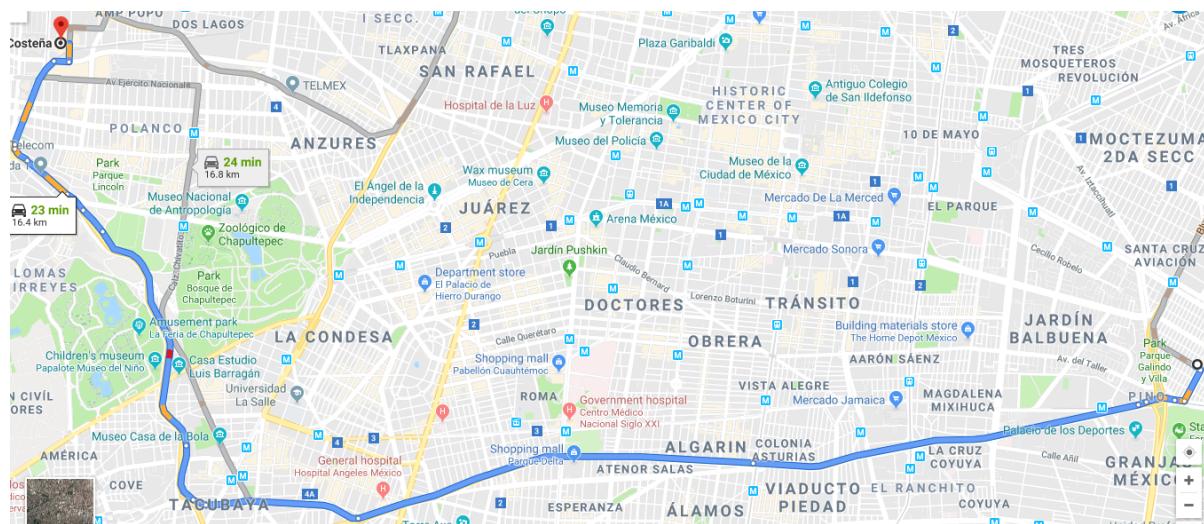


Figura 2: Ruta alternativa a escala.

## 1.2. Salida de corporativo

Se propone que la salida de la fibra sea por el sótano que es donde se encuentra el site del edificio.

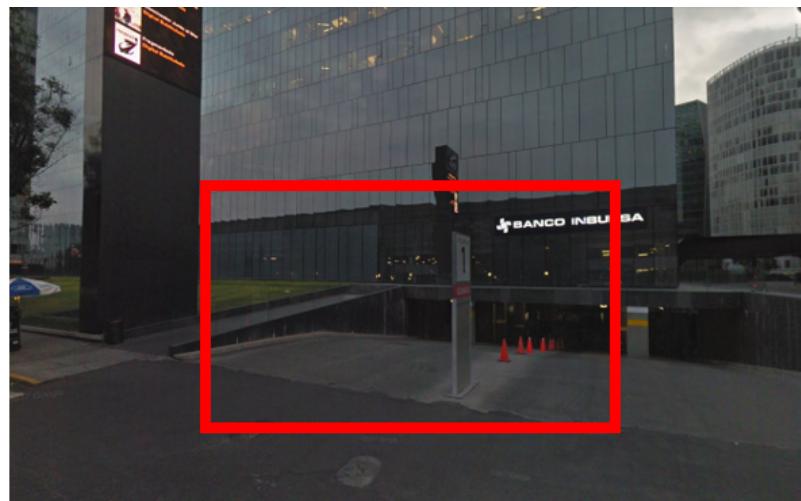


Figura 3: Salida de corporativo.

Una vez fuera se tomará el siguiente registro para llevarlo por subsuelo hasta el metro.

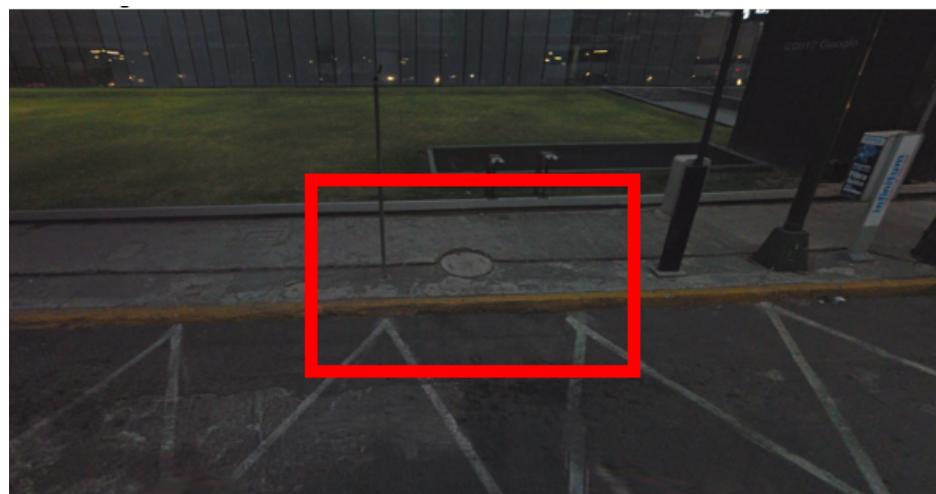


Figura 4: Registro donde iniciar el recorrido.

