

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA PARA UNA EMPRESA DEL
SECTOR ALIMENTICIO QUE PERMITA EL MONITOREO LOCAL Y REMOTO
DE SUS INSTALACIONES**

RODRIGO JOSE MERCADO REYES

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
SANTIAGO DE CALI
2017**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA PARA UNA EMPRESA DEL
SECTOR ALIMENTICIO QUE PERMITA EL MONITOREO LOCAL Y REMOTO
DE SUS INSTALACIONES**

RODRIGO JOSE MERCADO REYES

2100353

**Pasantía Institucional para optar al título de Ingeniero Electrónico y
Telecomunicaciones**

**Director
ERNESTO LÓPEZ GONZÁLEZ
Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
SANTIAGO DE CALI
2017**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones.

Helmut Alexander Rubio

Jurado

Santiago de Cali, 10 de Noviembre de 2017

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las personas que me brindaron su apoyo, me motivaron a continuar, no me dejaron desistir, me ayudaron cuando lo requerí y me aportaron sus conocimientos. Gracias a ustedes fue posible culminar mis estudios de pregrado y llegar a convertirme en profesional.

RODRIGO JOSE MERCADO REYES

CONTENIDO		pág.
RESUMEN		19
INTRODUCCIÓN		20
1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
2	JUSTIFICACIÓN	22
3	ANTECEDENTES	24
3.1	NOMBRE DEL PROYECTO: MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL AGENCIA LOGISTICA DE LAS FUERZAS MILITARES	24
3.2	NOMBRE DEL PROYECTO: AUMENTO DEL NÚMERO DE CÁMARAS PARA SEGURIDAD URBANA Y MIGRACIÓN DEL SISTEMA ANALÓGICO AL DIGITAL EN MEDELLÍN	24
3.3	NOMBRE DEL PROYECTO: INVESTIGACION Y DISEÑO DE CIRCUTIO CERRRADO DE TELEVISION “CCTV” DE LA RED DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD PARA LA EMPRESA VCS-CARIBBEAN N.V.	25
3.4	NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ENLACE INALÁMBRICO PARA UN SISTEMA DE SEGURIDAD APLICADO A UN CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN EN LA UNIDAD RESIDENCIAL LAURELES CAMPESTRE	26
4	OBJETIVOS	27
4.1	OBJETIVO GENERAL	27
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
5	MARCO TEORICO	28
5.1	HISTORIA DEL CCTV	28
5.2	¿QUÉ ES UN CCTV?	28

5.3	DISPOSITIVOS QUE COMPONEN LA RED DE VIDEOVIGILANCIA	28
5.3.1	DVR (Grabador de Video Digital).	29
5.3.2	NVR (Grabador de Video de Red).	29
5.3.3	Swicht o Conmutador.	29
5.3.4	Router o Enrutador.	29
5.3.5	Monitor.	29
5.3.6	Gabinetes.	29
5.3.7	Cámaras de monitoreo.	29
5.4	COMPONENTES DE UNA CÁMARA DE VIDEOVIGILANCIA	30
5.4.1	Lente.	30
5.4.2	Sensor.	30
5.4.3	Circuito de procesamiento de imagen (DSP).	30
5.4.4	SoC (sistema en chip).	30
5.4.5	Módulo de comunicación.	30
5.5	TIPOS DE CÁMARA DE VIDEOVIGILANCIA	32
5.5.1	Cámaras tipo PTZ.	32
5.5.2	Cámaras tipo Bala	32
5.5.3	Cámaras tipo Domo	32
5.5.4	Cámaras antivandálicas	32
5.5.5	Cámaras con infrarrojo	32
5.5.6	Cámaras ocultas.	32
5.5.7	Cámaras IP	33
5.6	TECNOLOGÍAS PARA LA INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA	33

5.6.1 Ondas de radio frecuencia.	33
5.6.2 Cable Coaxial.	34
5.6.3 Par Trenzado.	34
5.6.4 Fibra Óptica.	34
5.7 ANCHO DE BANDA	36
5.8 GESTIÓN DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA	36
5.9 SISTEMAS DE ACCESO BIOMÉTRICO	36
5.9.1 Biometría Facial	37
5.9.2 Termografía del Rostro.	37
5.9.3 Huella Digital.	37
5.9.4 Verificación de Patrones Oculares	37
5.9.5 Verificación de Voz.	37
5.9.6 Biometría Vascular.	38
5.10 APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE VIDEOVIGILANCIA	38
5.10.1 Reconocimiento de Matrículas	38
5.10.2 Control de Tráfico.	38
5.10.3 Estudio del Comportamiento de Animales.	38
5.10.4 Control de Gestión.	38
5.10.5 Telemedicina.	38
5.10.6 Policial.	39
5.10.7 Pruebas Militares	39
5.10.8 Búsqueda de actividad paranormal.	39
5.10.9 Marketing.	39
5.11 RIVERBED MODELER	39

6	METODOLOGÍA	41
6.1	ETAPA 1: CAPTURA DE REQUERIMIENTOS.	41
6.2	ETAPA 2: ANÁLISIS Y DISEÑO	42
7	DISEÑO DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA CON MONITOREO LOCAL Y REMOTO DE LAS INSTALACIONES	43
7.1	CAPTURA DE REQUERIMIENTOS	43
7.1.1	Descripción general de la infraestructura de las instalaciones para las que se diseña el sistema de videovigilancia.	43
7.1.2	Descripción de la infraestructura por zonas principales.	44
7.1.3	Elementos de seguridad e infraestructura para telecomunicaciones presentes en las instalaciones.	45
7.1.4	Alcances y limitaciones del sistema de videovigilancia.	49
7.2	ANÁLISIS Y DISEÑO	50
7.2.1	Puntos de instalación de las cámaras de monitoreo.	50
7.2.2	Caracterización de las zonas principales del predio de acuerdo a su área y altura	53
7.2.3	Criterios para la selección de las cámaras de monitoreo.	53
7.2.4	Capacidad de transmisión requerida.	54
7.2.5	Análisis y selección del medio de transmisión.	56
7.2.6	Análisis y selección de equipos de gestión de red.	62
7.2.7	Diseño lógico del sistema de videovigilancia.	63
7.2.8	Diseño físico de la red del sistema de videovigilancia.	65
7.2.9	Estimación de costos implícitos en el diseño a realizar, considerando los componentes, obra civil e implementación de la infraestructura requerida para la implementación del mismo.	99
7.2.10	Simulación de la arquitectura de la red del sistema de seguridad.	101

8	CONCLUSIONES	120
	BIBLIOGRAFÍA	122
	ANEXOS	127

LISTA DE CUADROS

	pág.
Tabla 1. Tabla de convenciones figura 2.	48
Tabla 2. Tabla de convenciones figura 3.	52
Tabla 3. Caracterización de zonas principales por área y altura.	53
Tabla 4. Criterios para selección de cámaras de monitoreo.	54
Tabla 5. Capacidad de transmisión y distancias de transmisión de las categorías de cable UTP avalados por el estándar ANSI/TIA/EIA 568 C para ser utilizadas como columna vertebral de las redes.	57
Tabla 6. Capacidad de transmisión y distancias de transmisión de acuerdo a los tipos de fibra óptica avalados por el estándar ANSI/TIA/EIA 568 C para ser utilizados como columna vertebral de las redes.	58
Tabla 7. Distancia en metros entre las cámaras de inspección de cada una de las tres redes de canalización.	61
Tabla 8. Criterios para selección de switch.	63
Tabla 9. Criterios para selección de grabador de red (NVR).	63
Tabla 10. Tabla de convenciones figura 6.	67
Tabla 11. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 9.	72
Tabla 12. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 11.	74
Tabla 13. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 12.	76
Tabla 14. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 14.	79
Tabla 15. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 15.	80
Tabla 16. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 17.	83

Tabla 17. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 19.	85
Tabla 18. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 20.	87
Tabla 19. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 22.	89
Tabla 20. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 23.	90
Tabla 21. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 24.	92
Tabla 22. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 25.	93
Tabla 23. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 27.	95
Tabla 24. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 28.	97
Tabla 25. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 29.	98
Tabla 26. Costos implícitos en el diseño a realizar.	99
Tabla 27. Valor de los parámetros configurados para ambos tipos de resolución de video.	103
Tabla 28. Direccionamiento del diseño del sistema de videovigilancia.	130
Tabla 29. Capacidad de transmisión y distancia de transmisión para diversos tipos de fibra óptica.	136
Tabla 30. Costos implícitos en el diseño del sistema de videovigilancia utilizando cable UTP categoría 6.	137

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Descripción grafica de los componentes de una cámara de videovigilancia.	31
Figura 2. Distribución geográfica y red de canalización.	47
Figura 3. Distribución geográfica y localización de cámaras de monitoreo.	51
Figura 4. Redes de canalización adicionales para poder llevar el cableado de fibra óptica, desde el Cuarto de Cableado Principal (C.C.P) hasta los puntos de instalación distribuidos de acuerdo a la figura 4.	61
Figura 5. Diagrama lógico del sistema de videovigilancia.	64
Figura 6. Diseño físico del sistema de videovigilancia en las instalaciones del cliente de Enitel SAS.	66
Figura 7. Esquema descriptivo de los enlaces entre el switch de acceso y distribución y las cámaras de monitoreo.	68
Figura 8. Vista en planta del recorrido de la red de canalización existente desde el C.C.P hasta la bodega de producción 1.	71
Figura 9. Vista detallada de la forma como ingresa la red de canalización existente hasta el gabinete de piso G2, ubicado dentro de la bodega de producción 1.	72
Figura 10. Vista en planta de la distribución de la tubería metálica alrededor de la bodega de producción 1.	73
Figura 11. Vista en sección que detalla la distribución de la tubería metálica dentro de la bodega de producción 1, para llevar la fibra óptica hasta las cámaras de monitoreo número 1 (CAM1), 2 (CAM2) y 5 (CAM5).	74
Figura 12. Vista en sección que detalla la distribución de la tubería metálica dentro de la bodega de producción 1, para llevar la fibra óptica hasta las cámaras de monitoreo número 3 (CAM3) y 4 (CAM4).	76
Figura 13. Vista en planta del recorrido de la red de canalización adicional 1 desde el cuarto de cableado principal (C.C.P) hasta	

puntos de instalación de la cámaras de monitoreo alrededor de las dos edificaciones del centro administrativo.	77
Figura 14. Vista en sección que detalla la distribución de la tubería metálica para llevar la fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 6 (CAM6).	78
Figura 15. Vista en sección que detalla la distribución de la tubería metálica y la red de canalización adicional 1 para llevar la fibra óptica hasta las cámaras de monitoreo número 7 (CAM7), 8 (CAM8) y 9 (CAM9).	80
Figura 16. Vista en planta del tramo que va desde la cámara de inspección (C7) hasta la cámara de inspección (C11), y comunica el Cuarto de Cableado Principal (C.C.P) con la Bodega de Almacenaje 1 (3.2).	82
Figura 17. Vista en sección que detalla los elementos metálicos y tubería PVC (red de canalización existente) para llevar el cableado de fibra óptica desde el Cuarto de Cableado Principal (C.C.P) hasta la Bodega de Almacenaje 1.	83
Figura 18. Vista en planta que detalla la distribución de la tubería metálica dentro de las bodegas de la Zona de Bodegas.	84
Figura 19. Vista en sección que detalla los elementos metálicos para llevar el cableado de fibra óptica desde la conduleta en T (5.B) hasta las cámaras de monitoreo número 10 (CAM10), 11 (CAM11) y 12 (CAM12).	85
Figura 20. Vista en sección que detalla los elementos metálicos para llevar el cableado de fibra óptica desde la conduleta en T (5.B) hasta las cámaras de monitoreo número 13(CAM13) y 14 (CAM14).	86
Figura 21. Vista en planta que detalla la distribución de la red de canalización que va desde la cámara de inspección (C1) hasta la cámara de inspección (C4), cámara de inspección ubicada al pie del centro de producción 4 (4.4).	88
Figura 22. Vista en sección que detalla los elementos metálicos para llevar el cableado de fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 18 (CAM18).	89
Figura 23. Vista en sección que detalla los elementos metálicos y la tubería PVC (red de canalización adicional 2) para llevar el cableado de fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 17 (CAM17).	90

Figura 24. Vista en sección que detalla los elementos metálicos y la tubería PVC (red de canalización adicional 2) para llevar el cableado de fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 15 (CAM15).	91
Figura 25. Vista en sección que detalla los elementos metálicos y la tubería PVC (red de canalización adicional 2) para llevar el cableado de fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 16 (CAM16).	93
Figura 26. Vista en planta que detalla la distribución de la red de canalización existente, que va desde la cámara de inspección (C5) hasta la cámara de inspección (C6), cámara de inspección ubicada al pie de la Zona de Almacenaje y Despacho.	94
Figura 27. Vista en sección que detalla la comunicación entre la red de canalización existe proveniente de la cámara de inspección (C5), ubicada al pie del Centro de Producción 4 y el Gabinete de Piso (G4), ubicado en la zona de Almacenaje y Despacho.	95
Figura 28. Vista en sección que detalla la instalación y distribución de la tubería metálica necesaria para llevar el cableado de fibra óptica hasta las cámaras de monitoreo número 19 (CAM19) y número 20 (CAM20).	96
Figura 29. Vista en sección que detalla la instalación y distribución de la tubería metálica necesaria para llevar el cableado de fibra óptica hasta las cámaras de monitoreo número 21 (CAM21).	98
Figura 30. Configuración de parámetros de extensión de la red el sistema de videovigilancia	102
Figura 31. Simulación de la arquitectura de red del sistema de videovigilancia.	104
Figura 32. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas dentro de la Bodega de Producción 1. Video en Baja Resolución.	105
Figura 33. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas en la zona del Centro Administrativo. Video en Baja Resolución.	106
Figura 34. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas en la Zona de Bodegas. Video en Baja Resolución.	106
Figura 35. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas en la Zona de Procesos. Video en Baja Resolución.	107

Figura 36. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas en la Zona de Almacenaje y Despacho. Video en Baja Resolución.	107
Figura 37. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas dentro de la Bodega de Producción 1. Video en Alta Resolución.	108
Figura 38. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas en la zona del Centro Administrativo. Video en Alta Resolución.	108
Figura 39. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas en la Zona de Bodegas. Video en Alta Resolución.	109
Figura 40. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas en la Zona de Procesos. Video en Alta Resolución	109
Figura 41. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas en la Zona de Almacenaje y Despacho. Video en Alta Resolución.	110
Figura 42. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en baja resolución. Bodega de Producción 1.	111
Figura 43. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en baja resolución. Centro Administrativo.	112
Figura 44. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en baja resolución. Zona de Bodegas.	112
Figura 45. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en baja resolución. Zona de Procesos.	113
Figura 46. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en baja resolución. Zona de Almacenaje y Despacho.	113
Figura 47. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en alta resolución. Bodega de Producción 1.	114
Figura 48. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en alta resolución. Centro Administrativo.	115

Figura 49. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en alta resolución. Zona de Bodegas.	115
Figura 50. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en alta resolución. Zona de Procesos.	116
Figura 51. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en alta resolución. Zona de Almacenaje y Despacho.	116
Figura 52. Resultado del parámetro de Queuing Delay para la aplicación de video en alta resolución.	117
Figura 53. Resultado del parámetro de BER para la aplicación de video en baja resolución.	118
Figura 54. Resultado del parámetro de BER para la aplicación de video en alta resolución.	119
Figura 55. Caja de acceso plástica CCTV.	127
Figura 56. Riel Tecna con abrazadera doble.	128
Figura 57. Caja LIU.	128
Figura 58. Pigtail de Fibra Óptica.	129
Figura 59. Conversor de medio de fibra óptica a cable UTP.	129
Figura 60. Información del estándar ANSI/TIA/EIA 568 C.1, sobre los cables reconocidos para ser usados como columna vertebral de una red.	134
Figura 61. Capacidad de transmisión y distancia de transmisión de diferentes categorías de cable UTP.	135
Figura 62. Escenarios creados para comparar el desempeño de la red.	139
Figura 63. Objetos Application Definition y Profile Definition.	140
Figura 64. Selección de la aplicación de Video Conferencing por medio del objeto Application Definition.	140
Figura 65. Valor del atributo Frame Size Information asignado para video de baja resolución.	141

Figura 66. Valores asignados al atributo Frame Interarrival Time Information para video de baja resolución.	142
Figura 67. Valor del atributo Frame Size Information asignado para video de alta resolución.	142
Figura 68. Valores asignados al atributo Frame Interarrival Time Information para video de alta resolución.	142
Figura 69. Atributos para configurar la sesión del usuario.	143
Figura 70. Atributos para configurar la sesión de la aplicación.	144
Figura 71. Configuración del medio de transmisión.	145
Figura 72. Configuración del parámetro tráfico de fondo.	146
Figura 73. Configuración del parámetro Bit Error Rate.	146
Figura 74. Configuración atributo VLAN Parameters.	147
Figura 75. Configuración atributo Supported VLANs.	147
Figura 76. Configuración atributo Supported VLANs (2).	147
Figura 77. Configuración atributo Switch Port Configuration.	148
Figura 78. Configuración atributo Switch Port Configuration (2).	148
Figura 79. Configuración atributo Switch Port Configuration (3).	149
Figura 80. Configuración atributo Switch Port Configuration (4).	149
Figura 81. Configuración estación de trabajo.	150
Figura 82. Configuración servidor.	150

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Descripción de algunos de los elementos del diseño físico.	127
ANEXO B. Cálculo del porcentaje de actividad y de la capacidad de almacenamiento requerida por el sistema.	130
ANEXO C. Direccionamiento IP.	131
ANEXO D. Categorías de cable UTP y tipos de fibra óptica avalados por el estándar ANSI/TIA/EIA 568 C.	135
ANEXO E. Análisis comparativo de costos desarrollando el proyecto en cable UTP.	138
ANEXO F. Configuración de los parámetros de Riverbed Modeler Academic Edition para la simulación del sistema de videovigilancia.	140

RESUMEN

El presente diseño se realizó con la finalidad de ofrecer a ENITEL S.A.S, empresa dedicada a comercializar, importar y distribuir productos para redes de telecomunicaciones en cobre y fibra óptica, cableado estructurado, circuitos cerrados de televisión y energía eléctrica; una solución a los desafíos que les ha planteado la consecución de un proyecto cuyo objetivo es diseñar un sistema de seguridad para una empresa del sector alimenticio. La solución que se presenta en este documento, es el diseño de un sistema de seguridad, basado en cámaras de monitoreo IP, que permitan el monitoreo local y remoto de las instalaciones de dicha empresa.

