

Diseño de una red de Fibra Óptica para un sistema de Video vigilancia

AGENDA

1. Introducción
2. Identificación y descripción del problema
3. Propuesta de solución al problema
4. Fundamentos teóricos
5. Desarrollo del diseño
6. Costo del diseño
7. Conclusiones y recomendaciones
8. Bibliografía

1. Introducción

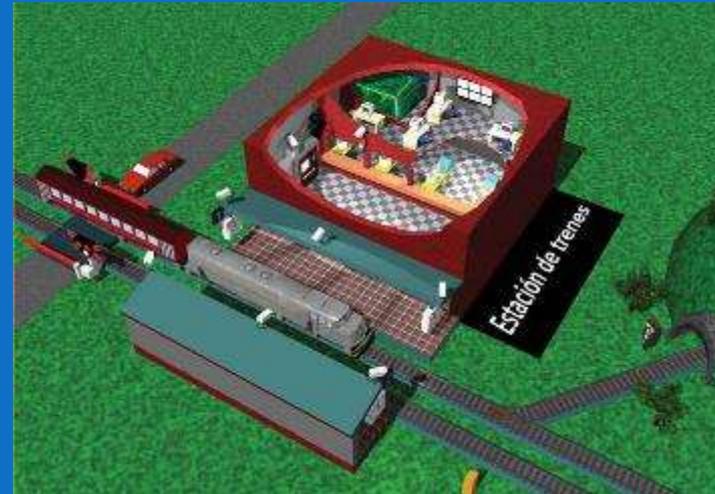
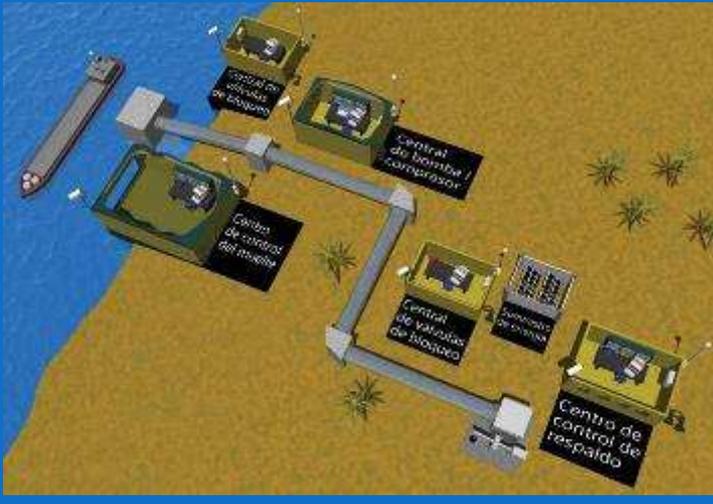
Videovigilancia: Alternativas de transmisión de Señal



Cable Coaxial
Cable UTP
Inalámbrico
Fibra Óptica

2. Identificación y descripción del problema

- Limitaciones al transmitir señales de video a grandes distancias.
Ralentización de las imágenes.
- Poco ancho de banda.



Sistemas de vigilancia, en lugares de gran extensión [1].

Limitación de medios de transmisión



Cable Coaxial : Long. Max. 228 mts

Cable UTP : Long. Max. 100 mts

Máximo alcance sin atenuación del cable coaxial y UTP.

Insuficiente Ancho de Banda



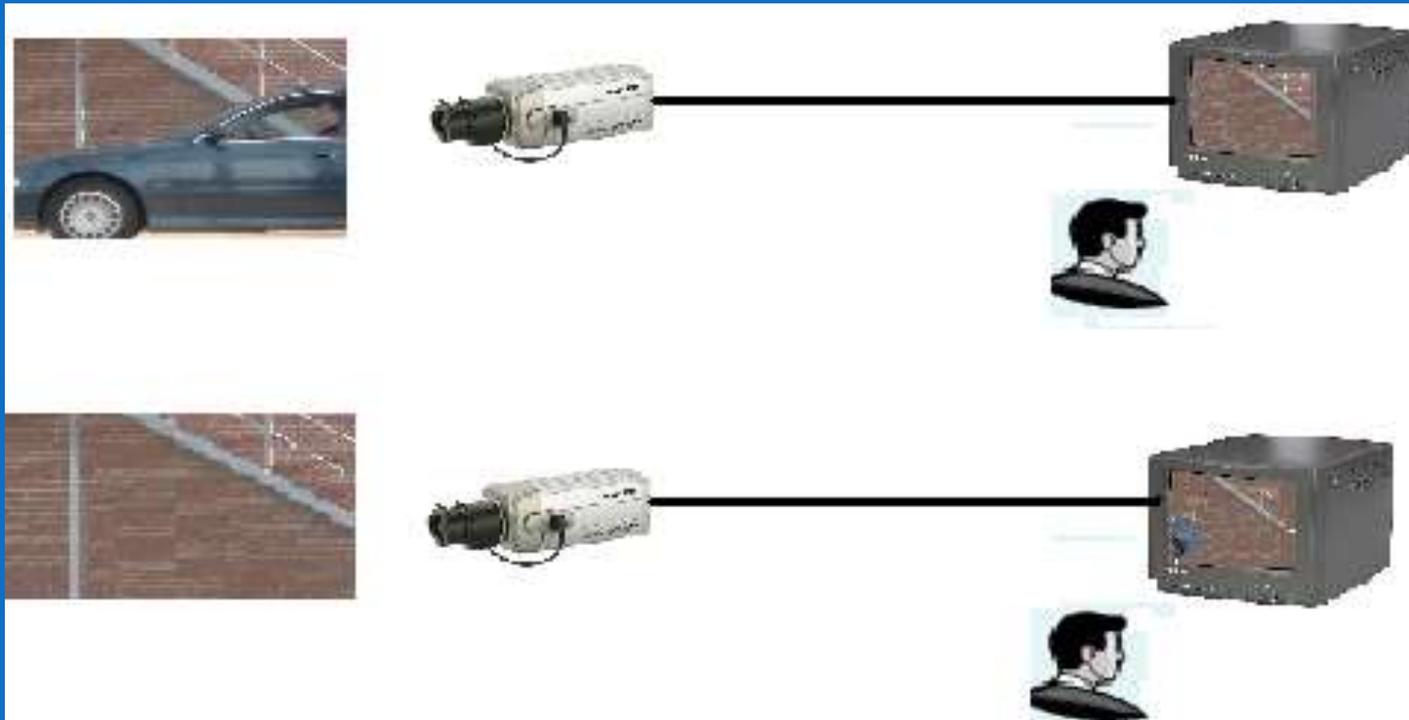
Imagen sin degradación [2].



Imagen degradada [2].

Ralentización de imágenes

- Deficiente servicio de video vigilancia.
- Pequeños periodos de tiempo que transcurren entre despliegues de imágenes.
- Sucesos pueden ocurrir sin ser captados debido a la lentitud de las imágenes.



3. Propuesta de Solución al Problema



Diseño de una red de fibra óptica

4. Fundamentos Teóricos



Qué son los sistemas de
Video vigilancia?



Sistemas de Video vigilancia

Cámara



Medio de Transmisión



Monitor



Video Grabador Digital

Requerimientos de diseño

El análisis de estos requerimientos permiten entender el comportamiento futuro de la red que se diseña.

- Fiabilidad y Disponibilidad
- Escalabilidad
- Números de imágenes a transmitir
- Latencia
- Ancho de banda

Cámaras de Video vigilancia

- Cámaras Fijas.
- Cámaras PTZ.

Las cámaras están provistas de un sensor CCD que transforma la señal capturada por la lente en señal eléctrica.