### 1.3. Puntos críticos: Ruta principal

#### 1.3.1. Primer tramo

A continuación se muestra el primer tramo del recorrido. Este tramo es del corporativo al metro.

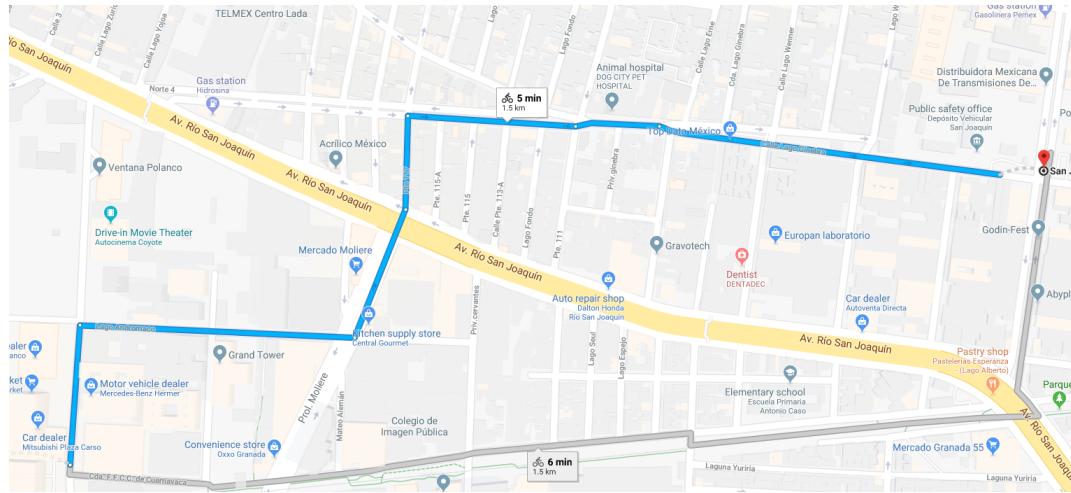


Figura 5: Vista aerea primer tramo.

El primer punto crítico se encuentra en el puente para cruzar la avenida Río San Joaquín.



Figura 6: Vista aerea punto crítico.

Para sortear este obstáculo se tendrá que utilizar un tendido aéreo para posteriormente volver a introducirlo en el subsuelo.



Figura 7: Punto crítico.

### 1.3.2. Segundo tramo

El segundo tramo consta de todo el recorrido en metro. En este tramo se cuenta con un punto crítico es cuál es el cambio de líneas 9 y 4.

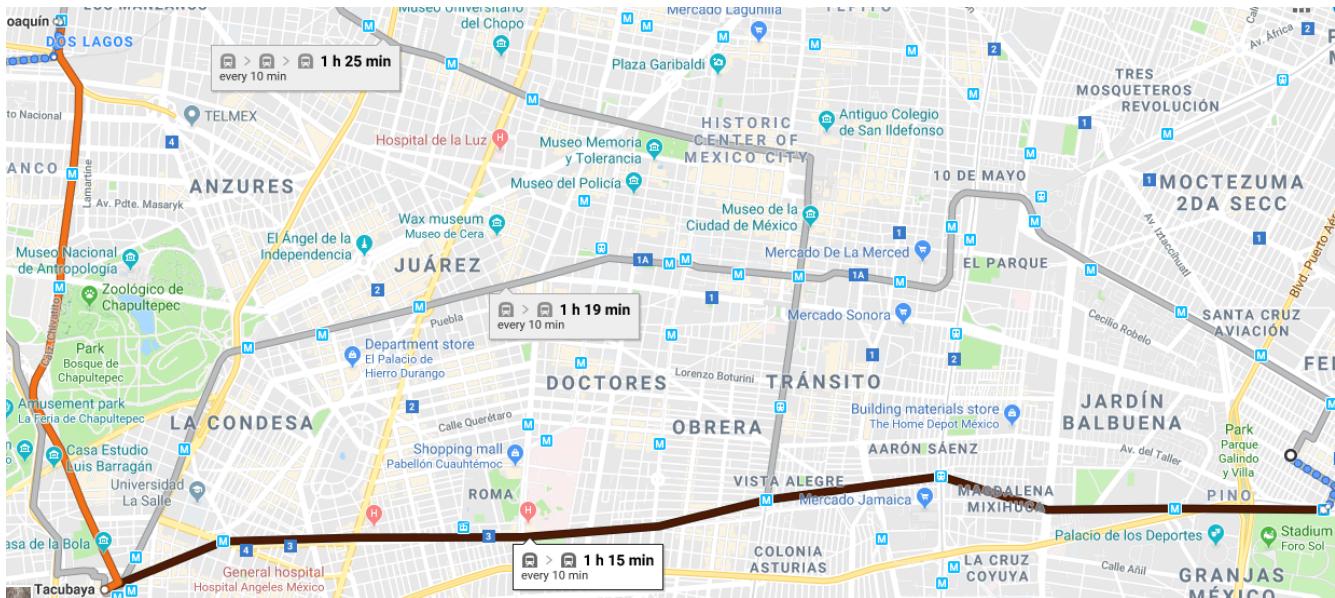


Figura 8: Vista aerea segundo tramo.

El punto crítico de este tramo se encuentra en el cambio de líneas.