El desarrollo de este proyecto estuvo marcado por dos etapas, la primera de ellas, el levantamiento de información en sitio y el intercambio de perspectivas del producto con el cliente, y la segunda, el desarrollo del diseño, donde confluyen tanto la información obtenida en la etapa anterior, como los conceptos técnicos aportados por el diseñador.

Para el desarrollo de un sistema que permitiría cumplir con los objetivos planteados, fue necesario investigar acerca de los diferentes elementos, pasivos y activos, que componen una red de telecomunicaciones, la actualidad de los sistemas de seguridad electrónica, y los estándares para el desarrollo de proyectos de telecomunicaciones, incluyendo la infraestructura requerida.

El diseño desarrollado da las herramientas necesarias para que ENITEL S.A.S solucione de una forma técnica, dado el nivel de ingeniería aplicada a este diseño, y rentable la necesidad que presenta su cliente.

PALABRAS CLAVE: Enitel SAS. Empresa del sector de alimentos. Sistema de seguridad. Cámaras de monitoreo IP. Monitoreo local y remoto. Elementos pasivos y activos. Red de telecomunicaciones. Seguridad electrónica. Estándares.

INTRODUCCIÓN

ENITEL S.A.S, es una empresa privada con alrededor de 14 empleados, fundada en el año 2005, cuya única sede está ubicada en la ciudad de Cali, Valle del Cauca, dedicada a comercializar, importar y distribuir productos para redes de telecomunicaciones en cobre y fibra óptica, cableado estructurado, circuitos cerrados de televisión y energía eléctrica.

ENITEL S.A.S ha desarrollado diversos proyectos en diferentes ciudades de Colombia para entidades tanto públicas como privadas entre las que podemos encontrar la policía nacional, diversas unidades residenciales, ingenios, clínicas y agencias logísticas.

Actualmente ENITEL S.A.S se encuentra estructurando un proyecto para realizar el monitoreo y videovigilancia para un cliente corporativo del sector alimenticio, el cual permitirá realizar actividades de seguimiento y aseguramiento de su infraestructura física, personal operativo y productos elaborados en la empresa.

Desde ENITEL SAS se plantea dar solución al requerimiento de su cliente corporativo por medio de un sistema de videovigilancia. Estos sistemas consisten en redes de telecomunicaciones que emplean un número indeterminado de cámaras de monitoreo, de diversos tipos, distribuidas en diferentes zonas de un mismo sitio, con el propósito de supervisar las actividades que se realizan en este. Al igual que una red de computadores, las cámaras de monitoreo de un sistema de videovigilancia se conectan utilizando medios de transmisión guiados o no guiados a un punto central desde donde se realiza toda la gestión del sistema. Los medios de transmisión guiados utilizados en los sistemas de videovigilancia son la fibra óptica, el cable coaxial y el cable UTP, y se utilizan tecnologías para comunicación inalámbrica como Wifi o Wimax. Las imágenes captadas por las cámaras de monitoreo pueden visualizarse de dos formas, de forma local, observando las imágenes en monitores ubicados en el mismo sitio donde se instala el sistema, o de forma remota, observando las imágenes desde cualquier sitio accediendo al sistema por medio de internet.

En este documento, el cual se compone de ocho capítulos y el cual se presenta como trabajo de grado en modalidad de pasantía institucional, se describe el sistema de videovigilancia que pretende ser la solución al problema planteado por Enitel SAS.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

ENITEL S.A.S tiene dentro de sus actividades comerciales el desarrollo de proyectos en el ámbito de la seguridad, para unidades residenciales y empresas públicas y privadas, diseñando, implementando, dando soporte y configurando sistemas de videovigilancia que aumenten la seguridad de sus clientes.

A ENITEL S.A.S le ha sido adjudicada una licitación que tiene como objeto el estudio, diseño e implementación de un sistema de monitoreo y videovigilancia para las instalaciones de una empresa privada del sector alimenticio cuya sede está ubicada en el departamento del Valle del Cauca.

Las instalaciones de la empresa donde se desarrollara el proyecto tienen un área aproximada de 4 hectáreas, colindan con lotes baldíos y tierras cultivadas, posee un solo acceso tanto para vehículos como personas, el cual está sobre la carretera que comunica dos municipios en el departamento del Valle del Cauca, cuenta con aproximadamente 18 estructuras construidas entre bloques de dependencias administrativas y bodegas, además de los silos de almacenamiento.

Dado el contexto social que se vive en todo el territorio Colombiano donde operan grupos terroristas y delincuencia común, los cuales realizan diversas actividades criminales contra diferentes blancos, entre los cuales se encuentran las empresas privadas, además que ninguna empresa está exenta de ser perjudicada por su propio personal, ENITEL S.A.S tiene el reto de llevar a cabo un proyecto que aumente significativamente el nivel seguridad en las instalaciones de su cliente para proteger los bienes materiales (maquinaria, planta, equipos e inventarios) y la integridad de los empleados de cualquier actividad criminal.

2 JUSTIFICACIÓN

El sistema de video vigilancia que será diseñado para ENITEL S.A.S satisfará la necesidad más apremiante en materia de seguridad que tiene su cliente, quien actualmente dispone de personal de seguridad sin recursos tecnológicos suficientes para garantizar el control de acceso, minimizar posibles actos criminales, almacenar grabaciones de video que pueden ser utilizadas para judicialización de culpables o esclarecimiento de hechos, permitir mayor coordinación entre el personal de seguridad de la planta facilitando una reacción más rápida frente a cualquier perturbación en las instalaciones ya sea por factores naturales o manos criminales, además del seguimiento de insumos, vehículos y personal, ya que según datos estadísticos, el 67% de los robos a las industrias son hechos por su propio personal.¹

De acuerdo a su misión empresarial de realizar proyectos con calidad y cumplimiento buscando un factor diferenciador dentro del mercado para así convertirse en una empresa reconocida a nivel nacional e internacional, ENITEL S.A.S pretende que el diseño se realice bajo todos los lineamientos técnicos y estándares internacionales, concernientes a las tecnologías de las telecomunicaciones, establecidos por organizaciones como la ANSI, IEEE, EIA, entre otras, para garantizar que el producto final opere de forma óptima y no sea un sistema deficiente que deja vulnerable la seguridad de la empresa.

Lo anterior, dado que varias empresas dedicados a la implementación de sistemas de seguridad en aras de generar redito a sus proyectos y disminuir el tiempo y costo, aprovechan que en Colombia no existe una regulación estricta acerca de los lineamientos técnicos que se deben aplicar cuando se diseñan sistema de videovigilancia, ni existe una entidad especializada en supervisar que los diseños cumplan con lineamientos técnicos, únicamente existe un protocolo de vigilancia electrónica², emitido por la Superintendencia de Vigilancia y Seguridad Privada, en donde se hace referencia a aspectos muy generales como las características mínimas de una central de monitoreo y el tipo de personal que debe realizar la instalación de equipos y sistemas de seguridad. Dando como resultado que al final

¹DIAZ SANDOVAL, Marcela. El 67% del robo en las empresas lo hacen sus propios empleados [en línea]. En: El Espectador, Bogotá D.C.07, Febrero, 2014. [consultado 15 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.elespectador.com/noticias/economia/el-67-del-robo-empresas-hacen-sus-propios-empleados-articulo-473594>

²COLOMBIA. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. SUPERINTENDENCIA DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD PRIVADA. Protocolo de operación de servicios de vigilancia electrónica. [en línea]. Bogotá D.C.: MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL [Consultado 16 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.supervigilancia.gov.co/?idcategoria=57430>

se entreguen proyectos carentes de investigación, análisis e ingeniería que tienden a fallar o no funcionar óptimamente dejando vulnerable la seguridad de las empresas.

3 ANTECEDENTES

A continuación se presenta información sobre proyectos similares a este proyecto a nivel local, nacional e internacional.

3.1 NOMBRE DEL PROYECTO: MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL AGENCIA LOGISTICA DE LAS FUERZAS MILITARES

Síntesis del proyecto: La empresa Enitel S.A.S. implementó en el año 2015 un sistema de monitoreo para las áreas internas y externas, áreas vehiculares y perimetrales de una agencia logística ubicada en Colombia, en el proyecto se utilizaron medios de transmisión inalámbricos y cableados.

3.2 NOMBRE DEL PROYECTO: AUMENTO DEL NÚMERO DE CÁMARAS PARA SEGURIDAD URBANA Y MIGRACIÓN DEL SISTEMA ANALÓGICO AL DIGITAL EN MEDELLÍN

Síntesis del proyecto: Medellín para el año 2010 contaba con 222 cámaras autodomio analógicas ubicadas en sitios estratégicos de la ciudad, las cuales transmitían de forma analógica hasta la central de monitoreo por pares telefónicos y/o fibra óptica³.

Dada la transformación acelerada de la ciudad que propicio el aumento de vías de comunicación, mayor tráfico, la construcción de más edificaciones y el aumento de la demografía, los retos en materia de seguridad aumentaron, presentándose conflictos sociales que afectan diferentes zonas de la ciudad propiciados por la presencia de grupos armados y delincuencia común⁴.

Para mejorar la seguridad de la ciudadanía de Medellín se decidió por parte del gobierno nacional aumentar el número de cámaras y migrar hacia un sistema digital, el proyecto que inicio en el año 2011 instaló alrededor de 400 cámaras de

³Medellín adopta el sistema de videovigilancia Axis [en línea]. Axis Communications [consultado 10 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: http://www.axis.com/files/success_stories/ss_cit_esu_medellin_50404_es_1302_lo.pdf

⁴Ibid. Disponible en Internet:

http://www.axis.com/files/success_stories/ss_cit_esu_medellin_50404_es_1302_lo.pdf

tecnología IP en la ciudad, dando como resultado la optimización de recursos, amplio la posibilidad de dar ayuda a los ciudadanos en caso de estar siendo víctimas de la delincuencia o estén en situación de emergencias, fortaleció la lucha contra el crimen y redujo el número de delitos⁵.

3.3 NOMBRE DEL PROYECTO: INVESTIGACION Y DISEÑO DE CIRCUTIO CERRADO DE TELEVISION “CCTV” DE LA RED DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD PARA LA EMPRESA VCS-CARIBBEAN N.V.

Síntesis del proyecto: La empresa VCS-Caribbean N.V fue seleccionada por el gobierno de Aruba para implementar un CCTV con cuartos de monitoreo distribuido, en unas instalaciones estatales para la detección y prevención de riesgos en materia de seguridad.

La fase de diseño del proyecto fue desarrollada por el estudiante de la universidad Autónoma de Occidente, Daniel Augusto Dávalos Andrade, en el año 2006, para optar por el título de ingeniero electrónico, el trabajo desarrollado estaba enfocado a investigar las tecnologías existentes para los sistemas cerrados de televisión (CCTV), para posteriormente aplicar la información y conocimientos adquiridos al proyecto.

Previo a plantear la solución se evaluaron parámetros de diseño como el grado de seguridad necesario, el tipo y grado de cobertura, el tipo de cámaras, y que se desea observar, luego se realizó un pliego de condiciones técnicas donde se estipulan las características de los equipos a utilizar y la distribución de los equipos, finalmente se estudió del entorno donde se desarrollaría el proyecto, para conocer las condiciones bajo las cuales trabajara el sistema.

Con la información recopilada se planteó la solución para la empresa VCS-Caribbean N.V, en esta parte del documento se plantea exactamente el tipo, características y el fabricante de las cámaras, la disposición de cada una las cámaras en las instalaciones del cliente, así como las características y cantidad de equipos para los cuartos de monitoreo y el medio de transmisión para interconectar el sistema. Adicionalmente se detallan las fallas que puedan presentar el sistema y los costos del proyecto de acuerdo al diseño propuesto.

⁵Medellin adopta el sistema de videovigilancia Axis, Op. cit. Disponible en Internet: http://www.axis.com/files/success_stories/ss_cit_esu_medellin_50404_es_1302_lo.pdf

3.4 NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN ENLACE INALÁMBRICO PARA UN SISTEMA DE SEGURIDAD APLICADO A UN CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN EN LA UNIDAD RESIDENCIAL LAURELES CAMPESTRE

Síntesis del proyecto: La unidad residencial Laureles ubicada en la ciudad de Medellín, Colombia, aumento en extensión debido las nuevas torres de viviendas que se construyeron, es por esto que se hizo necesario agregar más cámaras de videovigilancia que ampliaran la cobertura que tenía el sistema cableado implementado, dada la baja cobertura del sistema que existía, se presentaron incidentes de inseguridad al interior de la torres de la unidad.

Debido a que no se previó la necesidad de integrar al sistema más cámaras y la estructura física no daba para utilizar medios cableados, se requería utilizar tecnología inalámbrica para enlazar el nuevo grupo de cámaras que serían implementadas. Los estudiantes de la universidad de San Buenaventura, sede Medellín, Diana Arias, John Fredy Agudelo y Edison Acevedo realizaron en el año 2009 una propuesta de diseño de un sistema de vigilancia inalámbrico a la unidad Residencial Los Laureles, para optar por el título de ingenieros electrónicos. En el diseño propuesto se detallan de forma concisa las especificaciones de los elementos activos y pasivos de la red, haciendo hincapié en las antenas, indicando parámetros como banda de frecuencia, polarización, ángulo de alineación y zona de Fresnel. El diseño además contiene estimaciones a partir de tres aspectos que consideraron fundamentales, energía efectiva, perdidas en la propagación y sensibilidad efectiva de recepción, los resultados se tomaron como una aproximación al desempeño que tendría cada uno de los enlaces una vez fueran implementados.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de video vigilancia para una empresa del sector alimenticio que permita el monitoreo local y remoto de sus instalaciones.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el levantamiento de requerimientos del proyecto considerando las instalaciones y necesidades de seguridad establecidas.
- Seleccionar la cantidad, tipo y características de los elementos activos y pasivos que harán parte del sistema que permitirá el monitoreo local y remoto de las instalaciones, estimando el tráfico y ancho de banda requeridos.
- Simular por medio del software Reverted Modeler el comportamiento de los enlaces que conforman el sistema de videovigilancia, considerando los anchos de banda para los formatos de compresión de las videocámaras, codecs, y la naturaleza de los enlaces, sean guiados o no guiados.
- Diseñar el sistema de videovigilancia para la empresa Enitel S.A.S., diseño que incluirá las normas técnicas y estándares internacionales existentes para el uso de los medios de transmisión de datos bien sea cableado y/o inalámbrico.
- Realizar la estimación de costos implícitos en el diseño a realizar, considerando los componentes, obra civil e implementación de la infraestructura requerida para la implementación del mismo.

5 MARCO TEORICO

5.1 HISTORIA DEL CCTV

Los Circuitos Cerrados de Televisión (CCTV) surgieron alrededor del año 1942 en Alemania como respuesta a la necesidad de monitorear pruebas militares a distancia para evitar poner en riesgo vidas humanas, en 1949 la empresa Vericon inicio la comercialización de este tipo de sistemas, los cuales no tuvieron posibilidad de realizar almacenamiento sino hasta el año 1951 cuando se empezaron a utilizar VTR (video tape recorder en inglés) para la grabación de imágenes, en los años posteriores los sistemas de video vigilancia pasaron de ser exclusivos de uso militar, a ser utilizados para vigilancia y control de tráfico por particulares y empresas, posteriormente en 1996 la empresa Axis saco al mercado las primeras cámaras con tecnología IP lo que propicio el salto de lo análogo a lo digital y la aparición de sistemas mixtos con los que contamos en la actualidad.⁶

5.2 ¿QUÉ ES UN CCTV?