Especificaciones importantes en la elección de una cámara

- Resolución.
- Sensibilidad.
- Distancia focal.



Equipo Videograbador Digital (DVR)

- Computadora diseñada para recibir señales de video.
- Permiten comprimir señales de video para que puedan ser grabadas en un disco duro.



Fibra Óptica

Ventajas:

- Gran Ancho de Banda.
- Se puede transmitir a grandes distancias.

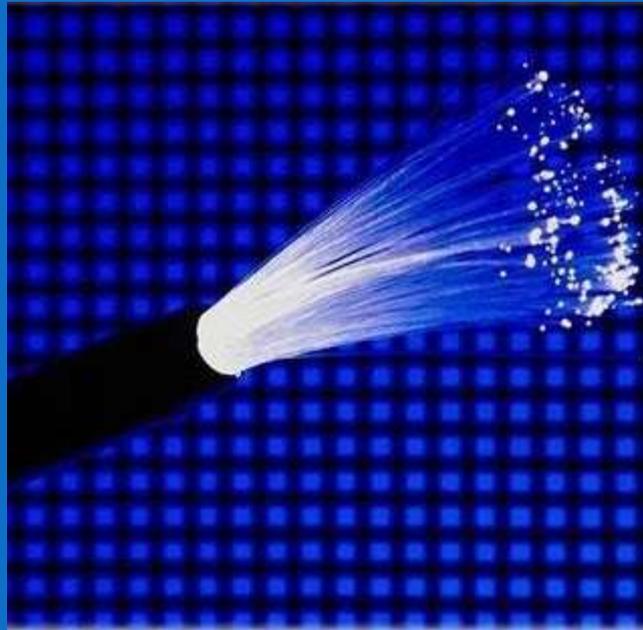
Dependiendo de las distancias a cubrir en el diseño se puede usar:

Fibra monomodo o,
Fibra multimodo.

Parámetros que limitan su ancho de banda:

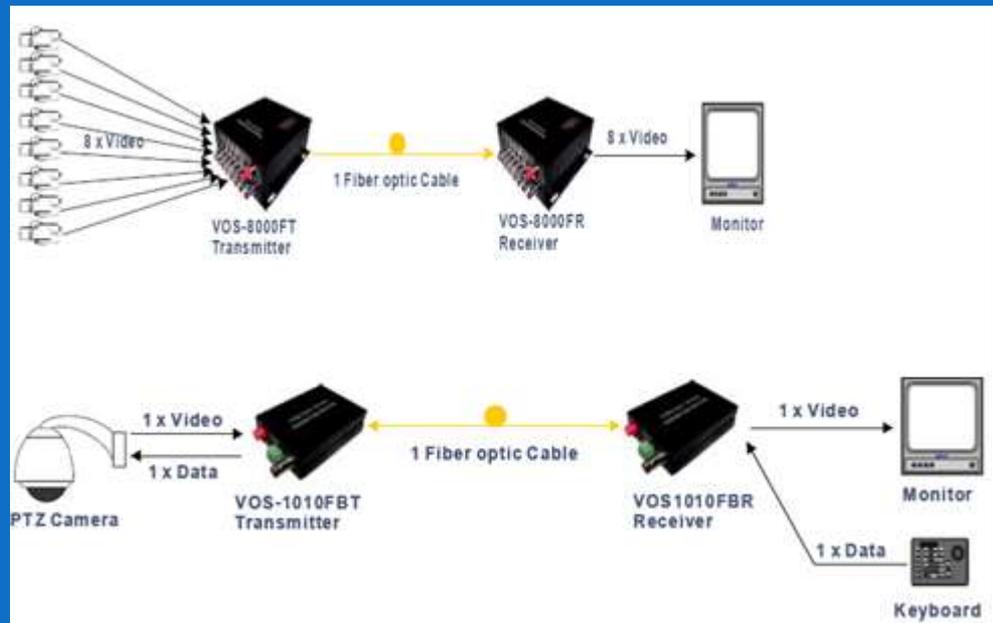
Atenuación

Dispersión



Equipos de Transmisión y Recepción Óptica

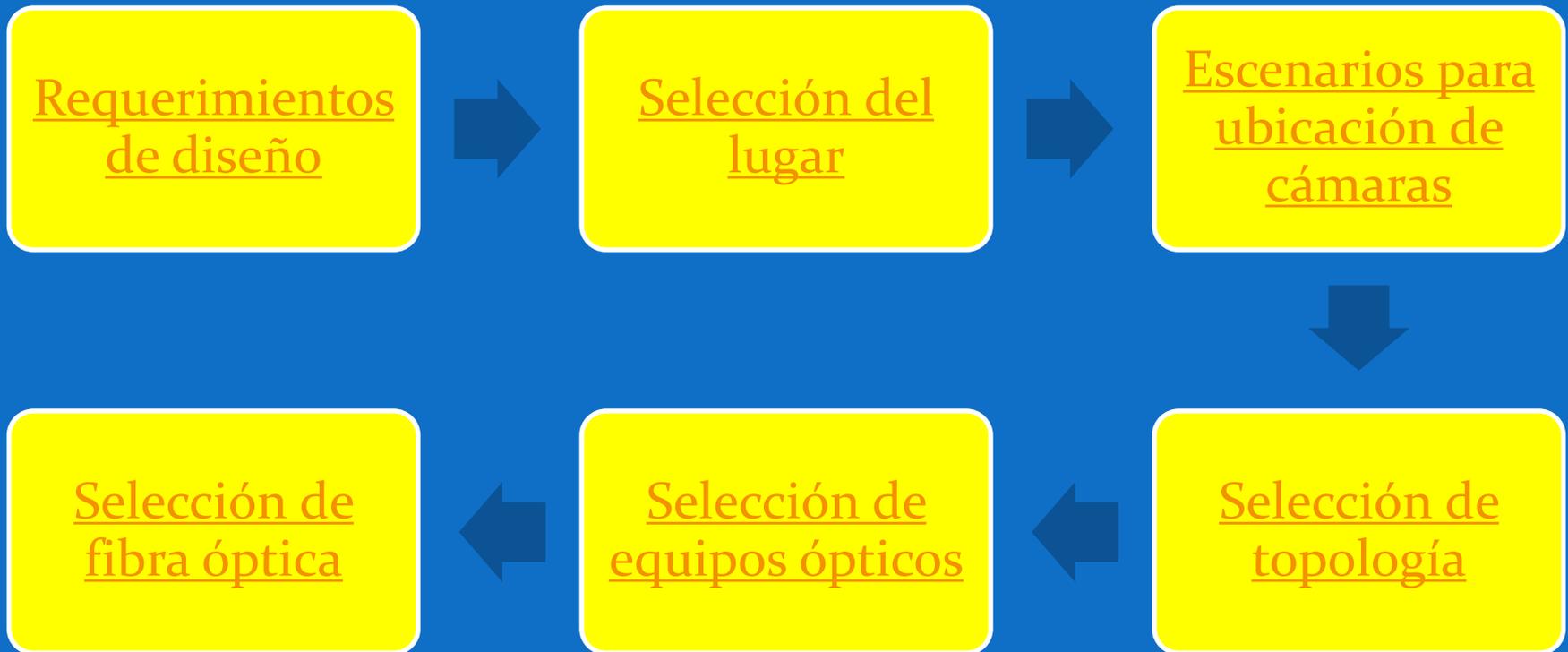
- Para distancias menores a 1Km, se puede utilizar equipos ópticos que utilizan como emisores de luz, el diodo LED.
- Transmisores, transforman la señal eléctrica en señales de luz.
- Receptores, transforman la señal de luz en señales eléctricas.
- Para cámaras PTZ, estos equipos están provistos de una entrada de datos que permiten al operador controlar el movimiento de la cámara.