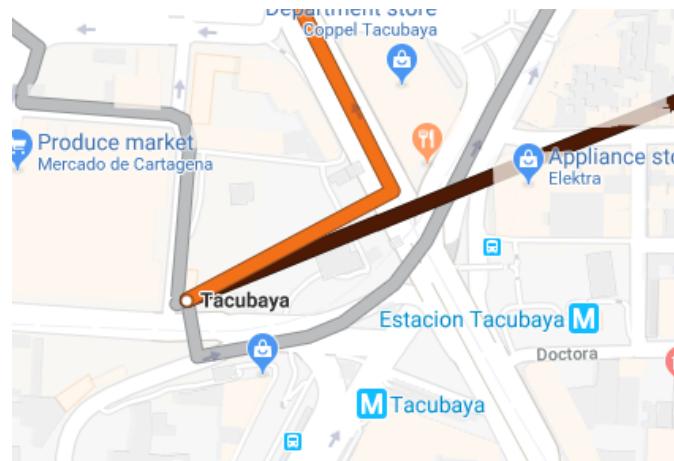


Figura 9: Punto crítico segundo tramo.

### 1.3.3. Tercer tramo

El tercer tramo del recorrido consta de la salida del metro hasta el centro de datos.

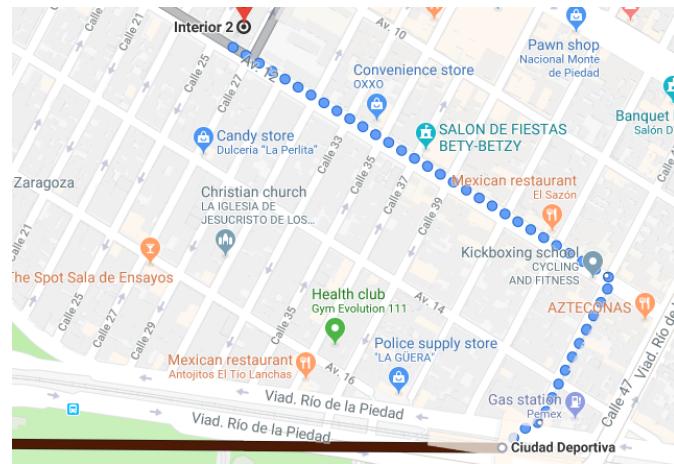


Figura 10: Punto crítico segundo tramo.

En este tramo el punto crítico se encuentra a la salida del metro para mandarlo hacia el corporativo por tendido aéreo.



Figura 11: Punto crítico segundo tramo.

## 1.4. Estimación

### 1.4.1. Ruta principal

- Longitud de recorrido:  $15.5 \text{ km}$
- Longitud redundante:  $15.5 * .20\% = 3.1 \text{ km}$
- Longitud total:  $18.6 \text{ km}$

### 1.4.2. Ruta secundaria

- Longitud de recorrido:  $16.5 \text{ km}$
- Longitud redundante:  $16.5 * .20\% = 3.3 \text{ km}$
- Longitud total:  $19.8 \text{ km}$

## 2. Ruta ISP - Centro de datos

### 2.1. Ruta principal y alternativa

Ruta principal.

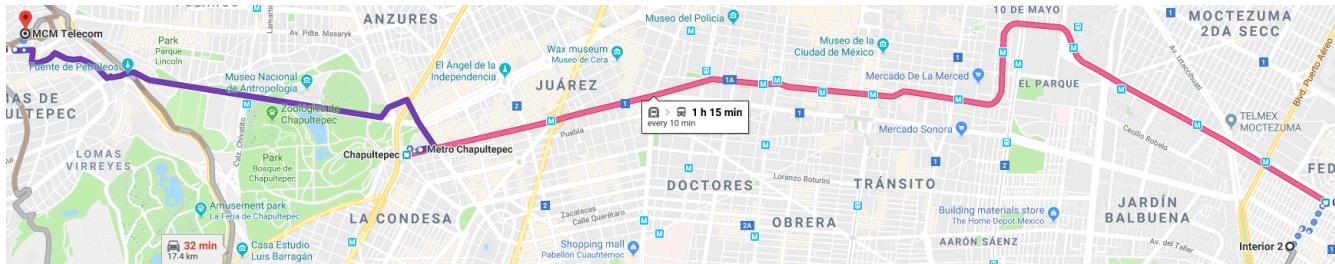


Figura 12: Ruta principal ISP - Centro de datos.

Ruta alternativa.