Las siglas CCTV vienen del inglés “Closed Circuit Television” que traducido conocemos como “Circuito Cerrado de Televisión”. El objetivo de este sistema es la supervisión, el control y el eventual registro de la actividad física dentro de un local, espacio o ambiente en general. Se denomina circuito cerrado porque, a diferencia de la televisión tradicional, este solo permite un acceso limitado y restringido del contenido de las imágenes a algunos usuarios.⁷

5.3 DISPOSITIVOS QUE COMPONEN LA RED DE VIDEOVIGILANCIA

Una red de telecomunicación para un sistema de videovigilancia se compone de diferentes dispositivos que realizan funciones específicas dentro de la red.

⁶IGLESIAS, Luis. Historia del Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) [en línea]. Coruña: SeguridadDig, 2013 [consultado 04 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://seguridadig.com/historia-del-circuito-cerrado-de-television-cctv/>

⁷GARCIA MATA, Francisco. Videovigilancia: CCTV Usando Videos IP [en línea]. España: VERTICE. p. 11 [consultado 17 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: https://books.google.com.co/books?id=xb3mzBEyloC&printsec=frontcover&dq=cctv&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjho4j28q_NAhXlqh4KHdUpCZ8Q6AEIPTAB#v=onepage&q=cctv&f=false

5.3.1 DVR (Grabador de Video Digital). Dispositivo utilizado en los sistemas de video vigilancia analógicos, cumple varias funciones como digitalizar, grabar e interactuar con las cámaras, seleccionando que cámaras ver en pantalla, acercar o alejar imágenes y configurar horarios de grabación⁸.

5.3.2 NVR (Grabador de Video de Red). Dispositivo o software para computador que graba y administra imágenes digitales enviadas desde cámaras de video vigilancia.⁹

5.3.3 Swicht o Conmutador. Dispositivo que permite unir los dispositivos que componen una red. Por medio de la dirección MAC, filtra los datos para enviarlos solo al destinatario y no a todos los dispositivos de la red, evitando que se generen congestión.¹⁰

5.3.4 Router o Enrutador. Dispositivo que realiza el enrutamiento entre redes, transmitiendo la información basándose en direcciones IP. Un Router recibe un paquete de datos, realiza un chequeo de errores y determina cual es la mejor ruta para enviarlo al destinatario.¹¹

5.3.5 Monitor. Dispositivos que pueden ser de tipo LED, LCD o plasma, donde se visualizan las imágenes captadas por las cámaras.

5.3.6 Gabinetes. Bases que sirven como protección y soporte para los equipos (NVR, switch y router) que se utilizan en los sistemas de videovigilancia.

5.3.7 Cámaras de monitoreo. Dispositivo que permite la captura de las imágenes. Es el principal elemento de un sistema de videovigilancia.

⁸SOSIO, Nicolás. ¿Qué es un DVR y para que se usa con cámaras de seguridad y vigilancia? [en línea]. Buenos Aires: SeguridadSOS, 2014 [consultado 05 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.seguridadsos.com.ar/dvr/>

⁹Ibid., Disponible en Internet: <http://www.seguridadsos.com.ar/nvr/>

¹⁰TORRES, Op. cit, p. 208.

¹¹Ibid., p. 209.

5.4 COMPONENTES DE UNA CÁMARA DE VIDEOVIGILANCIA

Una cámara para videovigilancia se compone de diferentes etapas:

5.4.1 Lente. Los lentes ejecutan dos funciones principales, la primera es captar la imagen que se verá en el monitor y la segunda es controlar la cantidad de luz que recibirá el sensor.¹²

5.4.2 Sensor. Es el elemento encargado de convertir las imágenes en señales electrónicas, un sensor se compone de muchos fotositos, fotodiodos sensibles a la luz y cada fotosito representa un elemento de la imagen, comúnmente conocidos como pixeles, los cuales registran la cantidad de luz a la que está expuesta el sensor y la convierten a una cantidad de electrones correspondientes. Estos sensores de imagen pueden ser de tipo dispositivo de carga acoplada (CCD) o semiconductor complementario de óxido metálico (CMOS).¹³

5.4.3 Circuito de procesamiento de imagen (DSP). Chip que sirve para digitalizar la imagen análoga que envía el sensor de imagen, esto permite mejorar la calidad de la imagen y añadir funcionalidades adicionales.¹⁴

5.4.4 SoC (sistema en chip). Circuito integrado compuesto por una memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM) y una memoria flash, tiene la función de comprimir el audio y el video para lograr una transmisión óptima.¹⁵

5.4.5 Módulo de comunicación. Forma como se enviara la información, para cámaras análogas se utilizan diversos tipos de medios cableados, como cable

¹²Principios básicos de CCTV [en línea]. Bogotá D.C: Linux Electrónica Y Telecomunicaciones S.A.S. p. 13 [consultado 31 de Mayo de 2016]. Disponible en Internet:http://www.grupolinuxcolombia.com.co/uploads/8/4/3/8/8438227/principios_basicos_de_cctv_1.pdf

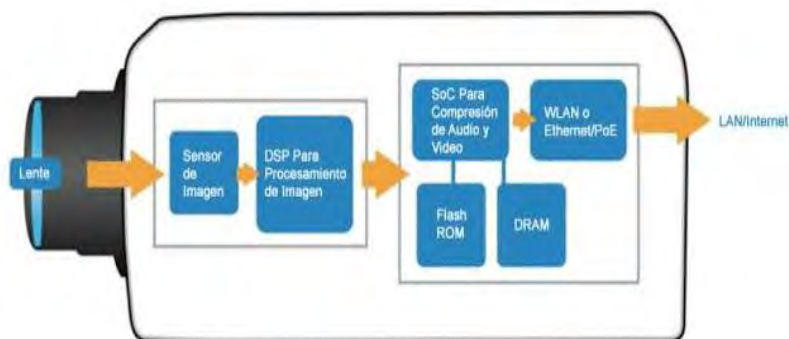
¹³Principios básicos de CCTV, Op. cit. p. 22. Disponible en Internet: http://www.grupolinuxcolombia.com.co/uploads/8/4/3/8/8438227/principios_basicos_de_cctv_1.pdf

¹⁴Ibid., Disponible en Internet: http://www.grupolinuxcolombia.com.co/uploads/8/4/3/8/8438227/principios_basicos_de_cctv_1.pdf

¹⁵VILLEGAS, Jaime. Conceptos básicos en comunicaciones de video en red [en línea]. Medellín: Tecnoseguro, Abril 2013 [consultado 05 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <https://www.tecnoseguro.com/tutoriales/video-ip/conceptos-basicos-en-comunicaciones-de-video-en-red.html>

coaxial, mientras que las cámaras IP tienen un chip interno que permite la conectividad a la red para transmisión de datos, este puede ser WLAN o LAN.¹⁶ A continuación se presenta un gráfico de los componentes internos de una cámara para videovigilancia.

Figura 1. Descripción grafica de los componentes de una cámara de videovigilancia.



Fuente: VILLEGAS, Jaime. Conceptos básicos en comunicaciones de video en red [en línea]. tecnoseguro. [consultado 15 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <https://www.tecnoseguro.com/tutoriales/video-ip/conceptos-basicos-en-comunicaciones-de-video-en-red.html>.

¹⁶Ibid., Disponible en Internet: <https://www.tecnoseguro.com/tutoriales/video-ip/conceptos-basicos-en-comunicaciones-de-video-en-red.html>

5.5 TIPOS DE CÁMARA DE VIDEOVIGILANCIA

Debido a que cada instalación tiene características particulares ha sido necesario desarrollar diversos tipos de cámaras como.

5.5.1 Cámaras tipo PTZ. Este tipo de cámara realiza barridos de 360 grados del ambiente, puede realizar ampliación, inclinación y paneo.¹⁷

5.5.2 Cámaras tipo Bala. Pueden ser utilizadas tanto en la pared como en el techo, se usan típicamente en interiores pero pueden ser usadas en exteriores, se utilizan para enfocar un área determinada.¹⁸

5.5.3 Cámaras tipo Domo. Tienen forma de cúpula circular y son idóneas para ser instaladas en techos, son a prueba de vandalismo, gracias a una cubierta protectora alrededor de la cámara y son diseñadas para ser discretas pero visibles.¹⁹

5.5.4 Cámaras antivandálicas. Poseen una carcasa protectora que les permite mantenerse fijas y grabando aunque estén siendo golpeadas.²⁰

5.5.5 Cámaras con infrarrojo. Cámaras que permiten grabar las 24 horas del día activando sus infrarrojos durante las horas en las que no hay iluminación²¹.

5.5.6 Cámaras ocultas. Cámaras que permiten realizar grabaciones pasando totalmente desapercibidas.²²

¹⁷ CCTV y Control de Acceso [en línea]. Monterrey: Grupo SARG. [consultado 15 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.gruposarg.com/24-servicios/portfolio/circuito-cerrado-cctv/18-cctv-sistemas-circuito-cerrado.html>

¹⁸ Tipos de cámaras de seguridad más populares [en línea]. México: Cámaras de Seguridad Mexico.2013 [consultado 01 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://camara-seguridad.com.mx/blog/consejos/140-tipos-de-camaras-de-seguridad-mas-populares>

¹⁹ Tipos de cámaras [en línea]. Sevilla: Videovigilancia.com. [consultado 31 de Mayo de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.videovigilancia.com/tiposcamaras.htm>

²⁰ Ibid., Disponible en Internet: <http://www.videovigilancia.com/tiposcamaras.htm>

²¹ Ibid., Disponible en Internet: <http://www.videovigilancia.com/tiposcamaras.htm>

²² Ibid., Disponible en Internet: <http://www.videovigilancia.com/tiposcamaras.htm>

5.5.7 Cámaras IP. Cámaras con tecnología que permite al usuario tener el sistema de video vigilancia en un sitio y ver el video en tiempo real desde otro sitio a través de internet.²³

5.6 TECNOLOGÍAS PARA LA INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA

Las tecnologías para realizar la interconexión en un sistema de videovigilancia son diversas, podemos encontrar.

5.6.1 Ondas de radio frecuencia. Son ondas electromagnéticas que se propagan a través del espacio a una velocidad de 300.000.000 metros por segundo²⁴. Para propagar las ondas de radio por la atmosfera terrestre, se necesita una fuente de energía que irradie las ondas y una fuente de recepción que las capture. Tanto la irradiación como la captura de las ondas de radio, se realiza por medio de antenas.²⁵

5.6.1.1 WiFi. Tecnología de comunicación inalámbrica mediante ondas en los rangos de 2.4 GHz para los estándares 802.11, 802.11b, 802.11g, 802.11n y 5 GHz para el estándar 802.11a, las capacidades de transmisión van desde 1 Mbps hasta 540 Mbps.²⁶

5.6.1.2 Tecnología 3g. Tecnología inalámbrica utilizada comúnmente en la telefonía celular, aunque puede ser utilizada en otros dispositivos, comercializada a partir del año 2001, permite transmitir datos hasta una velocidad de 384 Kbps.²⁷

5.6.1.3 Tecnología 4g. Tecnología inalámbrica utilizada comúnmente en la telefonía celular de última generación, aunque puede ser utilizada en otros

²³Ibid., Disponible en Internet: <http://www.videovigilancia.com/tiposcamaras.htm>

²⁴ TOMASI, Wayne. Sistemas de comunicaciones electrónicas. Cuarta edición. Prentice Hall, 2003. p. 347.

²⁵Ibid., p. 347.

²⁶TORRES, Álvaro y SANCHEZ, R. Telecomunicaciones y Telemática: De las señales de humo a las redes de información y las actividades por internet. Tercera edición, Bogotá D.C.: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2007. p 82.

²⁷FERNÁNDEZ DIAZ, Sandra. ¿Qué significa 3G Y 4G? Definición y diferencias. ValorTop [en línea], Septiembre 2015 [consultado 04 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.valortop.com/blog/3g-4g-definicion-diferencias>

dispositivos, comercializada a partir del año 2010, permite transmitir datos a una velocidad mayor a los 300 Mbps.²⁸

5.6.2 Cable Coaxial. Medio físico de transmisión que se compone de dos conductores uno interno y otro externo separado por un aislante, el conductor interno es un alambre de cobre grueso mientras que el externo es en forma de malla metálica, la capacidad de transmisión es de 500 Mbps en distancias hasta los 3 Km.²⁹

5.6.3 Par Trenzado. Par de conductores eléctricos entrelazados y aislados, existen tres tipos de par trenzado, con coraza, sin coraza y forrado en hoja metálica, de los tres el más utilizado es el par trenzado sin coraza o cable UTP, de acuerdo a la categoría un cable UTP puede alcanzar velocidades que van desde 10 Mbps en la categoría tres hasta 10 Gbps en la categoría 6.³⁰

5.6.3.1 Ethernet. Arquitectura más común para redes LAN, permite alcanzar velocidades hasta de 10 Mbps, con una distancia máxima de 2Km, utiliza medios físicos como fibra óptica, cable coaxial y cable UTP, la topología es bus alambrada en estrella y utiliza CSMA /CD como protocolo de acceso al medio.³¹

5.6.4 Fibra Óptica. Medio físico de transmisión en el que la señal viaja en forma de pulsos luminosos, esta tecnología tiene capacidad de transmisión que van desde los Mbps hasta los miles de Mbps y alcanzan distancias entre 16km en tipo multimodo y 200 km en monomodo dependiendo del tipo.³²

La fibra óptica se utiliza para transmisiones que requieran grandes distancias y/o grandes anchos de banda. Una transmisión por fibra óptica se compone de un emisor, un medio (fibra de vidrio ultra delgada) para propagar la señal (luz) y un receptor. En medio de una transmisión por fibra óptica, un pulso de luz indica un bit 1 mientras que la ausencia del pulso significa un bit 0. La señal de luz, en el extremo del receptor es convertida en una señal eléctrica para su interpretación digital.³³

²⁸Ibid., Disponible en Internet: <http://www.valortop.com/blog/3g-4g-definicion-diferencias>

²⁹TORRES, Op. cit, p. 58.

³⁰Ibid., p. 57.

³¹Ibid. p. 196.

³²Ibid., p. 59.

³³TANENBAUM, Andrew y WETHERALL, D. Redes de computadoras. Quinta edición, Pearson, 2012. p 87.

La fibra óptica se puede catalogar como, fibra óptica Multimodo y fibra óptica Monomodo:

Fibra óptica Multimodo: Dado que el diámetro del núcleo es de aproximadamente 50 micrómetros. La luz se dispersa en diversas direcciones dentro de la fibra de vidrio hasta llegar al receptor, cuando las transmisiones son a largas distancias se pueden presentarse errores.³⁴

Fibra óptica Monomodo: el diámetro del núcleo es menor al de la fibra monomodo (5 micrómetros), alcanzando mayores velocidades de transmisión y menor dispersión en transmisiones de largas distancias evitando que se presenten errores.³⁵

Las características que diferencia la fibra óptica del cable coaxial y del par trenzado son:

- **Mayor capacidad:** La fibra óptica puede alcanzar velocidades de cientos de Gbps en distancias de decenas de kilómetros.³⁶
- **Menor tamaño y peso:** dado que las fibras de vidrio son de una contextura ultra delgada, son más pequeñas que los cables coaxiales o que los pares trenzados. Al ser de menor tamaño son también más ligeras.³⁷
- **Atenuación menor:** la fibra óptica tiende a atenuarse menos que los cables coaxiales y pares trenzados.³⁸
- **Aislamiento electromagnético:** la fibra óptica no se afecta ni por campos electromagnéticos, ni por ruido impulsivo o diafonía.³⁹

³⁴ TORRES, Op. cit, p. 60.

³⁵ Ibid., p. 60.

³⁶ STALLINGS, Williams. Comunicación y redes de computadores. Sexta edición, Prentice Hall, 2000. p 109.

³⁷ STALLINGS, Op. cit, p. 109

³⁸ Ibid.,p. 109

³⁹ Ibid., p. 109

- **Mayor separación entre repetidores:** dado que permite cubrir grandes distancias, los repetidores se usan en casos excepcionales.⁴⁰

5.7 ANCHO DE BANDA

Para las cámaras IP hay que tener una consideración especial, ya que es necesario saber el ancho de banda con que cuenta el sitio donde se realizará la instalación.

El ancho de banda es el rango de frecuencias que un canal de comunicación permite transmitir ⁴¹, la cantidad de ancho de banda que requiere un sistema de video vigilancia depende del número de cámaras, fotogramas por segundo, resolución de la imagen, tipo de compresión de video y la complejidad de la imagen⁴².