5. Desarrollo del diseño



Diseño de una red de fibra óptica

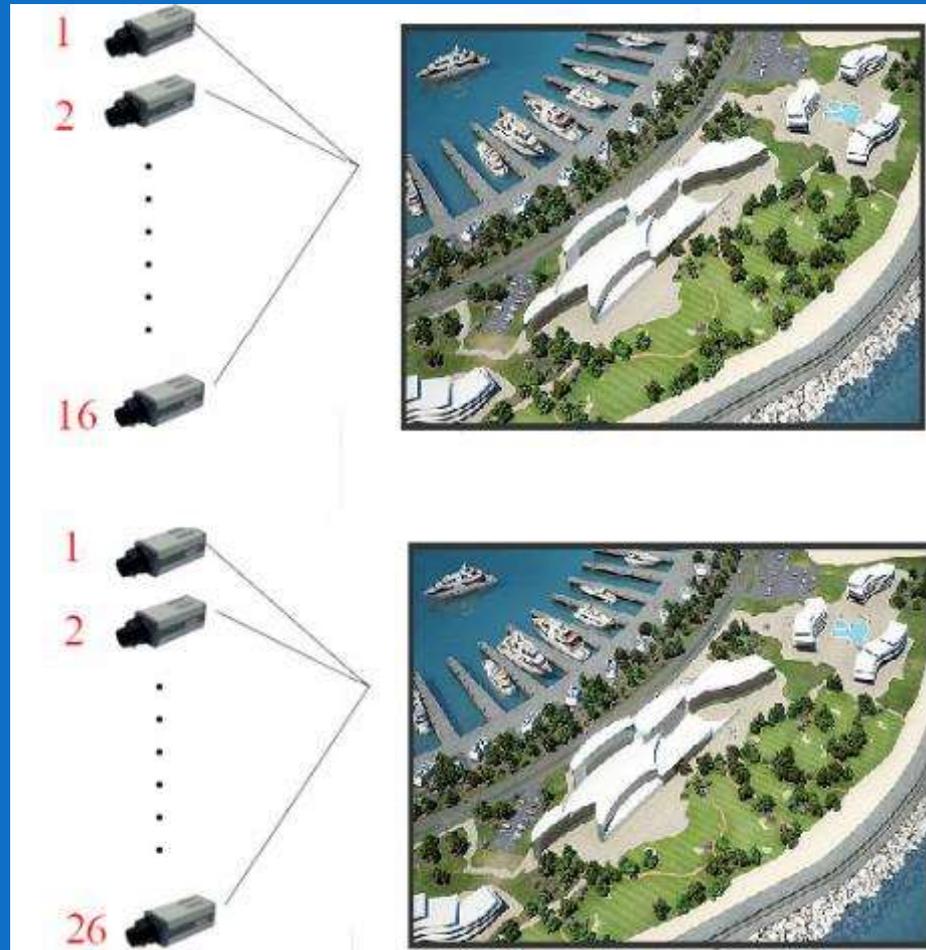


Escalabilidad

Crecimiento a futuro.

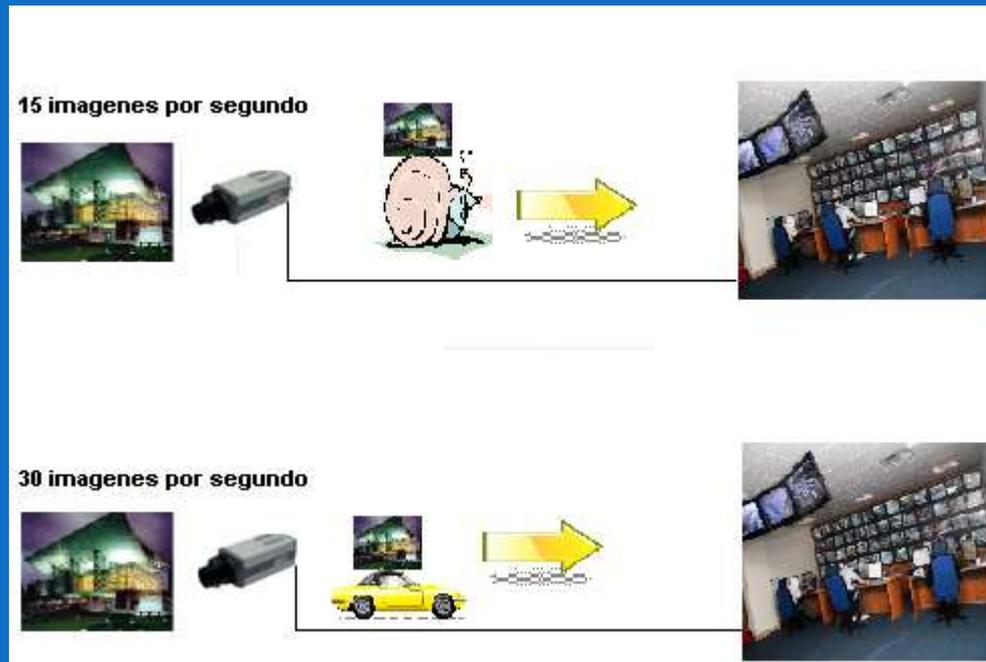
Es recomendable utilizar:

- Equipos modulares
- Hacer uso de la fibra óptica oscura



Se habilitan nuevas áreas, aumenta el número de cámaras a usar.

Número de imágenes a transmitir



Para evitar ralentización se deben transmitir en NTSC 30 ips.

Latencia



Tiempo desde que la imagen se transmite hasta que es detectada.

Ancho de Banda

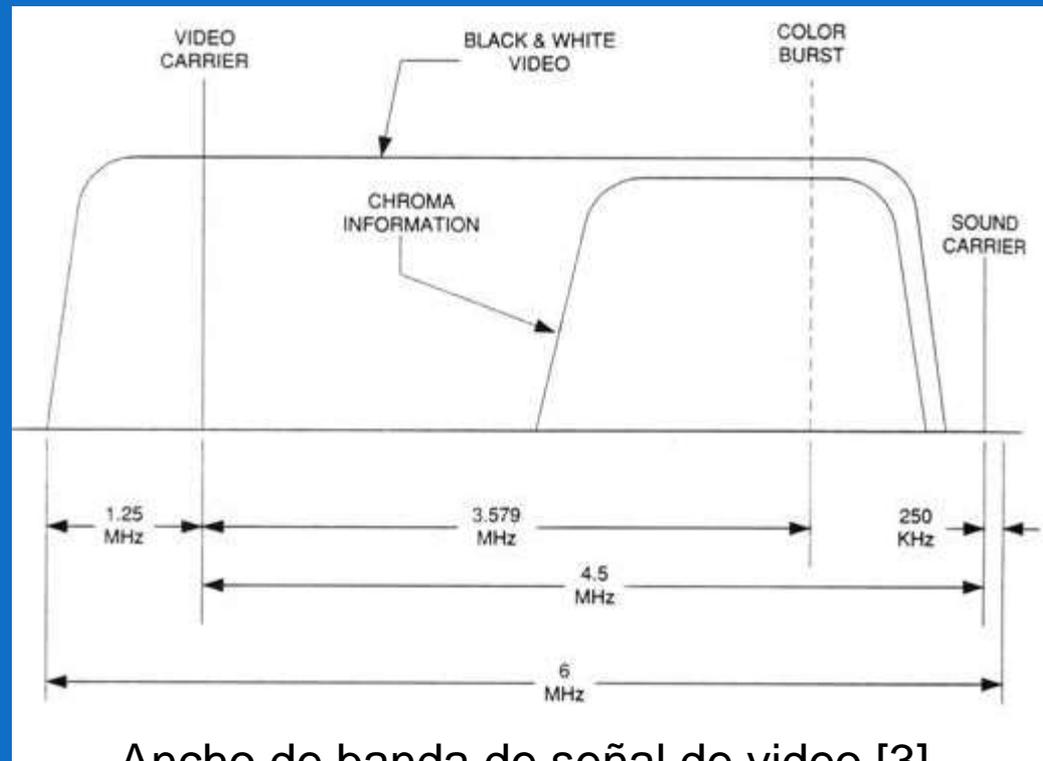
- De una señal de video es de 6 MHz.