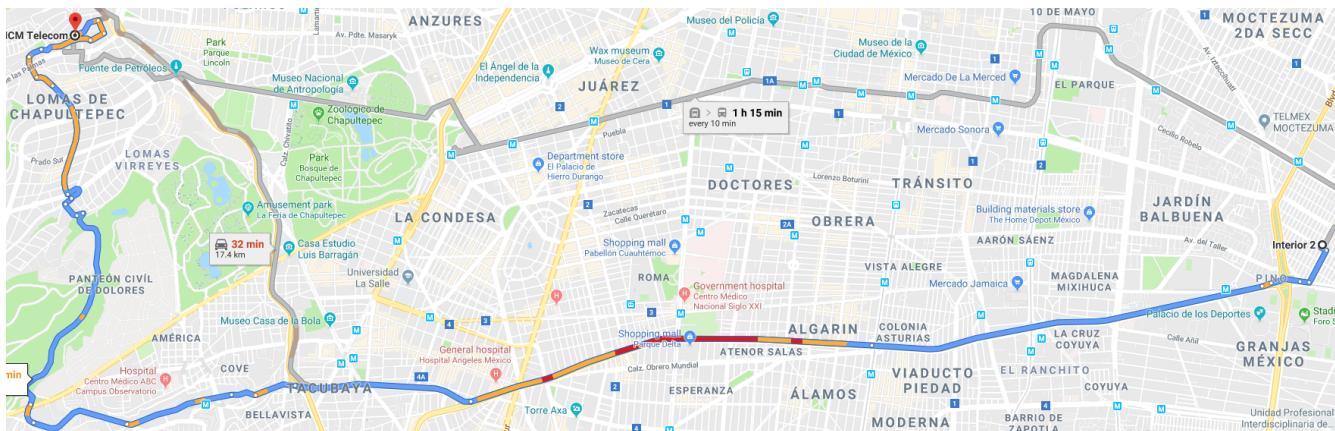


Figura 13: Ruta alternativa ISP - Centro de datos.

## 2.2. Puntos críticos

Los puntos críticos se dividirán en los dos tramos siguientes.

### 2.2.1. Primer tramo

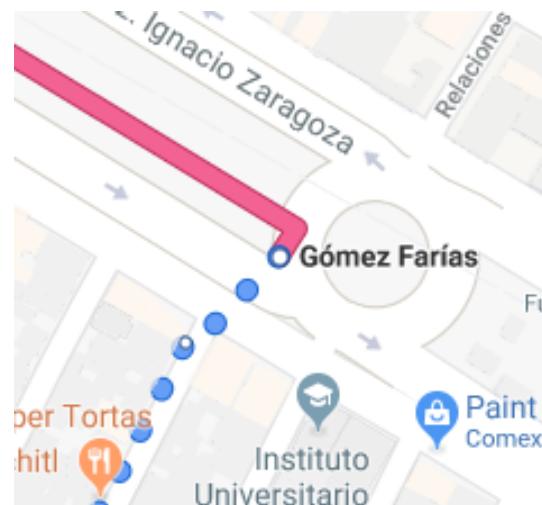


Figura 14: Punto crítico.

El punto crítico se encuentra a la entrada del metro.

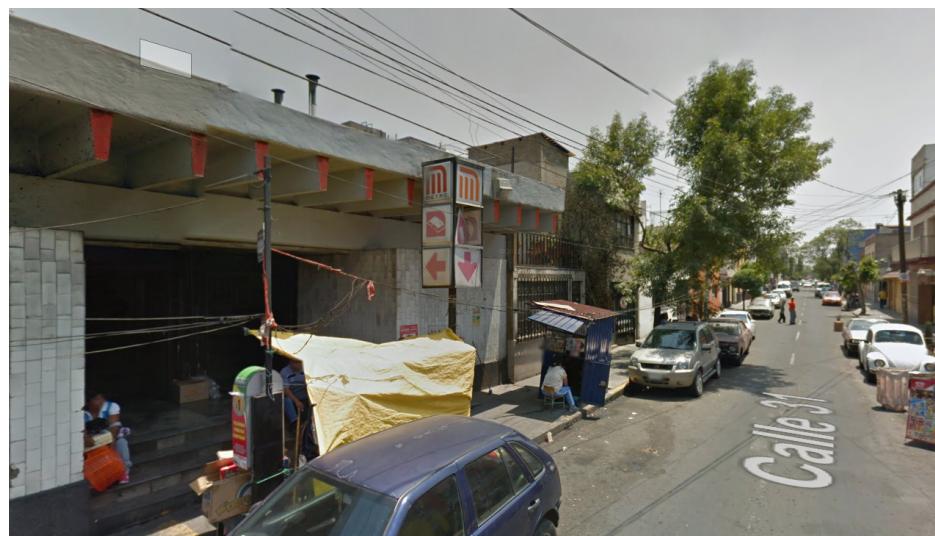


Figura 15: Punto crítico.

El segundo punto crítico se encuentra a la salida del metro Sevilla.

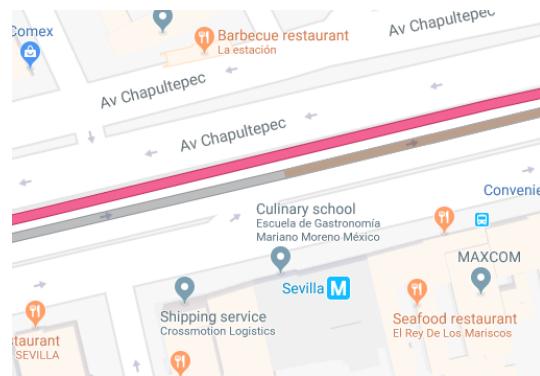


Figura 16: Punto crítico.

Aquí es requerido un cambio de fibra, por lo tanto es un empalme.



Figura 17: Punto crítico.

### 2.2.2. Segundo tramo

El punto crítico que se considero relevante en este tramo es el siguiente.