5.8 GESTIÓN DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA

Es necesario que los sistemas de videovigilancia tengan software que permitan la gestión del sistema. Las empresas que fabrican dispositivos para circuitos cerrados de televisión CCTV por lo general desarrollan sus propios programas para la gestión del sistema, pero los usuarios pueden optar por conseguir en el mercado distintos tipos de software libres, para todos los sistemas operativos, que permiten la administración de sistemas de videovigilancia como son Ipsy Conect, Xeoma, Zondeminder, Kmotion, y Supervisor X.

5.9 SISTEMAS DE ACCESO BIOMÉTRICO

Otro tipo de sistemas de seguridad son los equipos de acceso biométrico, que trabajan en conjunto con los sistemas de video vigilancia para aumentar el nivel de seguridad.

⁴⁰Ibid., p. 109

⁴¹TORRES, Op. cit, p. 215.

⁴²Consideraciones sobre ancho de banda y almacenamiento [en línea]. Axis Communications. [consultado 06 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.axis.com/global/es/learning/web-articles/technical-guide-to-network-video/bandwidth-considerations>

“La biometría ciencia que mide y analiza datos biológicos que ha sido aplicada a la seguridad”.⁴³

5.9.1 Biometría Facial. La imagen captada del rostro por la cámara se compara con las existentes en una base de datos en busca de patrones similares como pueden ser el tamaño de la cara o la estructura de los ojos y de la nariz.⁴⁴

5.9.2 Termografía del Rostro. Cámaras infrarrojas que capturan el patrón de calor de la cara, el cual tiene particularidades únicas en cada persona, y por software se compara con los existentes en las bases de datos.⁴⁵

5.9.3 Huella Digital. Aprovechando las características únicas que tienen las huellas dactilares de una persona se realiza una comparación por software con las huellas existentes en las bases de datos.⁴⁶

5.9.4 Verificación de Patrones Oculares. Se puede realizar análisis del iris o la retina, es considerado el sistema más efectivo, consiste en escanear el ojo para obtener una imagen digital con la cual se realizan comparaciones.⁴⁷

5.9.5 Verificación de Voz. Tecnología que consiste en grabar una frase y pedirla nuevamente al querer acceder al sitio protegido, el sistema realiza una comparación de patrones como entonación, agudeza y timbre.⁴⁸

⁴³ROUSE, Margaret. ¿Qué es Biometría? TechTarget [en línea]. Octubre 2008 [consultado 07 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Biometria>

⁴⁴¿Cómo funciona la tecnología de reconocimiento facial? [en línea]. Buenos Aires: Welivesecurity en Español, 2015 [consultado 07 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.welivesecurity.com/la-es/2015/08/27/tecnologia-de-reconocimiento-facial/>

⁴⁵MISFUD, Elvira. Sistemas físicos y biométricos de seguridad [en línea].Madrid: Gobierno de España Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2012 [consultado 07 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/1045-sistemas-fisicos-y-biometricos-de-seguridad>

⁴⁶Sistemas físicos y biométricos de seguridad, Op. cit. Disponible en Internet: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/1045-sistemas-fisicos-y-biometricos-de-seguridad>

⁴⁷Ibid., Disponible en Internet: [://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/1045-sistemas-fisicos-y-biometricos-de-seguridad](http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/1045-sistemas-fisicos-y-biometricos-de-seguridad)

⁴⁸ibid., Disponible en Internet: [://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/1045-sistemas-fisicos-y-biometricos-de-seguridad](http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/1045-sistemas-fisicos-y-biometricos-de-seguridad)

5.9.6 Biometría Vascular. Imagen capturada en infrarrojo de la piel para obtener un mapa de distribución de las venas, patrón que es único para cada persona, posteriormente se compara con las imágenes existentes en la base de datos.⁴⁹

5.10 APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE VIDEOVIGILANCIA

Los sistemas de videovigilancia tienen aplicaciones en diferentes campos como:

5.10.1 Reconocimiento de Matrículas. Cámaras de videovigilancia que combinadas con un software proporcionan la información acerca de los vehículos y sus propietarios, son utilizados para el control de acceso y por las autoridades de tránsito o policía para emitir sanciones.

5.10.2 Control de Tráfico. Son utilizadas por las autoridades de tránsito para monitorear y dirigir el tránsito.⁵⁰

5.10.3 Estudio del Comportamiento de Animales. Se utilizan como medio no invasivo para obtener información acerca del comportamiento y hábito de las especies animales.⁵¹

5.10.4 Control de Gestión. Supervisión de procedimientos y líneas de producción en las empresas para control de calidad y mejoramiento de procesos.⁵²

5.10.5 Telemedicina. Permite la atención a distancia de pacientes en zonas de difícil acceso o en sitios sin presencia de profesionales de la salud.⁵³

⁴⁹Sistemas físicos y biométricos de seguridad, Op. cit. Disponible en Internet: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/1045-sistemas-fisicos-y-biometricos-de-seguridad>

⁵⁰Historia del Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), Op. cit. Disponible en Internet: <http://seguridadig.com/historia-del-circuito-cerrado-de-television-cctv/>

⁵¹6 usos alternativos de sistemas de videovigilancia [en línea]. Málaga: Imatri Sistemas, 2015 [consultado 06 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.imatri-sistemas.com/blog/entry/6-usos-alternativos-en-camaras-de-videovigilancia>

⁵²VÁZQUEZ, Lisset. Ventajas y consideraciones a tener en cuenta en el uso de sistemas CCTV. alartec [en línea]. seguridadig Abril 2013 [consultado 31 de Mayo de 2016]. Disponible en Internet: <http://seguridadig.com/historia-del-circuito-cerrado-de-television-cctv/>

⁵³Ibid., Disponible en Internet: <http://seguridadig.com/historia-del-circuito-cerrado-de-television-cctv/>

5.10.6 Policial. Identificación de criminales en áreas públicas y reacción rápida frente a acciones criminales.⁵⁴

5.10.7 Pruebas Militares. Permite observar desde la distancia ensayos militares y evitar poner en riesgo vidas humanas.⁵⁵

5.10.8 Búsqueda de actividad paranormal. Ayudan a percibir eventos por medio de sus sensores que son difíciles de captar para el ojo humano.⁵⁶

5.10.9 Marketing. Permiten observar sin perturbar patrones de consumo y la percepción que percepción tienen los clientes de los productos.⁵⁷

5.11 RIVERBED MODELER

Para la validación del diseño se utilizara la versión académica del software de simulación Riverbed Modeler. Software que permite diseñar y posteriormente analizar redes de telecomunicaciones. El software incluye diferentes tipos de protocolos y aplicaciones con los cuales evaluar el desempeño de las redes creadas; contiene múltiples elementos activos y pasivos con los cuales crear las redes, y permite el desarrollar nuevas tecnologías y protocolos.⁵⁸

Dentro de las aplicaciones que tenemos a nuestra disposición dentro del software encontramos Ftp, Http, Email, Bases de datos, video streaming, video conferencia, voz, aplicaciones de impresión y P2P; pudiendo analizar el desempeño de la red bajo múltiples aplicaciones todas al mismo tiempo. El software permite caracterizar por medio de funciones de distribución de probabilidad ciertos parámetros de la

⁵⁴ Ibid., Disponible en Internet: <http://seguridadig.com/historia-del-circuito-cerrado-de-television-cctv/>

⁵⁵ Historia del Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), Op. cit. Disponible en Internet: <http://seguridadig.com/historia-del-circuito-cerrado-de-television-cctv/>

⁵⁶ LOPEZ, Ariel. Ghost Hunting: Investigación Paranormal. [en línea]. Createspace, 2014. p. 104 [consultado 06 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <https://books.google.com.co/books?id=h2WoCgAAQBAJ&pg=PA103&lpg=PA103&dq=utilidades+c+amaras+de+seguridad&source=bl&ots=4GvuKOYdVs&sig=EzII1b->

⁵⁷ AKESSON, Johan. ¿Cómo la tecnología descifra la mente del consumidor? iProfesional.com [en línea], iprofesional. Abril 2014 [consultado 16 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.iprofesional.com/notas/185171-Cmo-la-tecnologa-descifra-la-mente-del-consumidor>

⁵⁸ Riverbed Modeler [en línea] riverbed. [consultado 15 de Octubre de 2017]. Disponible en internet: <https://www.riverbed.com/mx/products/steelcentral/steelcentral-riverbed-modeler.html>

sesión de la aplicación y la sesión del usuario, con la finalidad de moldear la simulación lo más parecido al entorno que encontraremos en la realidad.

El software permite crear múltiples redes divididas por escenarios y comparar las respuestas de las mismas ante diferentes configuraciones. Dentro de las estadísticas que permite evaluar el software encontramos las estadísticas por enlaces, las estadísticas globales y las estadísticas por nodos.

Bajo el software se pueden simular tanto redes cableadas como redes inalámbricas. Es posible configurar la extensión de la red, encontrando extensiones desde una oficina hasta el planeta.

6 METODOLOGÍA

La metodología para el desarrollo de este proyecto se compone de dos etapas, la primera, **Captura de Requerimientos** y la segunda **Análisis y Diseño**; etapas basadas en dos de las múltiples iteraciones (**Requisitos y Análisis y Diseño**), de la metodología **Proceso Unificado Racional** (RUP, en inglés), metodología basada en una secuencia de pasos para el desarrollo de gran cantidad de sistemas, en diferentes áreas de aplicación, diferentes organizaciones, diferentes medios de competencia y en proyectos de tamaños variables (desde el más básico al más complejo)⁵⁹. Se seleccionan estas iteraciones como base para el desarrollo de las etapas de la metodología de trabajo, dado su contenido y alcance metodológico, que se consideran adaptables e idóneos para orientar el desarrollo de este proyecto.

A continuación se describe el alcance de la etapa de **Captura de Requerimientos** y el alcance de la etapa de **Análisis y Diseño**, además de las actividades a realizar en cada una de estas, evaluando el resultado de estas actividades por medio de entregables.

6.1 ETAPA 1: CAPTURA DE REQUERIMIENTOS.

En esta etapa se debe llegar a un punto en común entre el cliente y el diseñador sobre lo qué debe hacer el sistema. Se debe obtener, organizar y documentar la funcionalidad requerida, las limitaciones⁶⁰ e identificar las restricciones⁶¹. En esta etapa debe mantenerse una comunicación constante entre el diseñador y el cliente, dado que en esta etapa se definen las consignas bajo las cuales se desarrollara todo el proyecto, y al final permitirán evaluar si el sistema cumple o no con los objetivos.

Entregable: se debe entregar un documento que contenga, estado actual de las instalaciones del cliente, identificación de necesidades y requerimientos, alcance y limitaciones del proyecto.

⁵⁹¿Qué es RUP? [en línea]. Metodología RUP, 2012. [consultado 01 de Julio de 2017]. Disponible en internet: <http://rupequipo1.blogspot.com.co/2012/12/que-es-rup.html>

⁶⁰Rational Unified Process Best Practices for Software Development Teams [en línea] . ibm. [consultado 01 de Julio de 2017]. Disponible en internet: https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251_bestpractices_TP026B.pdf

⁶¹Proceso unificado de desarrollo [en línea]. EcuRed [consultado 01 de Julio de 2017]. Disponible en internet: https://www.ecured.cu/Proceso_unificado_de_desarrollo

6.2 ETAPA 2: ANÁLISIS Y DISEÑO.

En esta etapa se debe mostrar cómo debería funcionar el sistema una vez sea implementado, presentando cada uno de los elementos que serían usados en la implementación⁶². Dicho funcionamiento debe estar alineado con la etapa de captura de requerimientos.

La etapa dos se dividirá en dos entregables.

Entregable 1: se debe entregar un documento que contenga, además de la información del punto anterior:

- Análisis de características y criterios de selección sobre los elementos activos y pasivos del sistema que harán parte del diseño, con la estimación respectiva del tráfico y ancho de banda requerida.
- Diseño del sistema de videovigilancia propuesto para la empresa Enitel S.A.S
- Costos de implementación del diseño, incluyendo obras civiles y costos asociados.

Entregable 2: Simulación realizada en el software Riverbed Modeler de la red de telecomunicaciones que interconecta los dispositivos del sistema de video vigilancia.

⁶²Ibíd., Disponible en Internet:

https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251_bestpractices_TP026B.pdf

7 DISEÑO DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA CON MONITOREO LOCAL Y REMOTO DE LAS INSTALACIONES

A continuación se describe de forma detallada y con base a las etapas de la metodología, el diseño del sistema de videovigilancia para la empresa del sector alimenticio.

7.1 CAPTURA DE REQUERIMIENTOS

Este capítulo contiene la información correspondiente al estado de las instalaciones del cliente, la identificación de necesidades y requerimientos y los alcances y limitaciones del proyecto.

7.1.1 Descripción general de la infraestructura de las instalaciones para las que se diseña el sistema de videovigilancia. En el levantamiento de información realizado a las instalaciones donde se plantea implementar el diseño se observaron los siguientes puntos a tener en cuenta:

- El acceso a las instalaciones de la empresa se realiza por una única entrada, la cual está sobre una vía que comunica dos municipios del Valle del Cauca, por dicha entrada transitan personal, visitantes y carga.
- El cerramiento de la empresa se compone de muros de concreto y mallas de seguridad en acero que bordean toda las instalaciones.
- Alrededor de la empresa se encuentran otros complejos industriales y cultivos.
- Las edificaciones de las instalaciones son mayoritariamente bodegas que albergan materias primas, productos y maquinaria para la producción. Es de considerar que todas las edificaciones tienen un área mínima aproximada de mil metros cuadrados, por lo tanto se requiere considerar que las cámaras a instalar tengan entre sus características ángulos de visión amplio y largo alcance.

Las instalaciones tienen forma de un rectángulo geométrico, como se observa en la figura 2, con un área total de cuarenta y dos mil metros cuadrados; su

distribución física se compone de 5 zonas principales que son: **Bodega de Producción 1 (1)**, **Centro Administrativo (2)**, **Zona de Bodegas (3)**, **Zona de Procesos (4)** y la **Zona de Almacenaje y Despacho (5)**.

7.1.2 Descripción de la infraestructura por zonas principales. A continuación se realizará una descripción detallada de cada una de las 5 zonas principales.

7.1.2.1 Bodega de Producción 1 (1). Esta bodega tiene un área aproximada de 5000 metros cuadrados y una altura de 8 metros. La bodega tiene 4 entradas, 2 ubicadas a 20 metros del muro perimetral. Dado que es un sitio destinado a producción, hay un número elevado de personal entre operarios de máquinas y operarios de logística que reciben y despachan productos.

7.1.2.2 Centro Administrativo (2). El centro administrativo se sitúa a veinte metros de la entrada y se compone de dos edificaciones. Las edificaciones están rodeadas por una zona verde y una zona de parqueo para automóviles, utilizada por empleados y visitantes.

Edificación 1. La edificación 1 es una construcción de un piso, con un área de 500 metros cuadrados y una altura de 3 metros.

Edificación 2. La edificación 2 es una construcción de un piso, con un área de 300 metros cuadrados y una altura de 3 metros.

7.1.2.3 Zona de Bodegas (3). Esta zona se compone de 7 bodegas ubicadas frente al centro administrativo, con un área total de seis mil metros cuadrados. De las 7 bodegas, solo una se destina para producción.

La bodega destinada a producción, bodega de producción 2, tiene 3 entradas, un área de 1200 metros cuadrados y una altura de 6 metros. Esta bodega concentra un gran flujo de operarios de producción y de logística, además colinda con un parqueadero de la empresa. El resto de las bodegas, 6 en total, son utilizadas para bodegaje, variando en altura y en área.

7.1.2.4 Zona de Procesos (4). Esta zona se compone de 4 edificaciones independientes, que son utilizadas para diferentes procesos.

- Centro de producción 1: Se realizan procesos de producción, tiene una altura de 4 metros y un área de 850 metros cuadrados.

- Centro de producción 2: Se realizan procesos de producción, tiene una altura de 4 metros y un área de 340 metros cuadrados.

- Centro de producción 3: Se realizan procesos de producción, tiene una altura de 4 metros y un área de 210 metros cuadrados.

- Centro de producción 4: Se realizan procesos de producción, tiene una altura de 4 metros y un área de 264 metros.

7.1.2.5 Zona de Almacenaje y Despacho (5). Esta zona se compone de dos edificaciones de dos pisos, con un área total de tres mil metros cuadrados y una altura de 5 metros aproximadamente. Desde este sitio se almacenan y despachan productos elaborados.

7.1.3 Elementos de seguridad e infraestructura para telecomunicaciones presentes en las instalaciones. A continuación se detallan los elementos de seguridad y la infraestructura para telecomunicaciones presente en las instalaciones de la empresa contratante.

- La empresa actualmente cuenta con 4 cámaras analógicas. Una ubicada justo a la entrada de la empresa, otra utilizada para monitorear el parqueadero de motos y dos colocadas en la zona de pesaje de camiones, utilizadas para registrar la placas de los camiones que salen cargados con productos. Estas cámaras son gestionadas por un grabador de video digital (DVR).

- Las instalaciones cuentan con una red de canalización* para enlaces de telecomunicaciones entre edificios al interior de toda la planta.