- Depende del medio de transmisión usado.

Limitación en ancho de banda:

- Baja calidad de imágenes

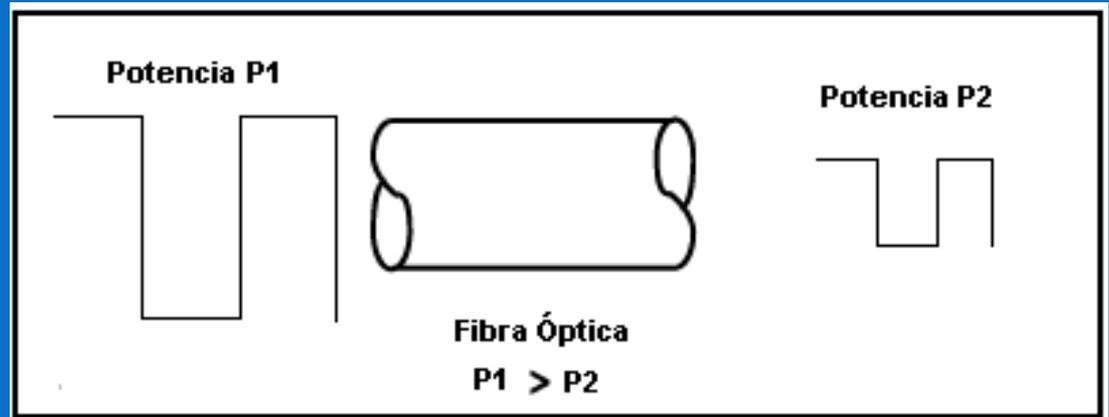
- Ralentización de la imagen observada.



Ancho de banda de señal de video [3].

Atenuación

Pérdida de la potencia óptica cuando la señal viaja a través de la fibra.

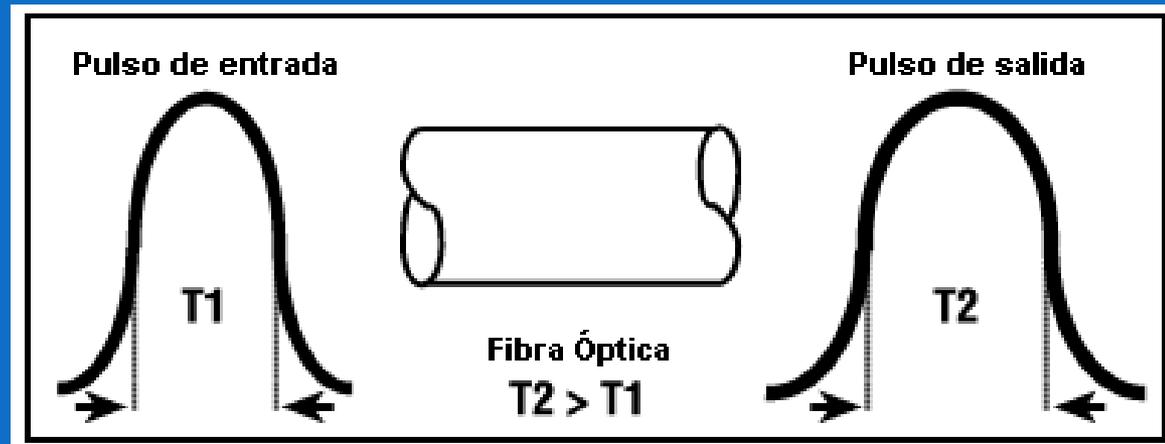


Dispersión

Se produce por las características propias del material de la fibra.

La más importante es la dispersión cromática.

La luz transmitida presenta un rango de longitudes de onda, cada una de las cuales viaja a diferentes velocidades, esto causa el ensanchamiento del pulso de luz transmitido en el tiempo.



Ensanchamiento del pulso transmitido [4].

Requerimientos del diseño de Red.

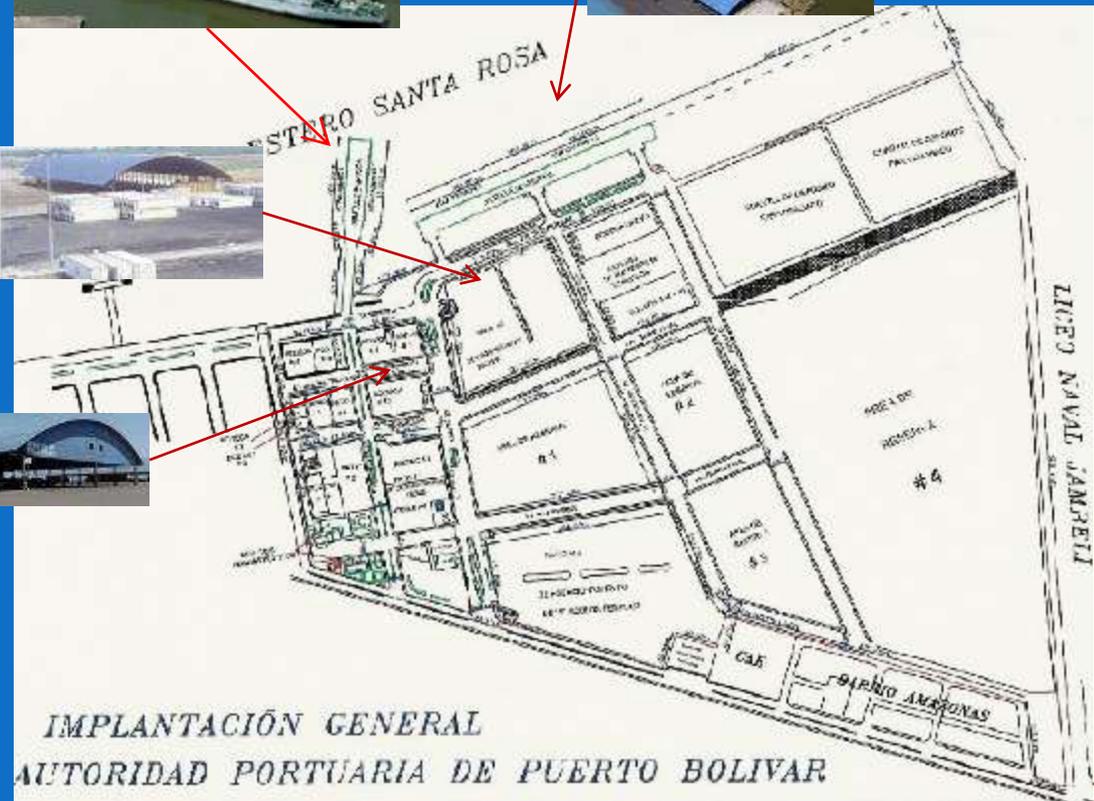
Requerimientos	Requerimientos de diseño	Justificación
Localización y número de usuarios	Central de monitoreo y grabación de señales de video.	Se requiere vigilancia las 24 horas con monitoreo continuo. La grabación se puede hacer por un lapso de 2 a 3 meses, teniendo respaldo de discos.
Expectativa de crecimiento del sistema		
Después de 1 año	Se desea incrementar el número de cámaras en un 15%.	Se contempla ampliación del lugar, nuevas áreas serán habilitadas.
Expectativas del usuario		
Fiabilidad	La fiabilidad debe ser del 100% o cercana.	Un instante de tiempo en que falle el sistema puede traer graves consecuencias, para evitar estos casos es necesario disponer de una segunda fibra de transporte de señal de video, de tal forma que si una falla, pueda entrar operar la segunda fibra.
Disponibilidad	El sistema debe estar disponible en todo momento, ante cualquier falla la solución debe ser inmediata.	La disponibilidad del sistema la definimos en 99.99%, el máximo de disponibilidad, el tiempo en que el sistema podría tener problema debe ser muy pequeño, al año sería de 53 minutos.
Escalabilidad	El diseño debe incorporar equipos de comunicación modular.	Se requerirá aumentar el número de cámaras para vigilar nuevas áreas.
Exigencias técnicas del diseño		
Ancho de banda.	Estará determinado por el tipo de fibra a usar y por los equipos ópticos.	El ancho de banda debe ser lo suficiente para reducir el problema de latencia. Aunque no está contemplado en el diseño, pero puede ser que un futuro la red pueda ser utilizada para transmitir datos.
Latencia	La latencia debe ser la más baja posible, menor a 100ms.	Para disminuir la ralentización de las imágenes se debe tener baja latencia, la ralentización de las imágenes provoca una baja calidad de vigilancia.
Imágenes a transmitir	Se podrían transmitir entre 20 a 30 imágenes por segundo.	Para realizar un monitoreo en tiempo real usando un formato de video NTSC, es necesario transmitir 30 imágenes por segundo.