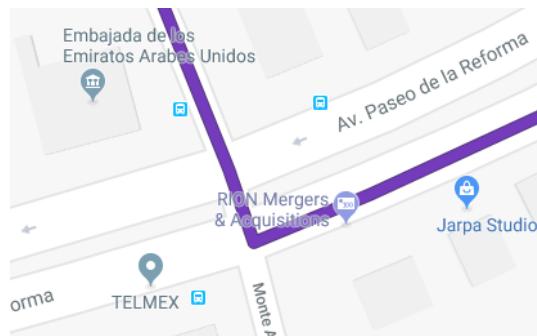


Figura 18: Punto crítico.

Aquí es necesario un empalme debido al cambio de fibra.



Figura 19: Punto crítico.

## 2.3. Estimación

### 2.3.1. Ruta principal

- Longitud de recorrido:  $16.4 \text{ km}$
- Longitud redundante:  $16.4 * .20\% = 3.28\text{km}$
- Longitud total:  $19.88 \text{ km}$

### 2.3.2. Ruta secundaria

- Longitud de recorrido:  $16.1 \text{ km}$
- Longitud redundante:  $16.1 * .20\% = 3.22\text{km}$
- Longitud total:  $19.23 \text{ km}$

### 3. Ductos

#### 3.1. Antecedente

Hoy en día, los cables de fibra óptica casi siempre se instalan en los sistemas de conductos existentes. Normalmente debido a que el sistema de conducto existente está sobrellenado y, por otro lado, una nueva construcción de sistema de conducto es costosa, esos dos factores constituyen un problema.

El sistema de microducto y multiductos y las redes de microcable resuelven el problema de forma integral. Se presentan como un microducto único o como multiductos, es decir, un conjunto o haces de microductos envueltos en una camisa fina exterior o bien dentro de un conducto de diámetro 32,40 ó 50 mm.

Los microductos directos enterrados y de interior se instalan directamente en el suelo o dentro de los edificios. Los multiductos también se instalan dentro de un sistema de conductos existentes aumentando su capacidad o directamente enterrados en el suelo.

##### 3.1.1. Tendido subterráneo

La instalación de fibra óptica que ocurre cuando el cable de fibra óptica se instala bajo tierra en tuberías, o conductos, se conoce como construcción subterránea. En este caso, los cables de fibra se entierran en una zanja. La profundidad de los cables subterráneos varía según muchos factores; sin embargo, normalmente está entre 12 y 36 pulgadas por debajo del nivel de la superficie. En las zonas más frías, los cables de fibra normalmente se entierran por debajo de la línea de congelación para evitar que se dañen. Muchas compañías y contratistas construyen conductos adicionales a lo largo de la ruta, para prevenir futuras excavaciones para instalaciones de cables adicionales.

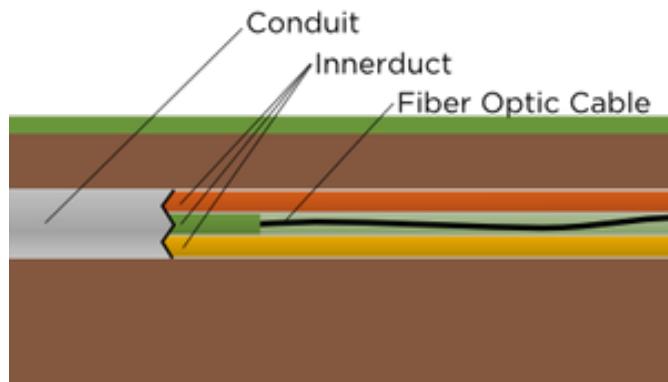


Figura 20: Tendido subterráneo.

### 3.1.2. Tendido aéreo

La construcción de fibra aérea es el proceso por el cual se instala el cable de fibra óptica a lo largo de una línea de postes de servicios públicos. Al colocar la fibra, se necesita un filamento de soporte además del cable. Algunas fibras aéreas están preenganchadas a una hebra de soporte, lo que hace que la colocación sea menos compleja. Los filamentos también pueden ser colocados a lo largo de la ruta primero, con la fibra tirada y anclada al filamento de soporte después. El amarre es el proceso de asegurar el cable de fibra al filamento de soporte a través del alambre de amarre. Cuando se coloca un cable en un poste, la distancia de separación requerida varía dependiendo del tipo de cable o equipo. Estos requisitos a menudo son establecidos por estándares locales, estatales y nacionales.

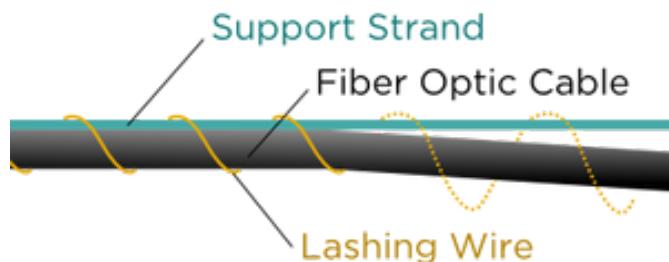


Figura 21: Tendido aéreo.

### 3.2. Ductos para ruta

#### 3.2.1. Material para ruta subterránea e interiores

##### Ducto de protección



Figura 22: Ducto de protección.



Figura 23: Ducto con cinta.

ESPECIFICACIONES	
DIÁMETROS	De 1" hasta 12"
COLORES	Cualquier color requerido
ACABADO	Pre-lubricado interior liso o estriado
FABRICACIÓN	Con cinta de jalado con conductor o sin conductor
PRESENTACIÓN	Rollos bifurcados, trifurcados, tetrafurcados, pentafurcados
TIPO DE ENROLLADO	En rollos flejados o en carretes metálicos

Figura 24: Especificaciones.