* Una red de canalización, es una obra civil que se diseña y construye al interior del predio, a fin de insertar enlaces de telecomunicaciones.

- La empresa cuenta con un proveedor de internet que suministra un canal de internet dedicado de 30 MB/s, favoreciendo la seguridad en el acceso a la red y estabilidad de las telecomunicaciones.

- Las instalaciones cuentan con un cuarto de cableado principal (**C.C.P**), donde se unifica el cableado y los principales equipos de la red interna. Este lugar se encuentra ubicado en el edificio 1, del centro administrativo. Ver figura 2.

En la figura 2, se describe la distribución geográfica por zonas de las instalaciones y la red de canalización.

Figura 2. Distribución geográfica y red de canalización.

La siguiente tabla contiene las convenciones de los elementos presentes en la

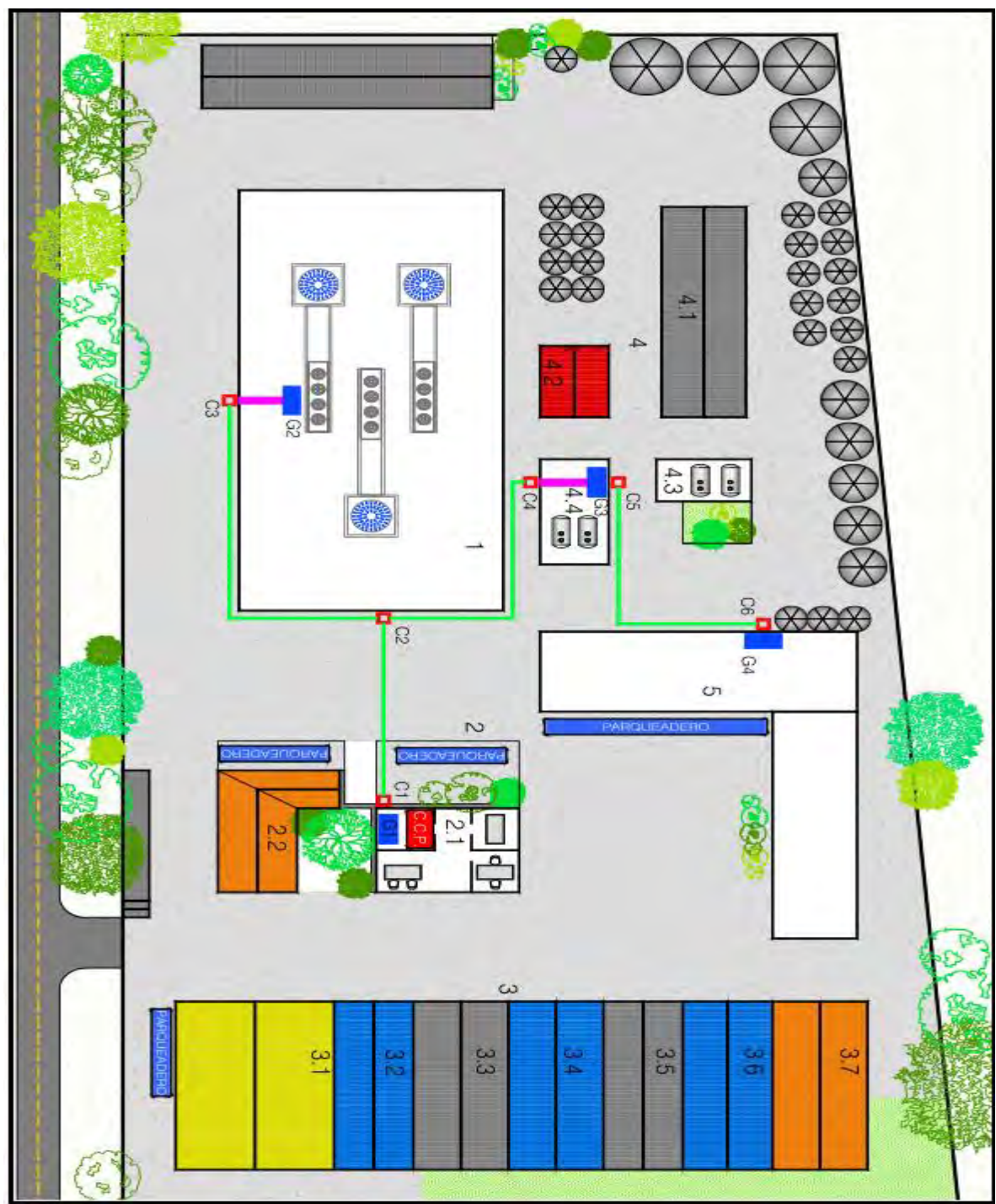
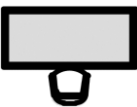


figura 2, titulada Distribución geográfica y red de canalización.

Tabla 1. Tabla de convenciones figura 2.

TABLA DE CONVENCIONES FIGURA 2			
Elemento	Símbolo	Letra de identificación	
Red de canalización		N/A	
Cámara de Inspección		C	
Gabinete de Piso		G	
Red de cárcamos Metálicos		N/A	
Maquinaria		N/A	
Caldera		N/A	
Silos		N/A	
Puesto de Trabajo		N/A	
Convenciones distribución geográfica.			
Sitio	Número de identificación	Sitio	Número de identificación
Bodega de Producción 1	1	Bodega de Almacenaje 4	3.5
Centro Administrativo	2	Bodega de Almacenaje 5	3.6
Edificación 1	2.1	Bodega de Almacenaje 6	3.7
Edificación 2	2.2	Zona de Procesos	4
Zona de Bodegas	3	Centro de Producción 1	4.1
Bodega de Producción 2	3.1	Centro de Producción 2	4.2
Bodega de Almacenaje 1	3.2	Centro de Producción 3	4.3
Bodega de Almacenaje 2	3.3	Centro de Producción 4	4.4
Bodega de Almacenaje 3	3.4	Zona de Almacenaje y Despacho	5

7.1.4 Alcances y limitaciones del sistema de videovigilancia. A continuación se identifican los alcances y limitaciones del diseño.

7.1.4.1 Alcances del diseño del sistema de videovigilancia. Los alcances del diseño son:

- El diseño está enfocado a brindar vigilancia en tiempo real a través de internet, sobre las zonas de producción, administrativas, bodegas y parqueaderos de la empresa contratante.
- Se detallan las obras civiles requeridas para la implementación de este diseño, discriminadas por actividades, materiales y costos de instalación y suministro.
- Se detalla la tubería metálica requerida para la implementación de este diseño, discriminada por tipo de tubería, tipo de accesorios y costos de instalación y suministro.
- Se detalla cada uno de los equipos de red necesarios para la implementación de este diseño, incluyendo la cantidad, costo y características de los equipos.
- Se detallan los tipos de medios de transmisión necesarios para la implementación de este diseño, incluyendo la cantidad, costo y características de los medios de transmisión.

7.1.4.2 Limitaciones del diseño del sistema de videovigilancia. Las limitaciones del diseño son:

- El sistema planteado en este diseño se ajusta a la solución planteada en los objetivos definidos en el proyecto, dando énfasis en materia de seguridad desde el monitoreo; siendo esta, una limitante del proyecto, pues no se cuenta con cobertura de cámaras en el total de las instalaciones.
- Otra limitante del sistema, es que carece de métodos de control de acceso tales como gestión mediante dispositivos biométricos.

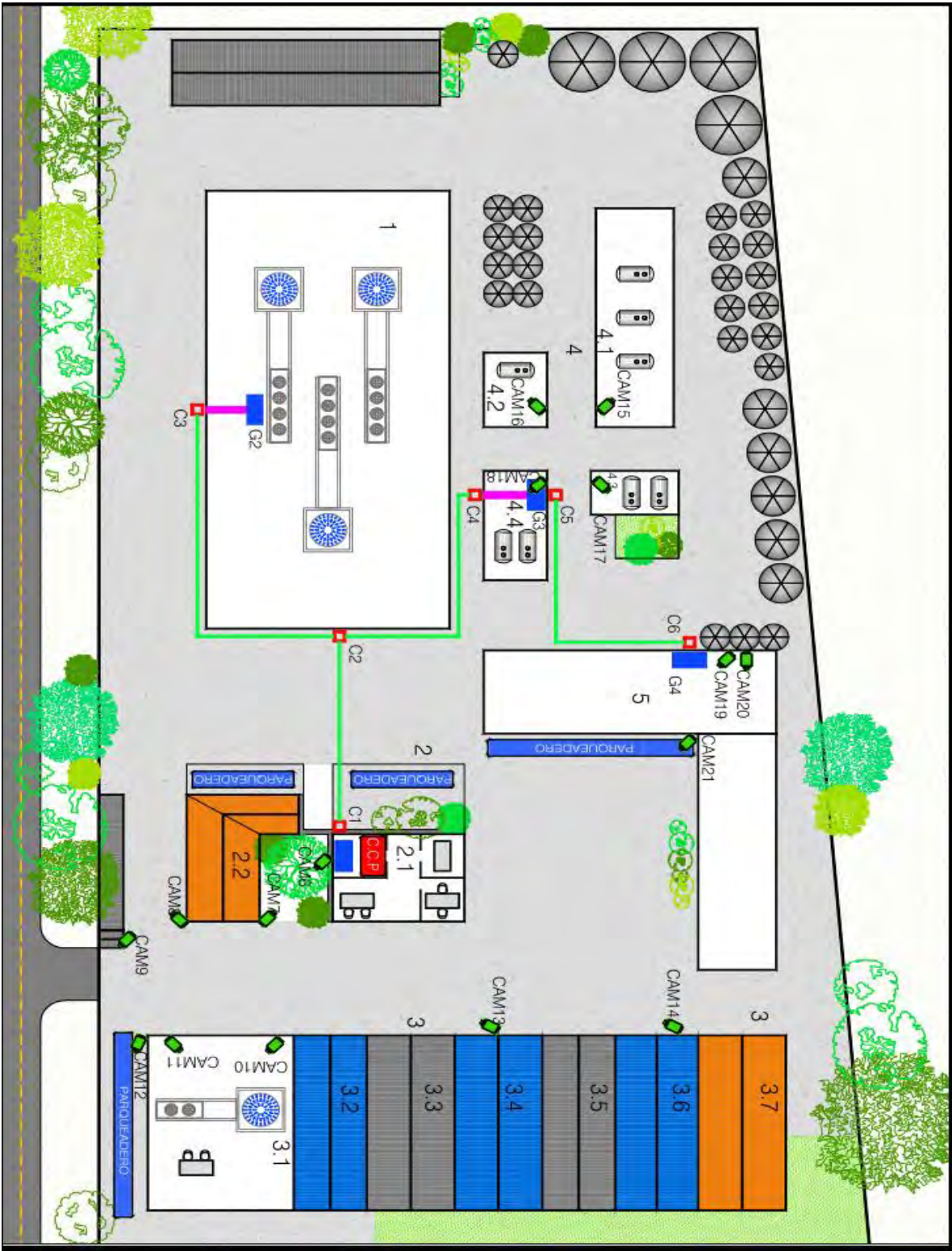
7.2 ANÁLISIS Y DISEÑO

Este capítulo contiene las características y criterios de selección de los elementos pasivos y activos, el diseño lógico y físico, y la simulación del sistema de seguridad. Además de los costos de implementación del proyecto.

7.2.1 Puntos de instalación de las cámaras de monitoreo. De acuerdo a la etapa de captura de requerimientos se determina la necesidad de instalar 21 cámaras de monitoreo. Los puntos de ubicación de las cámaras de monitoreo se seleccionan conforme a la visita de campo realizada, donde se determina que desde estas ubicaciones se obtiene la mejor perspectiva para monitorear los alrededores y las edificaciones que componen a las 5 zonas identificadas como principales, zonas que para el cliente deben ser las monitoreadas. Desde estos puntos de monitoreo es posible aprovechar al máximo las características de enfoque automático de las cámaras que se desean instalar, las cuales tienen un ángulo de visión entre 3° y 100°, enfocando claramente a distancias de hasta 50 metros.

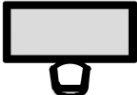
En la figura 3 se pueden observar exactamente los puntos donde serán instaladas las cámaras de monitoreo.

Figura 3. Distribución geográfica y localización de cámaras de monitoreo.



La siguiente tabla contiene las convenciones de los elementos presentes en la figura 3, distribución geográfica y localización de cámaras de monitoreo.

Tabla 2. Tabla de convenciones figura 3.

TABLA DE CONVENCIONES FIGURA 3			
Elemento	Símbolo	Letra de identificación	
Red de canalización		N/A	
Cámara de Inspección		C	
Gabinete de Piso		G	
Red de cárcamos Metálicos		N/A	
Cámara de Monitoreo		CAM	
Maquinaria		N/A	
Caldera		N/A	
Silos		N/A	
Puesto de Trabajo		N/A	
Convenciones distribución geográfica.			
Sitio	Número de identificación	Sitio	Número de identificación
Bodega de Producción 1	1	Bodega de Almacenaje 4	3.5
Centro Administrativo	2	Bodega de Almacenaje 5	3.6
Edificación 1	2.1	Bodega de Almacenaje 6	3.7
Edificación 2	2.2	Zona de Procesos	4
Zona de Bodegas	3	Centro de Producción 1	4.1
Bodega de Producción 2	3.1	Centro de Producción 2	4.2
Bodega de Almacenaje 1	3.2	Centro de Producción 3	4.3
Bodega de Almacenaje 2	3.3	Centro de Producción 4	4.4
Bodega de Almacenaje 3	3.4	Zona de Almacenaje y Despacho	5

7.2.2 Caracterización de las zonas principales del predio de acuerdo a su área y altura. A continuación se especifica el área y la altura de las zonas principales.

Tabla 3. Caracterización de zonas principales por área y altura.

ZONAS PRINCIPALES.	ALTURA (m)	ÁREA (m2)
BODEGA DE PRODUCCIÓN 1.	8	5000
CENTRO ADMINISTRATIVO.		
EDIFICACION 1.	3	500
EDIFICACION 2.	3	300
ZONA DE BODEGAS.		
BODEGA DE PRODUCCIÓN 2.	8	1200
BODEGA DE ALMACENAJE 1.	4	544
BODEGA DE ALMACENAJE 2.	4.5	938
BODEGA DE ALMACENAJE 3.	4.5	938
BODEGA DE ALMACENAJE 4.	4.5	616
BODEGA DE ALMACENAJE 5.	5	731
BODEGA DE ALMACENAJE 6.	4.5	688
ZONA DE PROCESOS.		
CENTRO DE PRODUCCIÓN 1.	4	850
CENTRO DE PRODUCCIÓN 2.	4	340
CENTRO DE PRODUCCIÓN 3.	4	210
CENTRO DE PRODUCCIÓN 4.	4	264
ZONA DE ALMACENAJE Y DESPACHO.	5	3000

En la tabla 3 se especifican las alturas y áreas de los sitios dentro de las 5 zonas principales; estos datos sirven para determinar los criterios técnicos de las cámaras de monitoreo y de los medios de transmisión.

7.2.3 Criterios para la selección de las cámaras de monitoreo. Se determina que las cámaras de monitoreo cumplan con los criterios técnicos que se especifican en la tabla 4 por las siguientes razones:

- **Zonas a monitorear:** las zonas a monitorear son espacios amplios y con mucho tráfico, haciendo necesario el uso de cámaras de monitoreo de tipo bala que posean un lente de enfoque automático y una alta resolución.
- **Jornada laboral:** las cámaras deben incluir función día y noche dado que la actividad del cliente corporativo se desarrolla durante las 24 horas del día.

- **Infraestructura:** el tipo de alimentación PoE facilita la instalación de los cámaras de monitoreo y reduce costos al evitar realizar obras eléctricas y civiles adicionales.
- **Capacidad de almacenamiento:** el formato de compresión seleccionado permite obtener imágenes de alta resolución en un tamaño de archivo reducido.
- **Integración al sistema:** el tipo de puerto RJ45 facilita la integración de las cámaras con los demás equipos del sistema.

Tabla 4. Criterios para selección de cámaras de monitoreo.

Criterio Técnico	Característica
Tipo de cámara.	Cámara IP tipo bala.
Lente.	Enfoque automático (4.7 mm – 84.6 mm).
Resolución.	Desde 1920 x 1080 hasta 160 x 90.
Función día y noche.	Permite monitoreo nocturno.
Alimentación.	La alimentación del equipo debe incluir tecnología de alimentación por Ethernet PoE.
Formato de compresión.	Como formato de compresión debe usar H.264.
Tipo de puerto.	Puerto Ethernet para conector RJ45.

En la tabla 4 se detallan las criterios técnicos que deben de cumplir las cámaras de monitoreo de este diseño.

La referencia de cámara de monitoreo que se adapta a los criterios técnicos descritos en la tabla 4, es la cámara de monitoreo AXIS Q1765-LE PT.

7.2.4 Capacidad de transmisión requerida. De acuerdo al nivel técnico que se quiere aplicar a este diseño, es fundamental calcular la capacidad de transmisión requerida para el funcionamiento del sistema.