Áreas del lugar

- El área total de Puerto Bolívar es de 44 hectáreas.

- Dispone de diferentes áreas:

- Bodegas
- Muelles
- Zonas Administrativas
- Áreas de Reservas
- Entradas Vehiculares
- Entradas Peatonales.



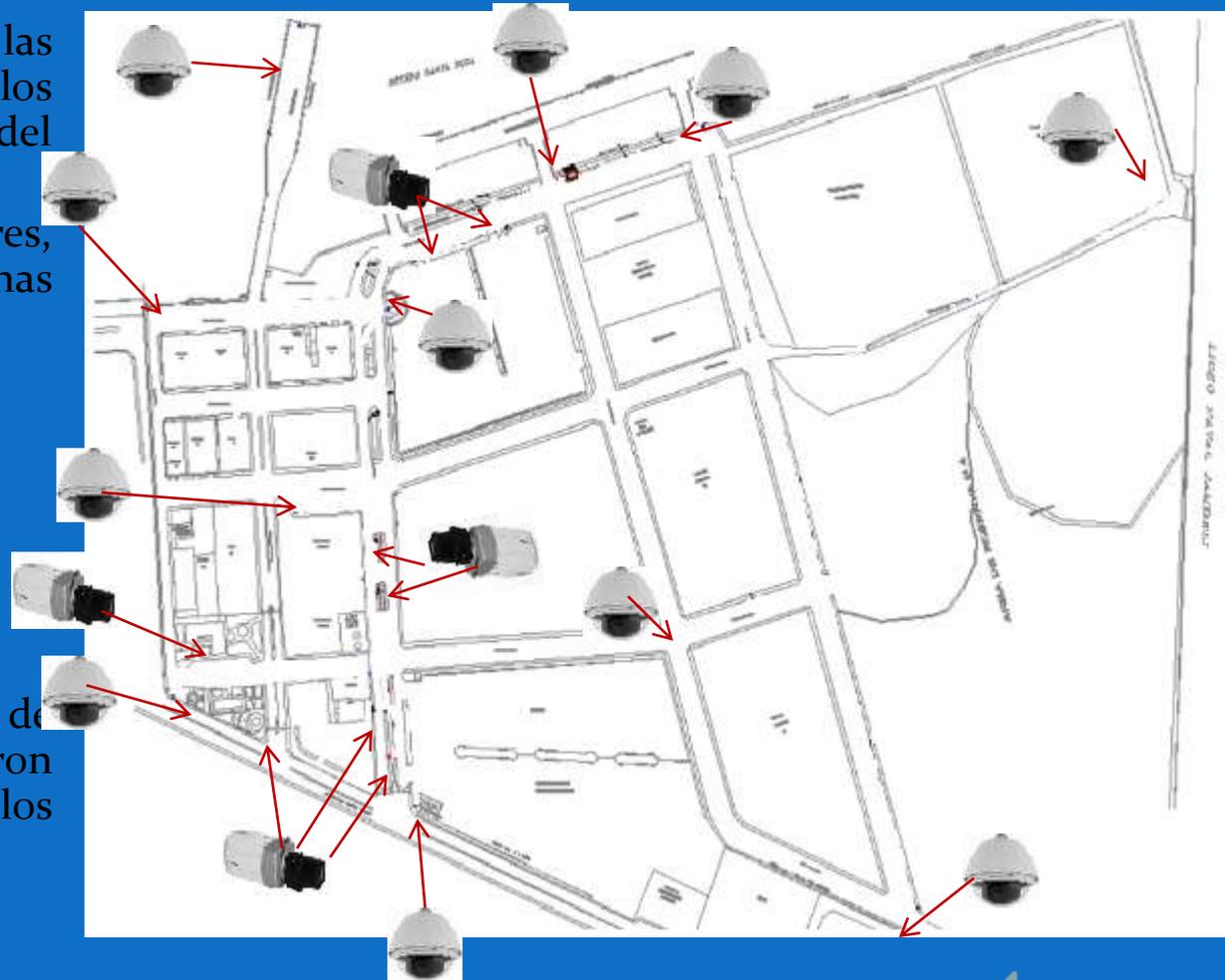
Escenarios para ubicación de cámaras

Para la ubicación de las cámaras se seleccionó los lugares más vulnerables del puerto:

- Entradas vehiculares, peatonales y zonas administrativas.
- Muelles
- Zonas perimetral
- Vías interiores
- Bodegas y áreas abiertas.

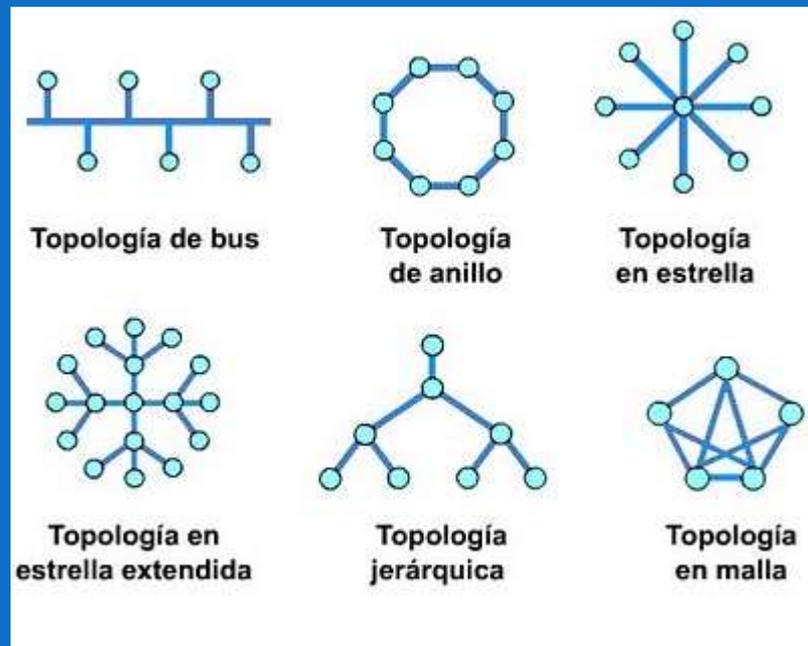
Se usan 27 cámaras.