### 3.2.2. Material para ruta aérea

De la compañía blue diamond industries se opto por el siguiente producto. Cabe resaltar que este material es opcional dada las características de la fibra elegida para el tendido aéreo.



Figura 25: Ducto de protección.

#### Descripción

El HDPE es un conducto aéreo utilizado en cruces aéreos, de carreteras o de agua y en aplicaciones de edificio a edificio. Blue Diamond ofrece conductos aéreos en dimensiones de 1-1/4" de diámetro True SDR 9 con un cordón galvanizado de 1/4".

## 4. Fibra Óptica

### 4.1. Tendido subterráneo e interior


**Aplicación:**

- Instalación en Ductos
- Instalación Lasheado (sujeto a mensajero de acero).

**Propiedades:**

- Medio de transmisión, sin problemas de inducción en campos eléctricos.
- Diseño con armadura que protege contra el ataque de roedores.

**Fibras Unimodo para operar en longitudes de onda desde 1285nm hasta 1625nm.**

- Fibras Multimodo para operar en longitudes de onda desde 850nm hasta 1300nm.
- Código de colores de fibra óptica especificado en la ANSI/TIA -598-C.

**Especificaciones:**

- ITU-T G.652.D
- ITA/EIA 492AAC-B
- ISO/IEC OM2
- ANSI/TIA-598-C

**EIA/TIA 455**

- ANSI/CEA S-87 640
- IEC 60793-1
- IEC 60794-2
- NMX-I-213-NYCE-2009

**Certificación:**

- Sistema de Calidad ISO 9001:2008

**Características de las fibras**

Tipo de fibra	Atenuación (dB/km @nm)	Diámetro del núcleo ( $\mu$ m @nm)	Diámetro del revestimiento ( $\mu$ m)	Diámetro protección primaria ( $\mu$ m)	$\lambda$ Cero dispersión (nm)	Ancho de banda (Mhz-km)
Unimodo (UM)	$\leq 0.35 @1310$ $\leq 0.20 @1550$	$9.2 \pm 0.4 @1310$ $10.4 \pm 0.5 @1550$	$125 \pm 0.7$	$242 \pm 5$	1310 a 1324	--
Multimodo (MM)	$\leq 2.30 @850$ $\leq 0.60 @1300$	$50.0 \pm 2.5$	$125 \pm 2$	$242 \pm 5$	1295 a 1315	$700 @850\text{nm}$ $500 @1300\text{nm}$

Nota: en fibras UM no se reporta el diámetro del núcleo sino el diámetro del haz luminoso a 1300nm, varía con la longitud de onda.

**Características del cable**

Número de hilos de fibras	Diámetro externo (mm)	Fibras por tubo	Peso (kg/km)	Tensión máxima de instalación (N)	Prueba de compresión (N/cm)	Prueba de impacto kg	Radio mínimo de curvatura (mm)	Temperatura de operación (°C)
6, 12, 24 y 36	$11.0 \pm 0.5$	6	117	2700	300	3 (20 veces)	110	-40 a +70

Nota: Peso y dimensiones sujetos a tolerancias de manufactura.

**Códigos del producto**

Número de hilos de fibras	Unimodo (um)	Longitud de tramos (m)	Multimodo (mm)	Longitud de tramos (m)
6	69199061GX	4000	69199065CX	
12	69199121GX		69199125CX	1000

Figura 26: Fibra interior.

## 4.2. Tendido aéreo



**Aplicación:**

- Instalación en Ductos
- Auto Soportado (sujeto al mensajero de acero).

**Propiedades:**

- Medio de transmisión, sin problemas de inducción en campos eléctricos.
- Diseño de diámetro reducido, lo que facilita el manejo e instalación.
- Fibras Unimodo para operar en longitudes de onda desde 1285nm hasta 1625nm.

### Características de las fibras

Tipo de fibra	Atenuación (dB/km @nm)	Diámetro del núcleo (μm @nm)	Diámetro del revestimiento (μm)	Diámetro protección primaria (μm)	λ Cero dispersión (nm)	Ancho de banda (Mhz-km)
Unimodo (UM)	≤ 0.35 @1310	9.2 ± 0.4 @1310	125 ± 0.7	242 ± 5	1310 a 1324	--
	≤ 0.20 @1550	10.4 ± 0.5 @1550				
Multimodo (MM)	≤ 2.30 @850 ≤ 0.60 @1300	50.0 ± 2.5	125 ± 2	242 ± 5	1295 a 1315	700 @850nm 500 @1300nm

Nota: en fibras UM no se reporta el diámetro del núcleo sino el diámetro del haz luminoso a 1300nm, varía con la longitud de onda.

### Características del cable

Número de hilos de fibras	Diámetro externo (mm)	Espesor de corbata (mm)	Altura de corbata (mm)	Altura total del cable (mm)	Peso neto del cable (kg/km)
6, 12, 24 y 36	8.8	3	4	18.3	130

Nota: Peso y dimensiones sujetos a tolerancias de manufactura.