En los sistemas de seguridad que utilizan cámaras de monitoreo, la capacidad de transmisión se calcula de acuerdo a la Ecuación 1, ecuación que relaciona la velocidad de las imágenes, tamaño de las imágenes y el porcentaje de actividad.

Ecuación 1. Ecuación para el cálculo del ancho de banda en sistemas de videovigilancia.

- **Capacidad de Transmisión = Velocidad Imágenes (FPS) * Tamaño de cada imagen (KB) * % de Actividad.**⁶³

Los valores de velocidad de imagen y tamaño de cada imagen, utilizados para calcular la capacidad de transmisión requerida, corresponden a los valores bajo los cuales se espera funcionen las cámaras de monitoreo de este diseño y el valor de porcentaje de actividad, es recolectado directamente en las instalaciones de la empresa contratante.

Velocidad de las imágenes (FPS). 30 FPS. (Valor suministrado por la hoja de datos de las cámaras de monitoreo Axis Q1765-LE PT).

Tamaño en promedio de cada imagen. 34 KB (Valor tomado del software de simulación Riverbed Modeler Academic Edition para video en alta resolución).

Porcentaje de actividad. 60% (Valor recolectado directamente en las instalaciones del proyecto, ver anexo C).

Cálculo de la capacidad de transmisión. A continuación se calcula la capacidad de transmisión requerida por cámara de monitoreo y la capacidad de transmisión requerida por el sistema de videovigilancia, de acuerdo a los datos de las secciones anteriores.

Calculo de la capacidad de transmisión requerida por cada cámara del sistema de videovigilancia. Reemplazando los valores de la velocidad de imágenes, el tamaño en promedio de cada imagen y el porcentaje de actividad en la Ecuación 1, se obtiene la capacidad de transmisión requerida por cámara. La ecuación 1 se multiplica por 8192 para obtener el resultado en bits.

Capacidad de Transmisión requerida por cámara = $0,60 \cdot 30 \cdot 34 \cdot 8192$.

⁶³CORTES, German Alexis. ¿Qué es el ancho de banda? ¿Cómo se calcula que parámetros necesito? [En línea]. rnds. [Consultado 01 de Marzo de 2017]. Disponible en internet: http://www.rnds.com.ar/articulos/068/RNDS_060w.pdf.

Capacidad de Transmisión requerida por cámara (expresada en Mega Bits por Segundo) = 5 Mbps.

El valor de la capacidad de transmisión requerida por cámara (expresado en Mega Bytes sobre Segundo) es igual 0,625 MB/s, este valor se utiliza (anexo C) para calcular los requerimientos de almacenamiento del sistema.

Calculo de la capacidad de transmisión requerida por el sistema de videovigilancia. Multiplicando el resultado obtenido de la capacidad de transmisión requerida por cámara por el número de cámaras de monitoreo, obtenemos la capacidad de transmisión requerida por el sistema.

Capacidad de Transmisión requerida por el sistema = 5 Mbps * 21.

Capacidad de Transmisión requerida por el sistema = 105 Mbps.

7.2.5 Análisis y selección del medio de transmisión. Como se puede apreciar en la Figura 1, las instalaciones de la empresa contratante se dividen en 5 zonas diferentes, por lo tanto se requiere un medio de transmisión capaz de realizar el enlace entre los equipos de gestión y las cámaras de monitoreo ubicadas alrededor de las 5 zonas principales. El tipo de cableado que realiza la función de conexión entre zonas, técnicamente se conoce como “Backbone” o columna vertebral de la red.

Comúnmente se utilizan tres tipos de medios de transmisión para cumplir la función de columna vertebral, fibra óptica, cable UTP y cable Coaxial, pero dado el nivel de ingeniería que se quiere aplicar a este diseño, el cable coaxial queda descartado, dado que el estándar ANSI/TIA/EIA 568 C, que a nivel mundial sirve como referencia para el uso de cableado de telecomunicaciones en instalaciones comerciales, no contempla el uso de este medio de transmisión para desempeñar la función de columna vertebral de una red. El estándar avala el uso de cable UTP en las categorías 3,5e, 6 y 6a, además de la fibra óptica multimodo 50/125 850 nm y la fibra óptica monomodo.

Para seleccionar el medio de transmisión más idóneo entre los mencionados anteriormente se comparan los criterios de: capacidad de transmisión (Mbps), seguridad, desempeño (BER), y distancia de transmisión que soporta el medio.

Tabla 5. Capacidad de transmisión y distancias de transmisión de las categorías de cable UTP avalados por el estándar ANSI/TIA/EIA 568 C para ser utilizadas como columna vertebral de las redes.

Categoría cable UTP	Capacidad de transmisión (Mbps)	Distancia de transmisión (metros)
3	10	100
5e	100	100
6	1.000	100
6a	100.000	100

Fuente: Cat 3 vs Cat 5 vs Cat 6 [en línea]. Custom cable [Consultado 01 de Marzo de 2017]. Disponible en internet: <https://customcable.ca/cat5-vs-cat6/>.

Fuente (2): Telecommunications Industry Association. Commercial Building Telecommunications Cabling Standard. ANSI/TIA/EIA 568 C.1. 2009. p 36.
En el anexo D de este documento, se precisa la fuente de la información que se suministra en la tabla 5.

En la tabla 5 se detallan las características de capacidad de transmisión y distancia de transmisión, de las categorías de cable Coaxial avaladas por el estándar ANSI/TIA/EIA 568 C para ser utilizadas como columna vertebral de las redes. Ver anexo D.

Tabla 6. Capacidad de transmisión y distancias de transmisión de acuerdo a los tipos de fibra óptica avalados por el estándar ANSI/TIA/EIA 568 C para ser utilizados como columna vertebral de las redes.

Tipo de Fibra Óptica	Capacidad de transmisión (Mbps)	Distancia de transmisión
Multimodo 50/125 OM2 (850 nm)	100	2 Km
	1.000	550 m
	10.000	82 m
Multimodo 50/125 OM3 (850 nm)	100	2 Km
	1.000	800 m
	10.000	300 m
Multimodo 50/125 OM4 (850 nm)	100.000	100 m
	100	2 Km
	1.000	1,1 Km
Monomodo OS1	10.000	550 m
	100.000	150 m
	100	100 Km
	1.000	100 Km
	10.000	40 Km
	100.000	40 Km

Fuente: Como seleccionar el tipo apropiado de fibra óptica [en línea]. Lanpro.com. [Consultado 01 de Marzo de 2017]. Disponible en internet:

http://www.lanpro.com/techtips/documents/sp/M7200010_TT_SPB01W.pdf.

Fuente (2): Telecommunications Industry Association. Commercial Building Telecommunications Cabling Standard. ANSI/TIA/EIA 568 C.1. 2009. p 36.

En el anexo D de este documento, se precisa la fuente de la información que se suministra en la tabla 6.

En la tabla 6, se detallan las características de capacidad de transmisión y distancia de transmisión de los tipos de fibra óptica avalados por el estándar ANSI/TIA/EIA 568 C para ser utilizados como columna vertebral de las redes.

La información suministrada en las tablas 5 y 6, permite comparar los criterios de selección de capacidad de transmisión y distancia de transmisión.

7.2.5.1 Capacidad de transmisión. La capacidad de transmisión requerida por enlace de acuerdo a lo calculado en la sección 7.2.4, corresponde a 5 Mbps. Teniendo en cuenta este dato se comparan ambos medios de transmisión para determinar cuál medio cumple con este requerimiento.

Cable UTP: De acuerdo a la tabla 5, Las categorías de cable UTP tienen capacidades de transmisión desde 10 Mbps hasta 100.000 Mbps, por lo tanto cumplen con la capacidad de transmisión requerida.

Fibra Óptica: De acuerdo a la tabla 6, todos los tipos de fibra óptica soportan la capacidad de transmisión requerida.

7.2.5.2 Seguridad. El criterio de seguridad se mide en la facilidad de realizar una derivación del medio de transmisión. A continuación se compara la seguridad de los medios de transmisión.

Cable UTP: El cable UTP no requiere del uso de herramientas ni de elementos especializados en el proceso de derivación, por lo tanto se concluye que este medio de transmisión tiene baja seguridad en comparación con la fibra óptica.

Fibra Óptica: La fibra óptica es un medio de transmisión delicado, dado que se compone de hilos muy finos, por esto requiere de herramientas y elementos especializados que permitan realizar la derivación sin estropear los hilos del cable, concluyendo que la fibra óptica es un medio de transmisión mucho más seguro que el cable UTP.

7.2.5.3 Desempeño. Cantidad de errores que se presentan en una transmisión, se mide por el número de bits errados, comparado con el número de bits transmitidos. Se usa el BER (Bit Error Rate), que se expresa como un bit errado en n bits transmitidos⁶⁴.

Cable UTP: El valor de Bit Error Rate para para cable UTP está alrededor de 1×10^{-8} , un bit erróneo en 100.000.000 de bits transmitidos.

Fibra Óptica: El valor de Bit Error Rate para la fibra óptica esta alrededor de 1×10^{-11} , un bit erróneo en 100.000.000.000 de bits transmitidos. Por consiguiente la fibra óptica tiene mejor desempeño, dado que permite transmitir mayor cantidad de bits sin errores que el cable UTP.

⁶⁴TORRES, Op. cit, p. 61.

7.2.5.4 Distancia de transmisión. La red de canalización existente no tiene cobertura hasta los puntos de instalación de las cámaras de monitoreo número 7 (CAM7), número 8 (CAM8), número 9 (CAM9), número 15 (CAM15) , número 16 (CAM16) y número 17 (CAM17), ver figura 3, por lo tanto es necesario la construcción de dos redes de canalización adicionales.

En la figura 4 se detallan los tramos de las dos redes de canalización adicionales requeridas.

Como se puede observar en la figura 4; la primera red de canalización adicional, **red de canalización adicional 1**, comunica las cámaras de inspección **(C7)** con la cámara de inspección **(C8)** y con la cámara de inspección **(C11)**, la cámara de inspección **(C8)** con la cámara de inspección **(C9)** y la cámara de inspección **(C9)** con la cámara de inspección **(C10)**.

La segunda red de canalización adicional, **red de canalización adicional 2**, comunica las cámaras de inspección **(C5)** con la cámara de inspección **(C14)**, y con la cámara de inspección **(C13)**, y la cámara de inspección **(C14)** con la cámara de inspección **(C12)**.

Figura 4. Redes de canalización adicionales para poder llevar el cableado de fibra óptica, desde el Cuarto de Cableado Principal (C.C.P) hasta los puntos de instalación distribuidos de acuerdo a la figura 4.

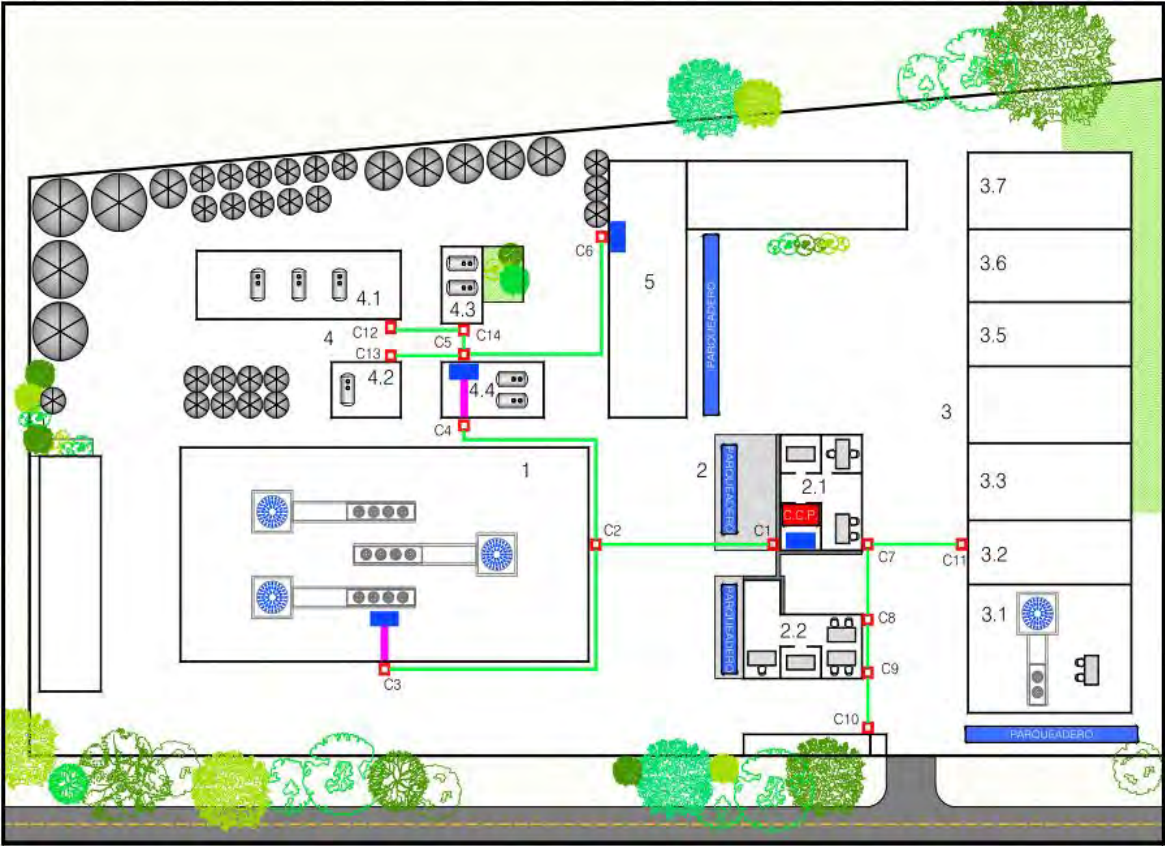


Tabla 7. Distancia en metros entre las cámaras de inspección de cada una de las tres redes de canalización.

Red de Canalización Existente		Red de Canalización Adicional 1		Red de Canalización Adicional 2	
Tramo	Distancia (m)	Tramo	Distancia (m)	Tramo	Distancia (m)
C1- C2	55	C7-C8	25	C5-C14	7
C2-C4	64	C7-C11	32	C5-C13	20
C2-C3	93	C8-C9	20	C14-C12	20
C5-C6	86	C9-C10	15		

Con la información mostrada en la tabla 7, se analiza cuál de los medios de trasmisión cumple o no respecto al criterio de distancia máxima de transmisión.

Cable UTP: La limitante de 100 metros como distancia para una transmisión óptima que tiene el cable UTP en todas sus categorías avaladas por el estándar ANSI/TIA/EIA 568, impediría que dicho medio de transmisión abarcara las distancias entre las cámaras de inspección **(C1)** hasta la cámara de inspección **(C6)**, extensión total de 205 metros, y las cámaras de inspección **(C1)** hasta la cámara de inspección **(C3)**, extensión total de 148 metros.

Fibra Óptica: Los 4 tipos de fibra óptica avalados por el estándar ANSI/TIA/EIA 568 C, transmiten óptimamente a las distancias que hay entre las cámaras de inspección de las tres redes de canalización.

7.2.5.5 Medio de transmisión seleccionado. La fibra óptica cumple ampliamente los criterios de capacidad de transmisión y distancia de transmisión, mientras el cable UTP queda limitado por su distancia de transmisión; frente al cable UTP la fibra óptica es mucho más segura y tiene mejor desempeño, por lo tanto se selecciona la fibra óptica como medio de transmisión del sistema; más precisamente se selecciona el tipo de fibra óptica multimodo 50/125 OM2 (850 nm) de entre todos los tipos, dado que sus características son suficientes para satisfacer los requerimientos como medio de transmisión.

En el anexo E de este documento, se analiza el costo de llevar a cabo el proyecto únicamente en cable UTP.

7.2.6 Análisis y selección de equipos de gestión de red. Los equipos encargados de la gestión de la red del sistema de videovigilancia, son switches y grabadores de video de red (NVR).

7.2.6.1 Criterios para selección de switch. En la tabla 8 se detallan los requerimientos técnicos que debe cumplir el switch del sistema de videovigilancia.

Tabla 8. Criterios para selección de switch.

CRITERIO	CARACTERÍSTICA
Número de puertos.	Los equipos deben contar por lo menos con 42
Capacidad de transmisión por puerto.	10/100/1000.
Capacidad de reenvío (Forwarding Bandwidth).	Superior a 100 Mbps.
Tipo de conector en puertos.	Puerto para conectores RJ45.
Administrable.	Función para creación de redes de área local virtuales.

7.2.6.2 Criterios para selección de grabador de video de red (NVR). En la tabla 9 se detallan los requerimientos técnicos que debe cumplir el grabador de video de red del sistema de videovigilancia.

Tabla 9. Criterios para selección de grabador de red (NVR).