Para la selección del tipo de cámaras se establecieron distintos escenarios en los lugares seleccionados.



Topologías de Red

- Topología lógica
- Topología Física



Equipos ópticos seleccionados

Se seleccionó equipos ópticos del fabricante FIBERLINK, para la selección se consideró las características del equipo.

Se realizaron cálculos de ancho de banda eléctrico y cálculos de pérdidas de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante y con la fibra que a usar.



Wavelength	Loss(dB)	Distance (km)
850 MM	0-20	0-.75
1310 MM	0-25	0-2
1310 SM	0-23	0-55
1550 SM	0-25	0-80

SM = Single Mode Fiber
MM = MultiMode Fiber

Selección de la fibra óptica

La fibra óptica seleccionada es de tipo OM2, el fabricante garantiza que a distancia de hasta 500 metros se consigue velocidades de 1Gbps, la longitud de onda de trabajo seleccionada es de 1310 nm.

El cable de fibra óptica seleccionada es de doble armadura, con protección contra la humedad y ataques de roedores.

Bandwidth	High Performance EMB*	Legacy Performance EMB**	
	(MHz·km)	(MHz·km)	(MHz·km)
Corning Optical Fiber	850 nm Only	850 nm	1300 nm
InfiniCor eSX+ fiber	4700	3500	500
InfiniCor SX+ fiber	2000	1500	500
InfiniCor SXi fiber	850	700	500

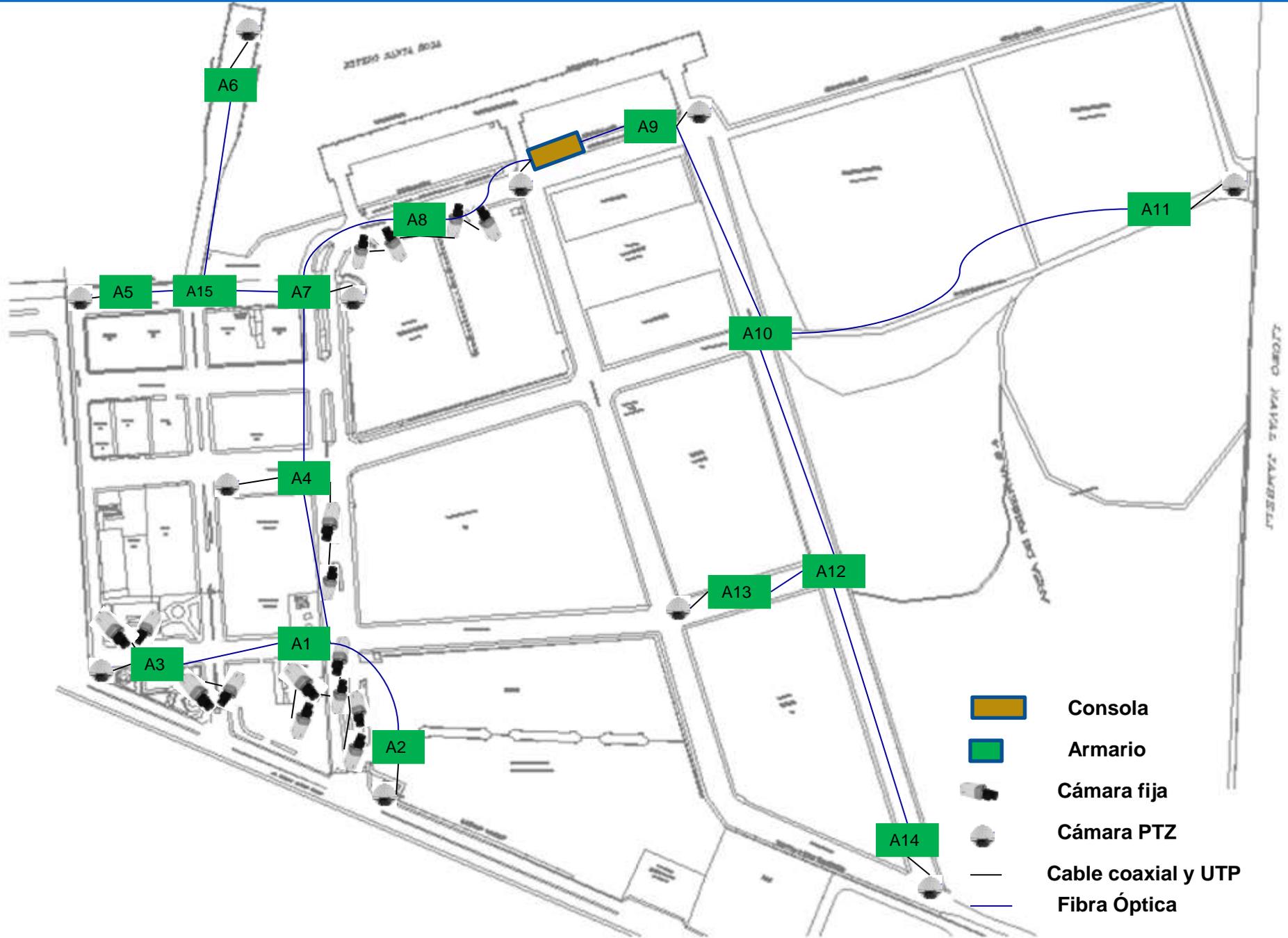
*Ensured via minEMB; per TIA/EIA 455-220A and IEC 60793-1-49, for high performance laser-based systems (up to 10 Gb/s).