Fibras por tubo	Peso (kg/km)	Temperatura de operación (°C)	Vano de operación (m)	Tensión máxima de instalación (N)	Prueba de compresión (N/cm)	Radio mínimo de curvatura (mm)
6	76	-40 a +75	70	5000	220	88

### Códigos del producto

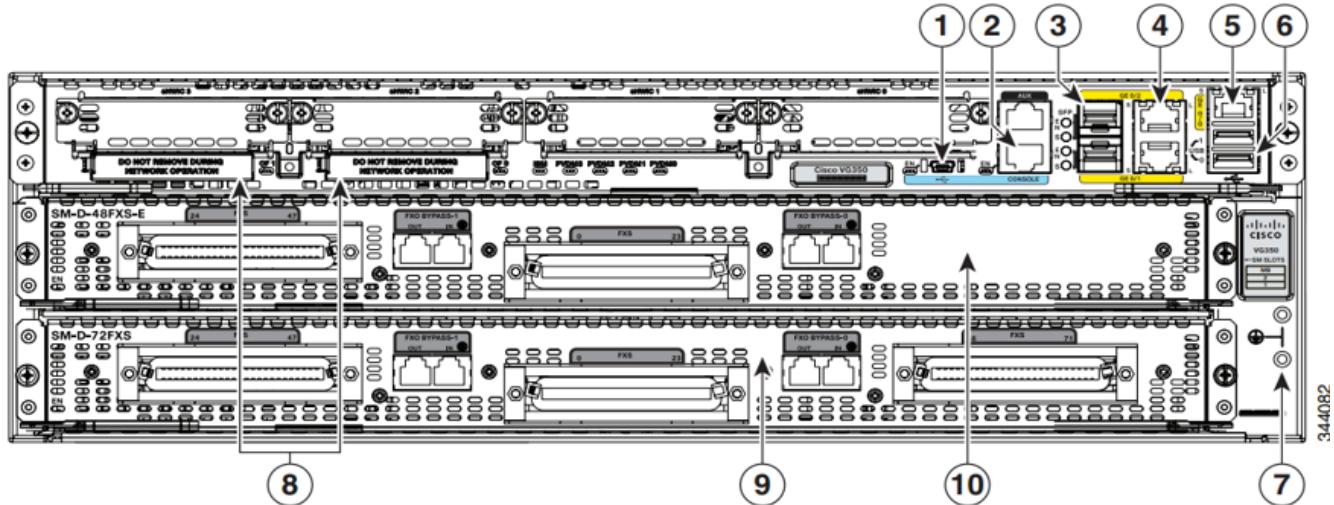
Número de hilos de fibras	Unimodo (um)	Longitud de tramos (m)	Multimodo (mm)	Longitud de tramos (m)
6	69188061GX	4000	69188065CX	1000
12	69188121GX		69188125CX	
24	69188141CV		69188145CV	

Figura 27: Fibra exterior.

## 5. Equipos

### 5.1. Gateway

Cisco VG350



<b>1</b>	USB serial console port	<b>6</b>	USB0 and USB1 (1, Top)
<b>2</b>	RJ-45 serial console port	<b>7</b>	Ground
<b>3</b>	SFP1 and SFP2 (2, Top)	<b>8</b>	CompactFlash 0 and 1 (0, Far right)
<b>4</b>	10/100/1000 Ethernet ports GE 0/1 and GE 0/2 (GE 0/2,Top)	<b>9</b>	SM-D-72FXS Service Module
<b>5</b>	10/100/1000 Ethernet port GE 0/0	<b>10</b>	SM-D-48FXS-E Service Module

Figura 28: Gateway.

## 5.2. CWDM

### Cisco CWDM-SFP10G-1310 Compatible 10G



#### Detalles de productos

Cisco Compatible	CWDM-SFP10G-1310	Nombre de vendedor	FS
Tipo de forma	SFP+	Velocidad de datos máxima	11.0957Gbps
Longitud de onda	1310nm	Distancia de cable máxima	40km
Interfaz	LC dúplex	Componentes ópticos	DFB CWDM
Tipo de cable	SMF	Soporte de DOM	Sí
Potencia de Transmisión (TX)	0~5dBm	Sensibilidad de receptor	<-16dBm
Rango de temperatura comercial	0 a 70°C (32 a 158°F)	Protocolos	Cumple con MSA

Figura 29: CWDM Cisco.

## 6. E-commerce

El comercio electrónico, también conocido como comercio electrónico o comercio por Internet, se refiere a la compra y venta de bienes o servicios a través de Internet, y a la transferencia de dinero y datos para ejecutar estas transacciones. El comercio electrónico se utiliza a menudo para referirse a la venta de productos físicos en línea, pero también puede describir cualquier tipo de transacción comercial que se facilita a través de Internet.

Mientras que el comercio electrónico se refiere a todos los aspectos del funcionamiento de un negocio en línea, el comercio electrónico se refiere específicamente a la transacción de bienes y servicios.

### 6.1. Tipos de Modelos de E-commerce

Hay cuatro tipos principales de modelos de comercio electrónico que pueden describir casi todas las transacciones que tienen lugar entre consumidores y empresas.

#### 6.1.1. De empresa a consumidor (B2C)

Cuando un negocio vende un bien o servicio a un consumidor individual (por ejemplo, usted compra un par de zapatos a un minorista en línea).

#### 6.1.2. De empresa a empresa (B2B)

Cuando un negocio vende un bien o servicio a otro negocio (por ejemplo, un negocio vende software como un servicio para que otros negocios lo usen).