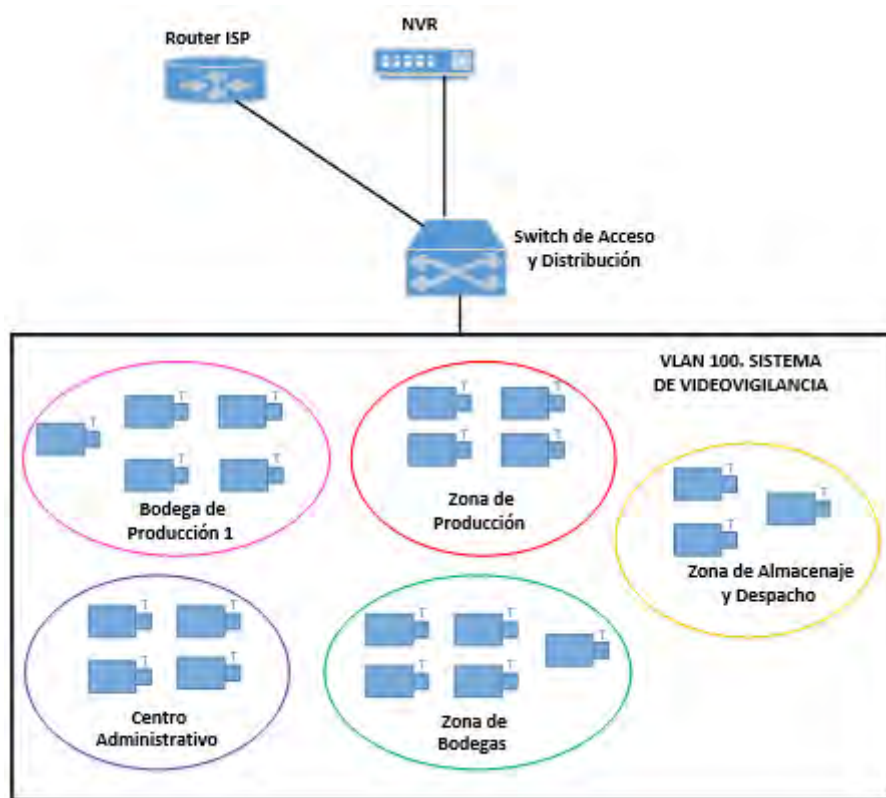
CRITERIO	CARACTERÍSTICA
Número de canales.	El equipo debe ser como mínimo de 32 canales.
Resolución soportada.	2 MP.
Formato de compresión.	H.264.
Capacidad de almacenamiento.	Capacidad mínima de 18 TB.

7.2.7 Diseño lógico del sistema de videovigilancia. En esta sección se describe el diseño lógico del sistema de videovigilancia. Desde la perspectiva lógica, el sistema consiste en un enlace punto a punto entre un router del proveedor de internet y un switch capa 2, que desempeña las funciones de acceso y distribución; a este switch, se conectan todas las cámaras de monitoreo, es decir, que se trata de una topología de red en estrella, donde todas las cámaras se encuentran conectadas al mismo punto central, de manera que si se presenta una falla en alguno de los enlaces switch-cámaras de monitoreo, no se afectaran los otros enlaces de transmisión.

El switch de acceso y distribución, además de conectarse a la cámaras de monitoreo, se conecta al grabador de video de red (NVR), equipo que funciona como servidor de video, almacenando y administrando las grabaciones realizadas por las cámaras de monitoreo y permitiendo al usuario acceder a estas grabaciones de forma remota.

La figura 5, ilustra de forma detallada el diseño lógico del sistema de videovigilancia.

Figura 5. Diagrama lógico del sistema de videovigilancia.



Como se puede observar en la figura 5, se realiza una segmentación lógica de la red creando una VLAN (VLAN100) que agrupa todas las cámaras de monitoreo distribuidas en las 5 zonas principales (Bodega de Producción 1, Centro Administrativo, Zona de Bodegas, Zona de Procesos y Zona de Almacenaje y Despacho). La segmentación lógica se realiza en consideración a los siguientes puntos.

- Evitar el acceso a toda la red, en caso de presentarse una violación de seguridad.
- La segmentación lógica reduce los costos de la red, al no requerir incorporar más switches de acceso para la creación de subredes.

- Centralizar la gestión de la red, ubicando un único switch se realiza la gestión de las subredes desde un solo equipo.

7.2.8 Diseño físico de la red del sistema de videovigilancia. En esta sección se describe el diseño físico del sistema de videovigilancia para las instalaciones del cliente corporativo de la empresa ENITEL S.A.S. Ver figura 6. Como se observa en esta figura, las redes de canalización tienen como punto común el Cuarto de Cableado Principal (**C.C.P**), dado que es aquí donde se conecta el switch de acceso y distribución al cableado de fibra óptica, 21 hilos de fibra óptica en total; las 3 redes de canalización llevan el cableado hasta el perímetro de las zonas principales e internamente la fibra óptica se distribuye hasta las cámaras de monitoreo por medio tubería metálica.

El switch de acceso y distribución, se conecta al router del proveedor de internet de la empresa contratante, para permitir la vigilancia remota de las instalaciones, la conexión se realiza por medio de cable UTP categoría 6.

En la tabla 10 se detallan las convenciones de los elementos presentes en la figura 6, Diseño físico del sistema de videovigilancia para las instalaciones del cliente de Enitel S.A.S.

Figura 6. Diseño físico del sistema de videovigilancia en las instalaciones del cliente de Enitel S.A.S.



Tabla 10. Tabla de convenciones figura 6.

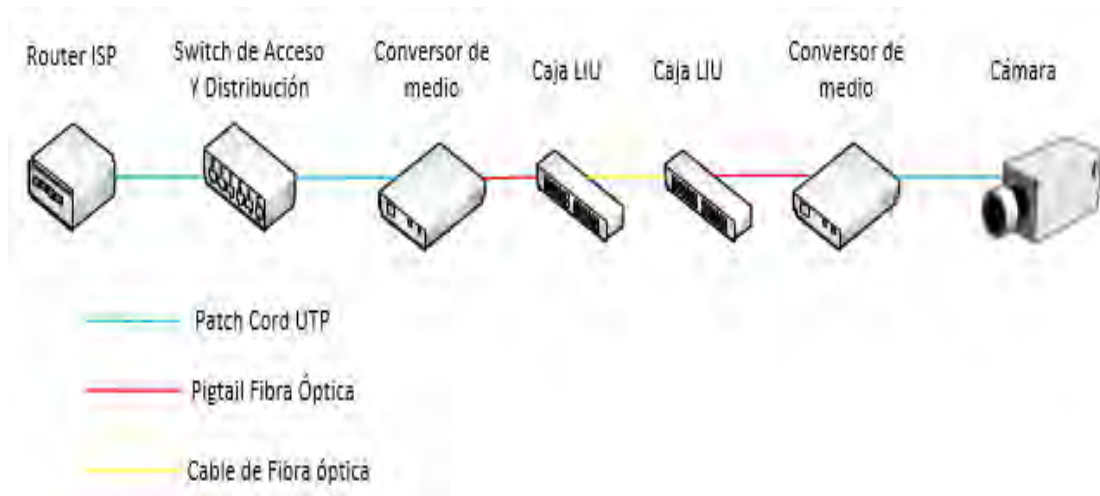
TABLA DE CONVENCIONES FIGURA 6			
Elemento	Símbolo	Letra de identificación	
Red de canalización		N/A	
Cámara de Inspección		C	
Gabinete de Piso		G	
Red de cárcamos Metálicos		N/A	
Cámara de Monitoreo		CAM	
Tubería metálica		N/A	
Maquinaria		N/A	
Caldera		N/A	
Silos		N/A	
Puesto de Trabajo		N/A	
Convenciones distribución geográfica.			
Sitio	Número de identificación	Sitio	Número de identificación
Bodega de Producción 1	1	Bodega de Almacenaje 4	3,5
Centro Administrativo	2	Bodega de Almacenaje 5	3,6
Edificación 1	2,1	Bodega de Almacenaje 6	3,7
Edificación 2	2,2	Zona de Procesos	4
Zona de Bodegas	3	Centro de Producción 1	4,1
Bodega de Producción 2	3,1	Centro de Producción 2	4,2
Bodega de Almacenaje 1	3,2	Centro de Producción 3	4,3
Bodega de Almacenaje 2	3,3	Centro de Producción 4	4,4
Bodega de Almacenaje 3	3,4	Zona de Almacenaje y Despach	5

7.2.8.1 Especificación del enlace entre el switch de acceso y distribución, y las cámaras de monitoreo. Como se especifica en el capítulo 7.2.5.5 de este documento, se utiliza fibra óptica como medio de transmisión para enlazar el

switch de acceso y distribución con las cámaras de monitoreo, esto es válido para el mayor porcentaje del enlace, pero utilizar cámaras de monitoreo y switches con módulos para conectores de fibra óptica eleva demasiado el costo del proyecto, por lo tanto es necesario recurrir a una solución mucho más rentable desde el aspecto económico; dado que los equipos, switches y cámaras de monitoreo con puertos para conectores RJ45, son mucho más económicos en comparación con sus pares con módulos para fibra óptica, y el enlace entre las cámaras de monitoreo y el switch de acceso y distribución debe realizarse en fibra óptica por aspectos técnicos, la solución consiste en emplear conversores de medio de Fibra óptica a cable UTP, estos conversores permitirían realizar el grueso del enlace entre las cámaras de monitoreo y el switch por medio de fibra óptica y que tanto el switch como las cámaras tengan puertos de conexión RJ45.

La figura 7, representa de forma detallada el enlace entre cada cámara de monitoreo y el switch de acceso y distribución.

Figura 7. Esquema descriptivo de los enlaces entre el switch de acceso y distribución y las cámaras de monitoreo.



De acuerdo a la figura 7, el enlace inicia desde el router del ISP el cual se enlaza con el switch de acceso y distribución por medio de un Patch Cord UTP categoría 6, el switch de acceso y distribución se enlaza a un conversor de medio utilizando otro Patch Cord UTP categoría 6, este conversor de medio recibe el Patch Cord UTP por su puerto RJ45 y por su puerto de fibra óptica se conecta un Pigtail de fibra óptica que llega hasta una caja LIU, en la caja LIU se realiza la fusión entre el Pigtail y el cable de fibra óptica de larga extensión que va a través de las redes de canalización hasta las zonas de instalación de las cámaras. Cuando el cable de

fibra óptica llega hasta la zona de instalación de las cámaras ingresa a otra caja LIU, dentro de la caja LIU se realiza el sangrado del cable de fibra óptica, proceso que consiste en separar cada uno de los hilos de la fibra; una vez separado el hilo, este se fusiona a un Pigtail de fibra óptica, Pigtail de fibra óptica que se conecta al puerto de fibra óptica de un conversor de medio, al puerto RJ45 de este conversor de medio se conecta un Patch Cord UTP categoría 6 que va hasta el puerto RJ 45 de la cámara de monitoreo.

El modelo de conexión descrito en la figura 7 se aplica a cada una de las 21 cámaras de monitoreo de la red del sistema de videovigilancia.

7.2.8.2 Especificaciones del diseño del sistema de videovigilancia para la distribución del cableado de fibra óptica. De acuerdo al diseño físico del sistema de videovigilancia, ver figura 6, para distribuir el cableado de fibra óptica desde el cuarto de cableado principal (C.C.P), hasta los puntos de instalación de las cámaras de monitoreo distribuidas por las 5 zonas principales, es necesario la construcción de redes de canalización adicionales, redes que se detallan en el capítulo 7.2.5.4 de este documento, y el uso e instalación de tubería metálica de acuerdo a la norma técnica colombiana NTC 2050.

A continuación se precisan algunos aspectos importantes concernientes a la tubería metálica y la tubería PVC.

Aspectos importantes respecto a la tubería Metálica. Todas las tuberías metálicas, tanto las que se instalan de forma horizontal como las de forma vertical, van adosadas a la pared y sujetas a las paredes por medio de rieles Tecna con abrazaderas.* Para la canalización del cableado en tubería metálica será necesario:

- 448 metros lineales de tubería metálica EMT con 1.25 pulgadas de diámetro.
- 9 adaptadores EMT de 1.25 pulgadas de diámetro.
- 10 conduletas en T de 1.25 pulgadas de diámetro.
- 18 conduletas en L de 1.25 pulgadas de diámetro.

* Riel Tecna con abrazadera: Accesorio para tubería metálica que sirve para sujetar la tubería metálica a las paredes. Ver anexo A.

- 18 conduletas en L de 1.25 pulgadas de diámetro.
- 23 metros lineales de tubería metálica IMC de 1.25 pulgadas de diámetro.
- 224 rieles Tecna con abrazadera ajustable.

El diseño especifica la longitud total, en metros lineales, de tubería de canalización requerida por tramo, más no, la cantidad de tubos necesarios para completar la longitud del tramo. Cabe recordar esto, dado que los tubos IMC e EMT son de longitudes de hasta 3 metros.

Aspectos importantes respecto a la tubería PVC. Para las nuevas redes de canalización será necesario:

- 186 metros lineales de tubería PVC de 1.25 pulgadas de diámetro.
- 8 cámaras de inspección para cableado de 50 cm x 50 cm x 50 cm.
- 6 codos PVC de 90° x 1.25 pulgadas de diámetro.

El diseño especifica la longitud total, en metros lineales, de tubería de PVC requerida por tramo, más no, la cantidad de tubos necesarios para completar la longitud del tramo. Cabe recordar esto, dado que los tubos PVC son de longitudes de hasta 6 metros.

7.2.8.3 Especificaciones del diseño del sistema de videovigilancia para la distribución del cableado de fibra óptica por cada una de las 5 zonas principales.

En sección del documento se detalla:

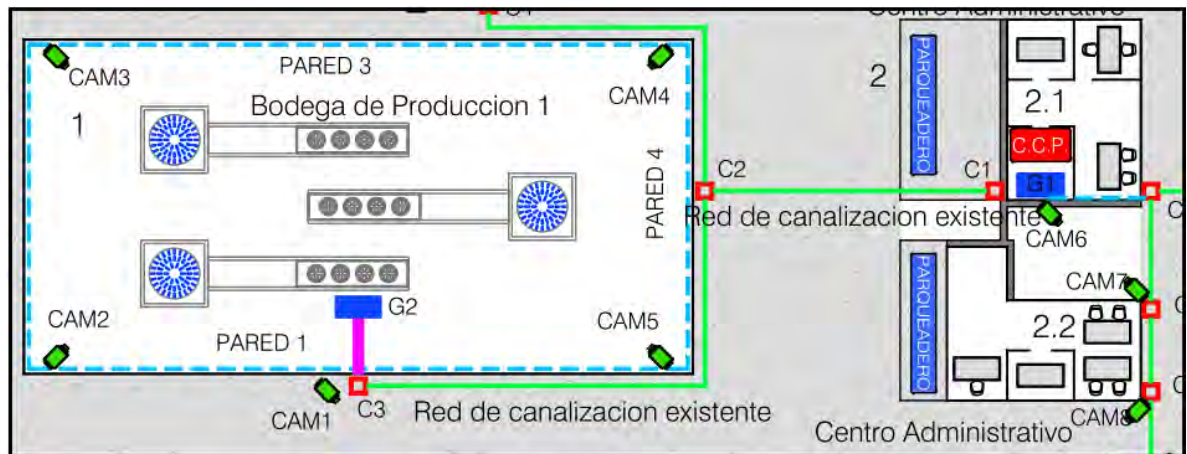
- Forma de instalación y distribución de la tubería metálica (EMT o IMC), necesaria para llevar el cableado de fibra hasta las cámaras de monitoreo y tipo de accesorios metálicos necesarios para la instalación de la tubería.

- Forma de distribución de la tubería PVC para comunicar las cámaras de inspección y tipo de accesorios PVC.

- En esta sección se utilizan imágenes de sección y planta para ilustrar la distribución de la tubería PVC y la tubería metálica.

Especificaciones para la distribución de la fibra óptica hasta cada una de las cámaras de monitoreo de la Bodega de Producción 1. Para llevar la fibra óptica hasta la bodega de producción 1, hay que tener en cuenta que la red de canalización existente ya comunica el centro administrativo con la bodega de producción 1, ver figura 6. Esta red de canalización inicia en el cuarto de cableado principal, ubicado dentro de la edificación 1 del centro administrativo, y se extiende hasta un gabinete de piso (G2) ubicado dentro de la bodega de producción 1, ver figura 8.

Figura 8. Vista en planta del recorrido de la red de canalización existente desde el C.C.P hasta la bodega de producción 1.



La forma específica como ingresa la red de canalización hasta el gabinete de piso (G2), se muestra en la siguiente figura 9.

Figura 9. Vista detallada de la forma como ingresa la red de canalización existente hasta el gabinete de piso G2, ubicado dentro de la bodega de producción 1.