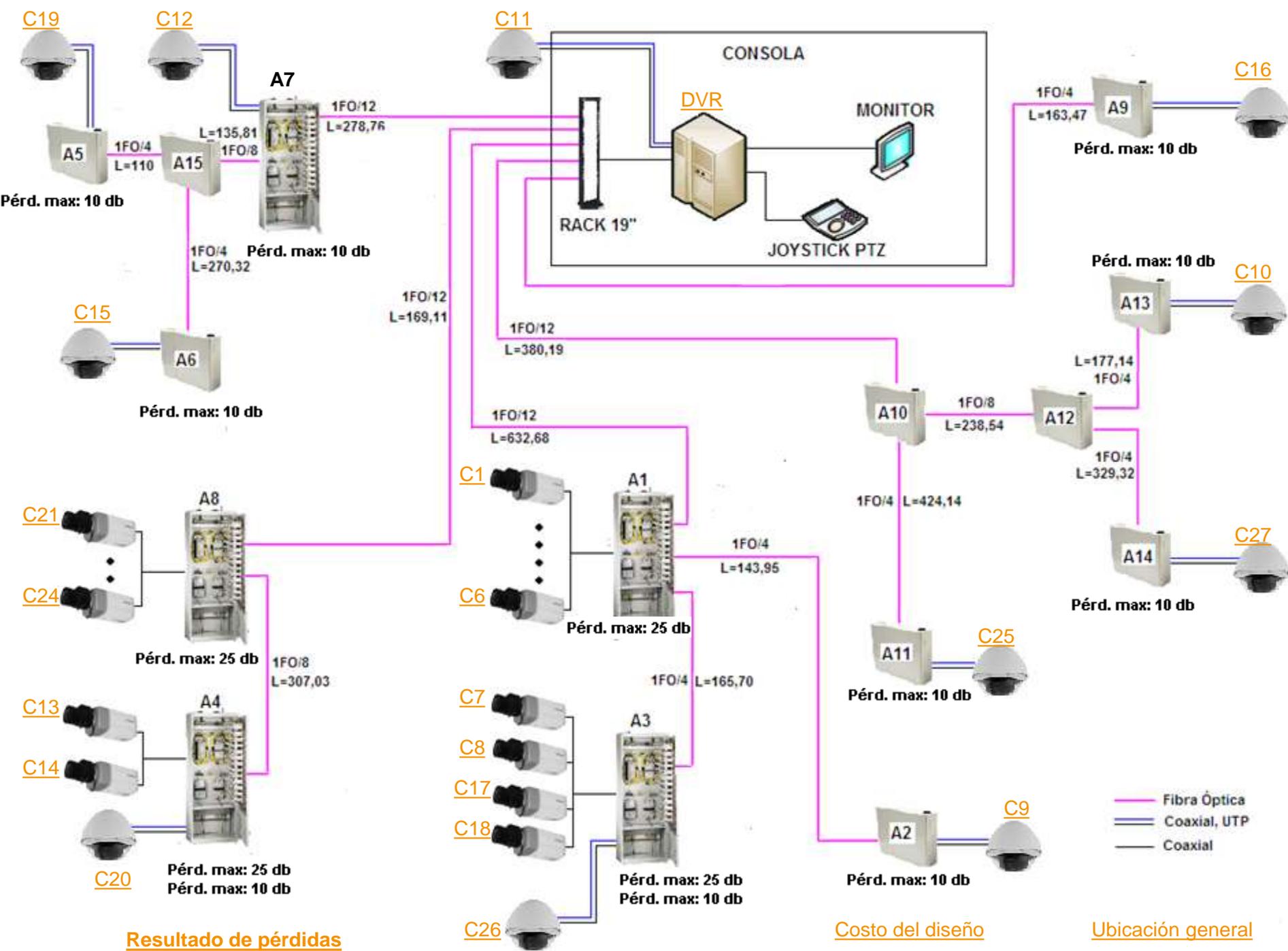
**OFL BW, per TIA/EIA 455-204 and IEC 60793-1-41, for legacy and LED-based systems (typically up to 100 Mb/s).

Attenuation	Maximum Value
Wavelength (nm)	(dB/km)
850	≤ 2.3
1300	≤ 0.6

No point discontinuity greater than 0.2 dB.
Attenuation at 1380 nm does not exceed the attenuation at 1300 nm by more than 3.0 dB/km.
Induced attenuation from 100 turns around a 75 mm mandrel shall be ≤ 0.5 dB at 850 nm and 1300 nm.

Numerical Aperture
0.200 ± 0.015





Resultados de ancho de banda óptico, eléctrico y velocidad de transmisión.

Enlaces	Distancia del enlace (m)	Velocidad de transmisión (Mbps)	Ancho de Banda Optico (MHz)	Ancho de Banda Eléctrico (MHz)	Número de cámaras
L1	632,68	806,45	604,84	429,43	6
L2	776,63	674,10	505,58	358,96	1
L3	798,38	657,90	493,43	350,33	5
L4	476,14	1026,70	770,03	546,72	3
L5	524,57	947,00	710,25	504,28	1
L6	684,89	753,01	564,76	400,98	1
L7	278,76	1612,90	1209,68	858,87	1
L8	169,11	2475,20	1856,40	1318,04	4
L9	163,47	2535,50	1901,63	1350,15	1
L11	804,33	654,45	490,84	348,49	1
L13	795,87	659,63	494,72	351,25	1
L14	948,05	565,61	424,21	301,19	1



6. Costo del diseño

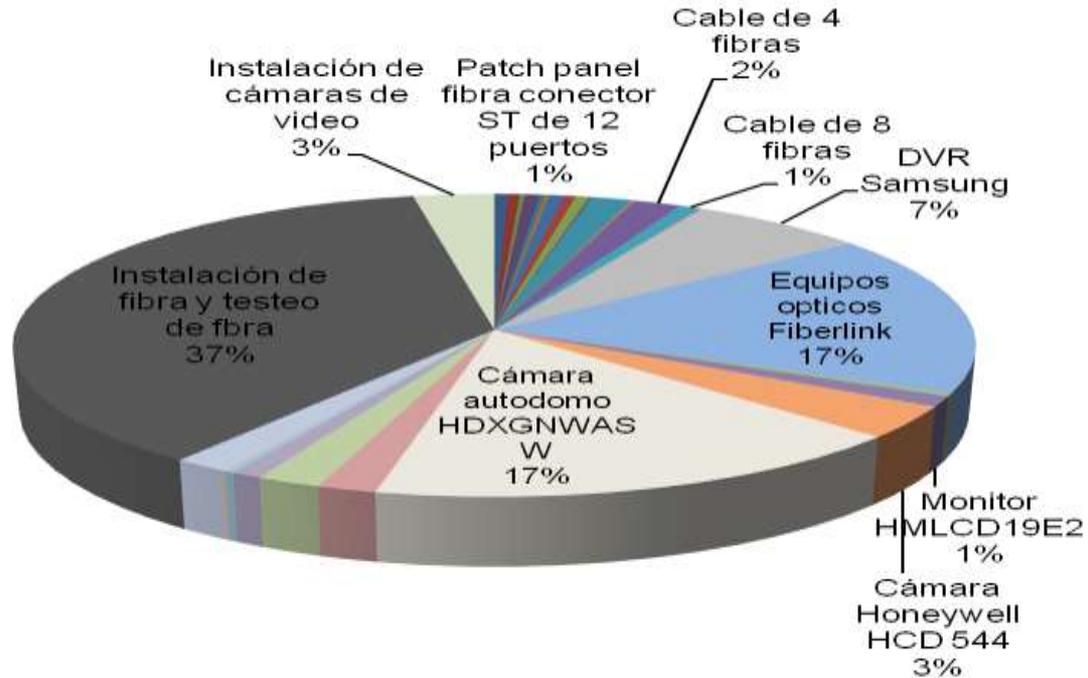


Costo del diseño

Material requerido	Cantidad	Precio en dólares	Subtotal	IVA	Total
Caja de distribución exterior con rack 19"	9	124,75	1122,75	134,73	1257,48
Patch panel BNC 59, 24 puertos	11	97	1067,00	128,04	1195,04
Jack BNC para patch panel coaxial	144	3	432,00	51,84	483,84
Patch panel fibra conector ST de 12 puertos	10	130	1300,00	156,00	1456,00
Cupler ST para patch panel de fibra	168	2,7	453,60	54,43	508,03
Patch panel fibra conector ST de 24 puertos	2	170	340,00	40,80	380,80
Patch cord fibra ST-ST	64	21,00	1344,00	161,28	1505,28
Pigtail de 2m ST	144	6,7	964,80	115,78	1080,58
Cable coaxial RG-59 por bobina de 305 m	1525	235,00	1175,00	141,00	1316,00