## 6.2. Ejemplos de comercio electrónico

El comercio electrónico puede adoptar diversas formas que implican diferentes relaciones transaccionales entre empresas y consumidores, así como diferentes objetos que se intercambian como parte de estas transacciones.

#### 6.2.1. Venta al por mayor

La venta de productos a granel, a menudo a un minorista que los vende directamente a los consumidores.

#### 6.2.2. Productos físicos

Cualquier bien tangible que requiera que se reponga el inventario y que los pedidos se envíen físicamente a los clientes a medida que se realizan las ventas.

## 7. Arquitectura

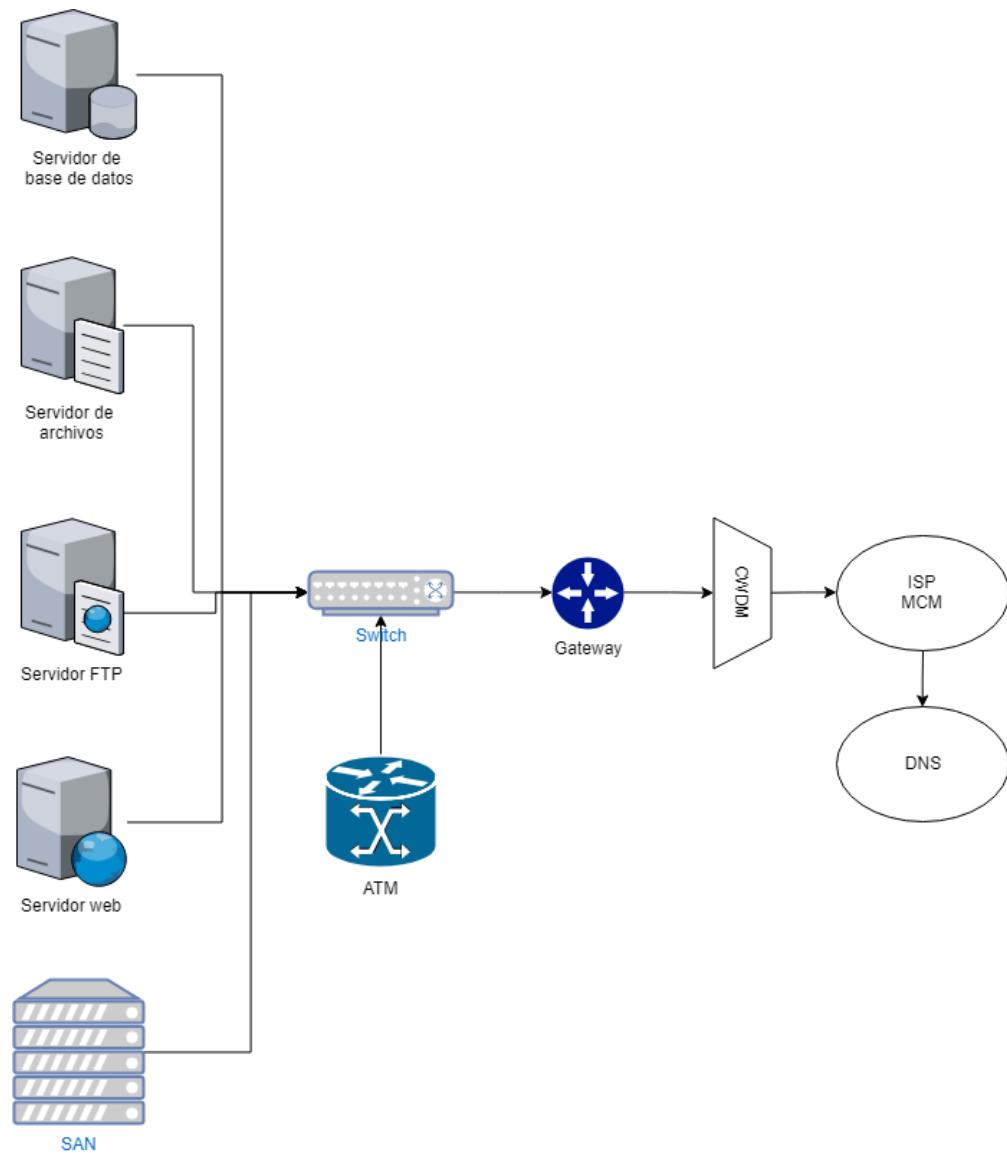


Figura 30: Arquitectura.

## 8. Cálculos

8.1. Ruta Corporativo - Centro de datos

8.2. Ruta ISP - Centro de datos

## 9. Poligonal

### 9.1. Coordenadas

- **La Costeña corporativo:** *N19.44 W99.20*
- **Central Telmex Polanco:** *N19.43 W99.20*
- **Centro de datos:** *N19.41 W99.09*
- **Central Telmex Moctezuma:** *N19.42 W99.09*
- **MCM Telecom:** *N19.43 W99.21*

## 10. Perfil de elevación

### Referencias

- [1] <https://sunesysllc.wordpress.com/2014/05/20/aerial-vs-underground-fiber/>
- [2] <https://pestan.net/en/hdpe-cable-protection-pipes/>
- [3] <https://www.shopify.com/encyclopedia/what-is-ecommerce>
- [4] <https://fibremex.com/fibraoptica/index>