Conector BNC coaxial	194	1,2	232,80	27,94	260,74
Cable de 12 fibras	1460,74	2,40	3505,78	420,69	3926,47
Caja de distribución exterior pequeña	6	43,75	262,50	31,50	294,00
Cable UTP caja de 305 m	358	78,00	156,00	18,72	174,72
Conector DB9	32	1,00	32,00	3,84	35,84
Conector RJ45	32	0,25	8,00	0,96	8,96
Cable de 4 fibras	1784,04	2,20	3924,89	470,99	4395,87
Cable de 8 fibras	681,38	2,80	1907,86	228,94	2136,81
Rack 19" abierto de uso interior	1	102,40	102,40	12,29	114,69
DVR Samsung	2	7764,00	15528,00	1863,36	17391,36
Equipos opticos Fiberlink		33803,00			45072,78
Joystick HJZTP para manejo de cámaras PTZ	1	744,18	744,18	89,30	833,48
Monitor HMLCD19E2	2	1270,75	2541,70	304,89	2846,48
Armadura de montaje de monitor	1	118,21	118,21	14,19	132,40
Cámara Honeywell HCD 544	16	509,15	8146,40	977,57	9123,97
Cámara autodomio HDXGNWASW	11	3612,50	39737,50	4768,50	44506,00
Material de montaje cámara autodomio	11	382,50	4207,50	504,90	4712,40
Fuente de poder de cámaras PTZ	11	415,87	4574,57	548,95	5123,52
Lentes HLD5V50DNL	10	216,31	2163,10	259,57	2422,67
Lentes HLD27V13DNL	6	118,18	709,08	85,09	794,17
Transformador de cámaras fijas	16	12,67	202,72	24,33	227,05
Housing para cámaras fijas	16	239,70	3835,20	460,22	4295,42
Instalación de fibra y testeo de fibra	3926,16	21,88	85904,38	10308,53	96212,91
Instalación de cámaras de video			7000,00	840,00	7840,00
TOTAL \$					262065,75

Incidencia del precio de los materiales y equipos en el costo total de la red de fibra óptica



Incidencia de los precios en el costo total

7. Conclusiones y Recomendaciones



- Se logra mayor ancho de banda.
- Se da protección a 44 Ha. usando 27 cámaras.
- Con la fibra usada se consiguen velocidades de hasta 1 Gbps.
- Se tiene suficiente margen de pérdida, lo que permite la instalación de más cámaras.
- Se pueden disminuir costos.
- Del costo total, la instalación de fibra representa el 40%.
- Se podría a futuro, diseñar una red con otra topología que permita integrar otros servicios.

DVR

MODEL		SHR-8160	SHR-8162	
Video	Input	16 Channels		
	Output	5 Channels (Normal 1ch, SPOT 4ch)		
		VGA	800 x 600 / 1024 x 768 / 1280 x 1024 (60 Hz)	
		HDMI	1080p	
Audio	Input / Output	16Ch(4 RCA,12 D-sub) / 1		
Recording	Audio CH	16Ch		
	Resolution & Frame Rate	NTSC: CIF(352x240):480ips Half D1(704x240):480ips D1(704x480):480ips		
Play Back	Resolution & Frame Rate	NTSC: CIF(352x240):480ips Half D1(704x240):240ips D1(704x480):120ips		
Storage	Internal	Without DVD-RW:HDD Max 6. 6TB(1TB x 6)	With DVD-RW: HDD Max 5. 5TB(1TB x 5)	
	Extended I/F	SATA I/F(2Port)		
Network	Interface	LAN 1 port (10/100/1000Base-T Ethernet)		
	Protocol	ADSL(PPPoE), DHCP, DNS, NTP		
Control	RS-485	1 port		
	Mouse	Support (USB)		
Backup	DVD-RW	-	DVD RW (-R,+R, -RW,+RW)	
	Back up Viewer Format	AVI, EXE, DVR and SEC w/ Net I		
	USB	USB 2.0 (3 ports)		
Client S/W	Support OS	Windows 2000 Pro, Windows XP Pro, Windows Vista Basic/Premium		
	Web Viewer	Support Live / REC / Search / Setup		
	Remote Viewer	Net-I		
Power Requirement		AC 100~230V, 50/60Hz / 60W		
Power Consumption		approx 75W		
Operating Temperature		32° ~ 104°F / 0° ~ 40°C		
Operating Humidity		20% ~ 85% RH		
Dimensions		17.3(W) x 3.5(H) x 16.9(D)in / 440(W) x 88(H) x 430(D)mm		
Weight		17.2 lb / 7.8 kg		



Regresar

Cálculos con fibra óptica

- Ancho de banda eléctrico.
- Ancho de banda óptico.

Para el cálculo de los ancho de banda, se requiere de la dispersión total en la fibra, esto es: dispersión cromática y dispersión intermodal

- Pérdidas.

Se consideran las pérdidas por conectores, empalmes y perdidas por longitud de cables.

$$\Delta\tau_{1/2} \text{ total} = \sqrt{(\Delta\tau_{1/2} \text{ modal})^2 + (\Delta\tau_{1/2} \text{ cromática})^2}$$

$$\Delta\tau_{1/2} \text{ cromática} = \Delta\lambda \cdot L \cdot \sqrt{D(\lambda)^2 + S_0^2 \frac{(\Delta\lambda)^2}{8}}$$

$$\Delta\tau_{1/2} \text{ modal} = \frac{441}{b_1 \times L^{-\nu}}$$

$$f_{op} \approx 0,75 \times B$$

$$f_{elect} \approx 0,71 \times f_{op}$$

Fórmulas para cálculo de ancho de banda y dispersión en la fibra [5].

Fiabilidad y Disponibilidad

- Disponibilidad permite medir la fiabilidad de un sistema.
- Se requiere tener la mayor fiabilidad.
- Son requerimientos o criterios de diseño comunes a diferentes redes.

Disponibilidad (% tiempo que la red trabaja)	Cantidad de tiempo en la que la red no trabaja (horas [h], minutos [m], o segundos [s] por periodo de tiempo)			
	Anual	Mensual	Semanal	Diario
95%	438 h	36.5 h	8.4 h	1.2 h
99.5%	43.8 h	3.7 h	50.5 m	7.2 m
99.95%	4.38 h	21.9 m	5.05 m	43.2 s
99.98%	1.75 h	8.75 m	2.0 m	17.3 s
99.99%	0.88 h	4.4 m	1.0 m	8.7 s

Diferentes disponibilidades con tiempo [3].

Resultados de pérdidas en los diferentes enlaces del diseño de red.

Enlaces	Distancia del enlace (m)	Pérdida en la fibra por distancia (dB)	Número de conectores	Pérdida por conectores (dB)	Número de empalmes	Pérdida por empalme (dB)	Margen óptico (dB)	Pérdida total del enlace (dB)	Pérdida máxima del transmisor (dB)	Es útil la fibra para este enlace?
L1-1	632,68	0,25	2	1	2	0,2	2	3,45	25	Si
L1-2	632,68	0,25	2	1	2	0,2	2	3,45	25	Si
L2	776,63	0,31	3	1,5	4	0,4	2	4,21	10	Si
L3-1	798,38	0,32	4	2	4	0,4	2	4,72	25	Si
L3-2	798,38	0,32	4	2	4	0,4	2	4,72	10	Si
L4-1	476,14	0,19	4	2	4	0,4	2	4,59	25	Si
L4-2	476,14	0,19	4	2	4	0,4	2	4,59	10	Si
L5	524,57	0,21	6	3	6	0,6	2	5,81	10	Si
L6	684,89	0,27	5	2,5	6	0,6	2	5,37	10	Si
L7	278,76	0,11	2	1	2	0,2	2	3,31	10	Si
L8	169,11	0,07	2	1	2	0,2	2	3,27	25	Si
L9	163,47	0,07	2	1	2	0,2	2	3,27	10	Si
L11	804,33	0,32	2	1	3	0,3	2	3,62	10	Si
L13	795,87	0,32	2	1	4	0,4	2	3,72	10	Si
L14	948,05	0,38	1	0,5	4	0,4	2	3,28	10	Si