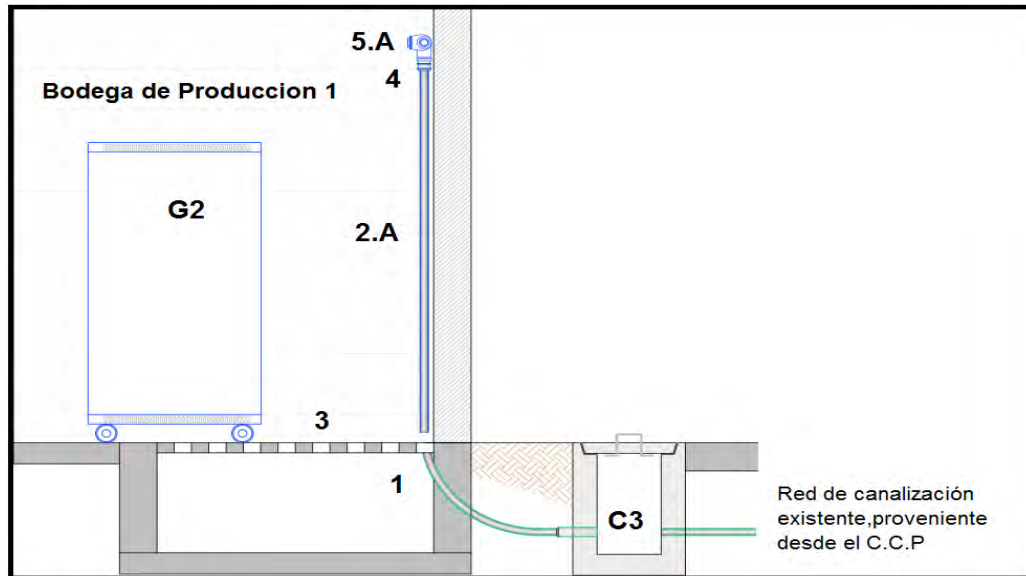


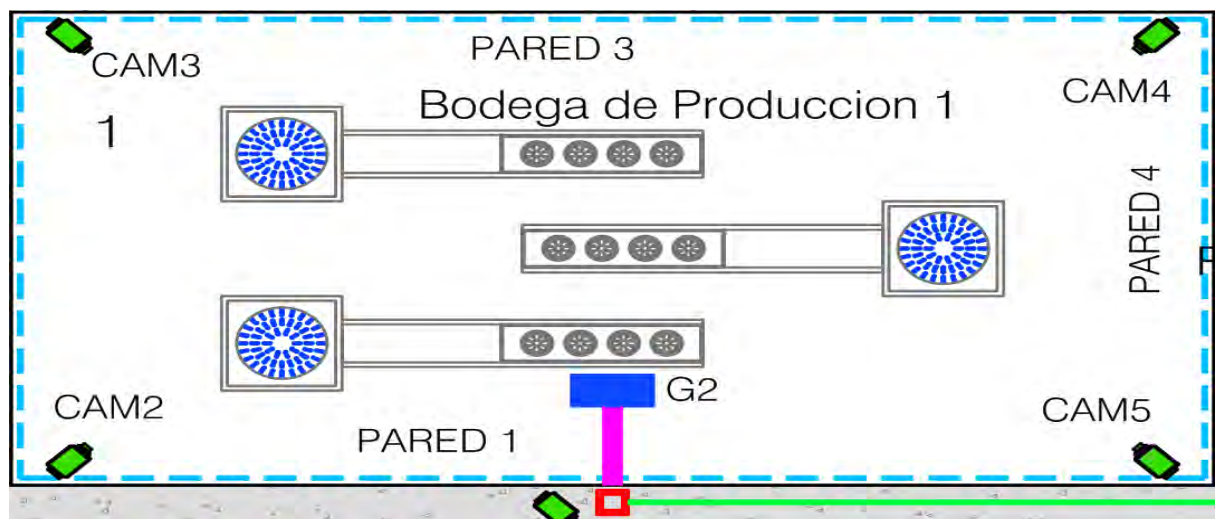
Tabla 11. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 9.

Tabla de convenciones Figura 9	
Elemento	Convención
Gabinete de piso de 1.80 metros de alto x 60 cm de ancho	G2
Cámara de Inspección de 50 cm x 50 cm x 50 cm	C3
Codo PVC de 90° x 1 1/4"	1
Tubería EMT de 4 metros x 1 1/4"	2.A
Cárcamos Metálicos	3
Adaptador EMT D =1 1/4"	4
Conduleta en T D= 1 1/4"	5.A

La figura 9, muestra que la red de canalización llega hasta la cámara de inspección (**C3**) y por medio un codo PVC (**1**) que se conecta a la canal de cárcamos metálicos (**3**) e ingresa hasta el gabinete de piso (**G2**).

Dado que al interior de la bodega de producción es necesario distribuir tubería metálica para llevar el cableado de fibra óptica hasta las cámaras de monitoreo; adosado a la pared y encima de la canal de cárcamos metálicos (3), se instala un tubo metálico EMT de forma vertical (2.A), el tubo se conecta a una conduleta en T (5.A), por medio de un adaptador macho (4); desde la conduleta en T (5.A), se distribuye la tubería metálica alrededor de la bodega de producción 1 como se muestra en la figura 10.

Figura 10. Vista en planta de la distribución de la tubería metálica alrededor de la bodega de producción 1.



De acuerdo a la figura 10, las cámaras de monitoreo número 1, 2 y 5 van sobre la pared 1, las cámaras de monitoreo número 2 y 5 enfocan al interior de la bodega y la cámara de monitoreo número 1 enfoca hacia afuera de esta; las cámaras de monitoreo 3 y 4 van sobre la pared 3, y ambas cámaras enfocan al interior de la bodega.

La forma en que se instala la tubería metálica, incluyendo accesorio, para llevar la fibra óptica hasta las cámaras de monitoreo número 1,2 y 5 se detallan en la figura 11.

Figura 11. Vista en sección que detalla la distribución de la tubería metálica dentro de la bodega de producción 1, para llevar la fibra óptica hasta las cámaras de monitoreo número 1 (CAM1), 2 (CAM2) y 5 (CAM5).

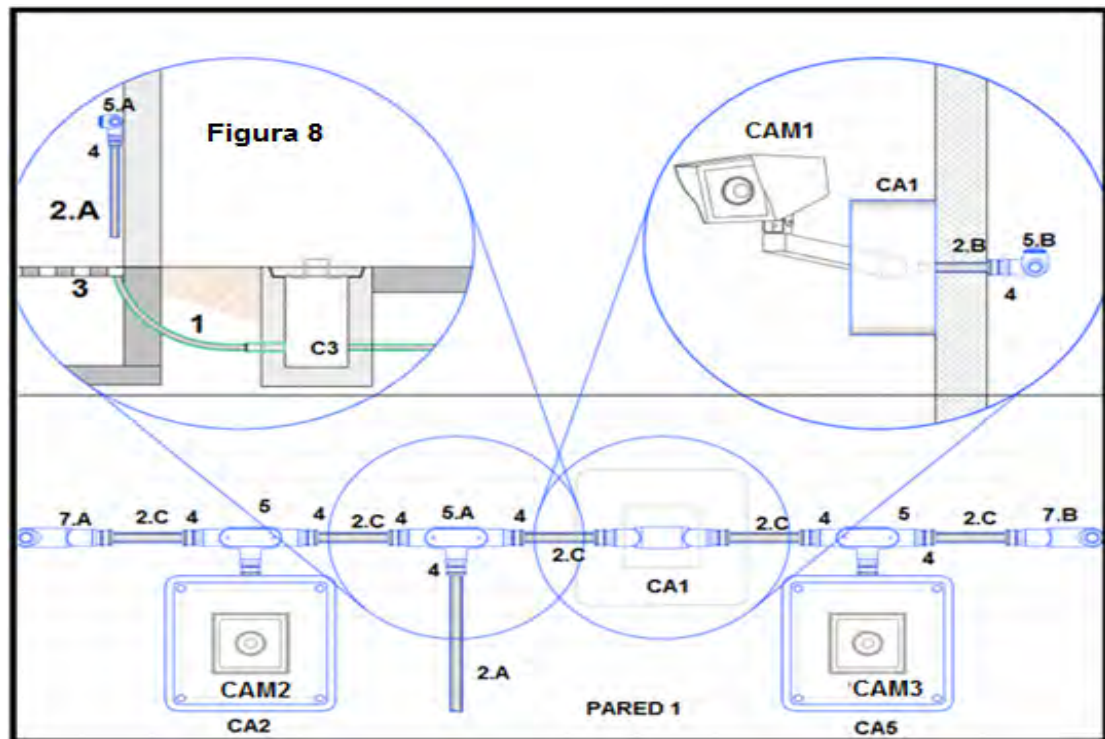


Tabla 12. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 11.

Tabla de convenciones Figura 11	
Elemento	Convención
Gabinete de piso de 1.80 metros de alto x 60 cm de ancho	G2
Cámara de Inspección de 50 cm x 50 cm x 50 cm	C3
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA1
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA2
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA3
Cámara de monitoreo	CAM1
Cámara de monitoreo	CAM2
Cámara de monitoreo	CAM3
Codo PVC de 90° x 1 1/4"	1
Tubería EMT de 4 metros x 1 1/4"	2.A

Continuación Tabla 12. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 11.

Tubería EMT de 26.4 metros x 1 1/4"	2.C
Tubería EMT de 10 cm metros x 1 1/4"	2.B
Cárcamos Metálicos	3
Adaptador EMT D =1 1/4"	4
Conduleta en T D= 1 1/4"	5.A
Conduleta en T D= 1 1/4"	5
Conduleta en L D= 1 1/4"	7.A
Conduleta en L D= 1 1/4"	7.B
Conduleta en L D= 1 1/4"	7.D
Conduleta en L D= 1 1/4"	7.E

De acuerdo a la figura 11, desde la conduleta en T **(5.A)** se distribuye la tubería metálica en dos sentidos, en un sentido la tubería llega hasta la cámara número 2 **(CAM2)** y en el otro sentido la tubería metálica llega hasta la cámara número 5 **(CAM5)**. A la conduleta en L **(7.A)**, se le conecta un tramo de tubería EMT de 48 metros, esta tubería se instala sobre la pared 2, ver figura, y es recibida en la pared 3 por la conduleta **(7.D)**; En la pared 4, ver figura, también se instala un tramo de tubería EMT que llega hasta una conduleta en L **(7.B)**.

Para las cámaras de monitoreo número 3 **(CAM3)** y 4 **(CAM4)**, se distribuye e instala la tubería metálica como se muestra en la figura 12.

Figura 12. Vista en sección que detalla la distribución de la tubería metálica dentro de la bodega de producción 1, para llevar la fibra óptica hasta las cámaras de monitoreo número 3 (CAM3) y 4 (CAM4).

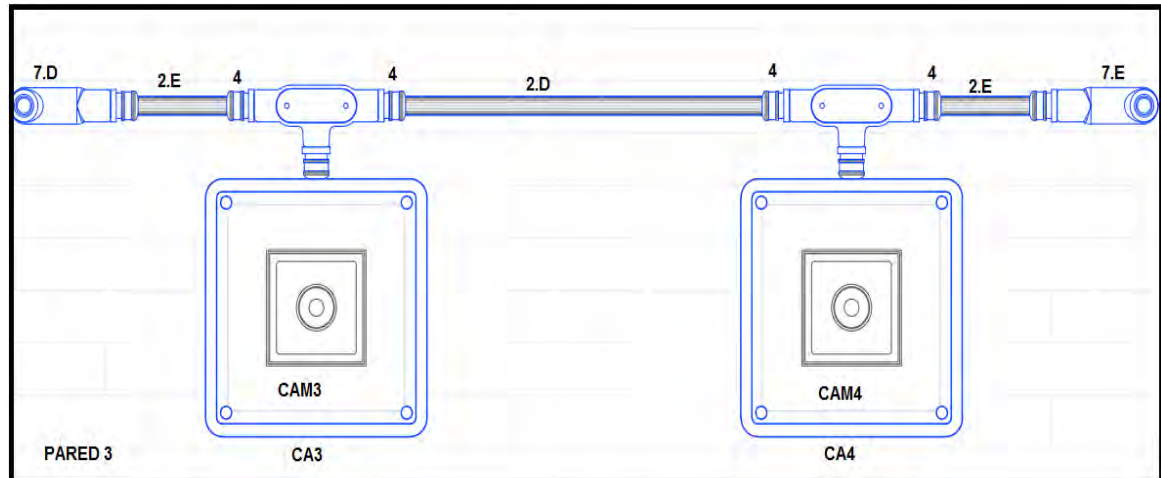


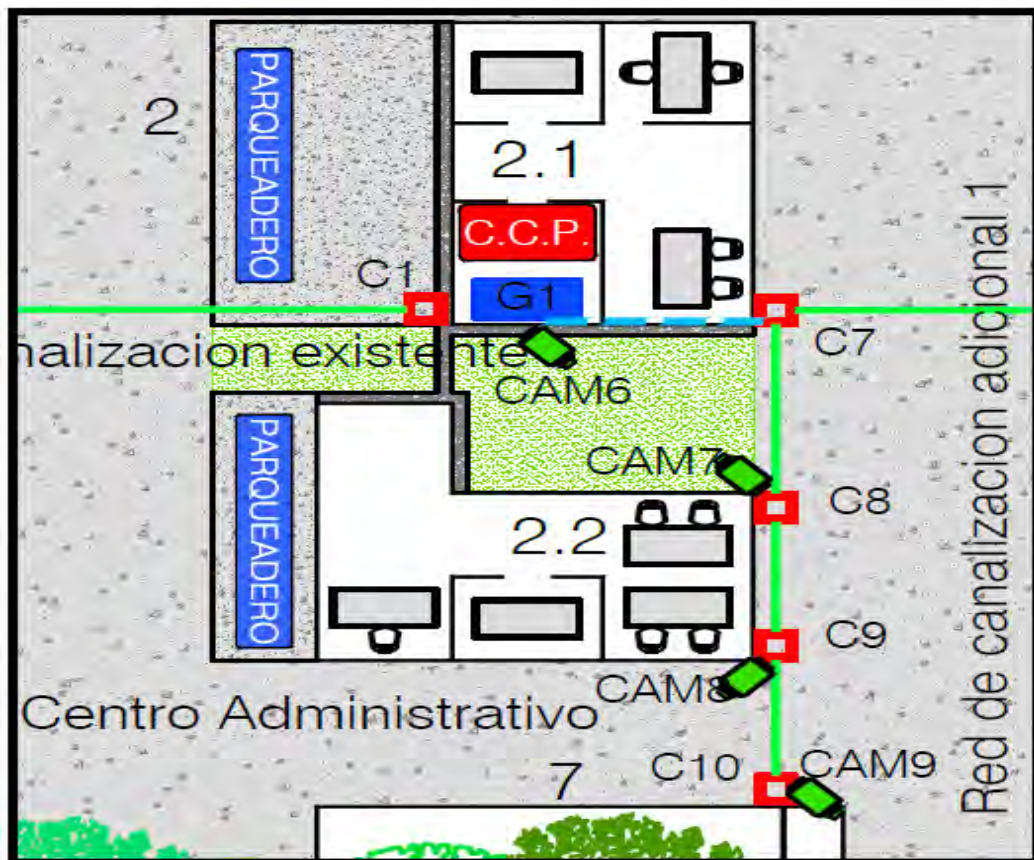
Tabla 13. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 12.

Tabla de convenciones Figura 12	
Elemento	Convención
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA3
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA4
Cámara de monitoreo	CAM3
Cámara de monitoreo	CAM4
Tubería EMT de 66 metros x 1 1/4"	2.D
Tubería EMT de 33 metros x 1 1/4"	2.E
Adaptador EMT D = 1 1/4"	4
Conduleta en L D= 1 1/4"	7.D
Conduleta en L D= 1 1/4"	7.E

Las conduletas en T (7.D) y (7.E), reciben los tramos de tubería instalados sobre las paredes 2, y 4, y desde aquí se distribuye la tubería metálica hasta las cámaras número 3 (CAM3) y número 4 (CAM4).

Especificaciones para la distribución de la fibra óptica hasta cada una de las cámaras de monitoreo del Centro Administrativo. Para llevar el cableado de fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 6 (**CAM6**) se utiliza tubería metálica, mientras que para las cámaras de monitoreo número 7 (**CAM7**), 8 (**CAM8**) y 9 (**CAM9**) ubicadas alrededor del centro administrativo, se utiliza la red de canalización adicional 1, ver figura 13.

Figura 13. Vista en planta del recorrido de la red de canalización adicional 1 desde el cuarto de cableado principal (C.C.P) hasta puntos de instalación de la cámaras de monitoreo alrededor de las dos edificaciones del centro administrativo.



De acuerdo a la figura 13, la cámara de monitoreo número 6 (**CAM6**) se ubica en el exterior de la edificación 1 del centro administrativo, más exactamente sobre una de las paredes del cuarto de cableado principal. La instalación de la tubería metálica para llevar el cableado de fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 6 (**CAM6**), se muestra en la figura 14.

Figura 14. Vista en sección que detalla la distribución de la tubería metálica para llevar la fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 6 (CAM6).

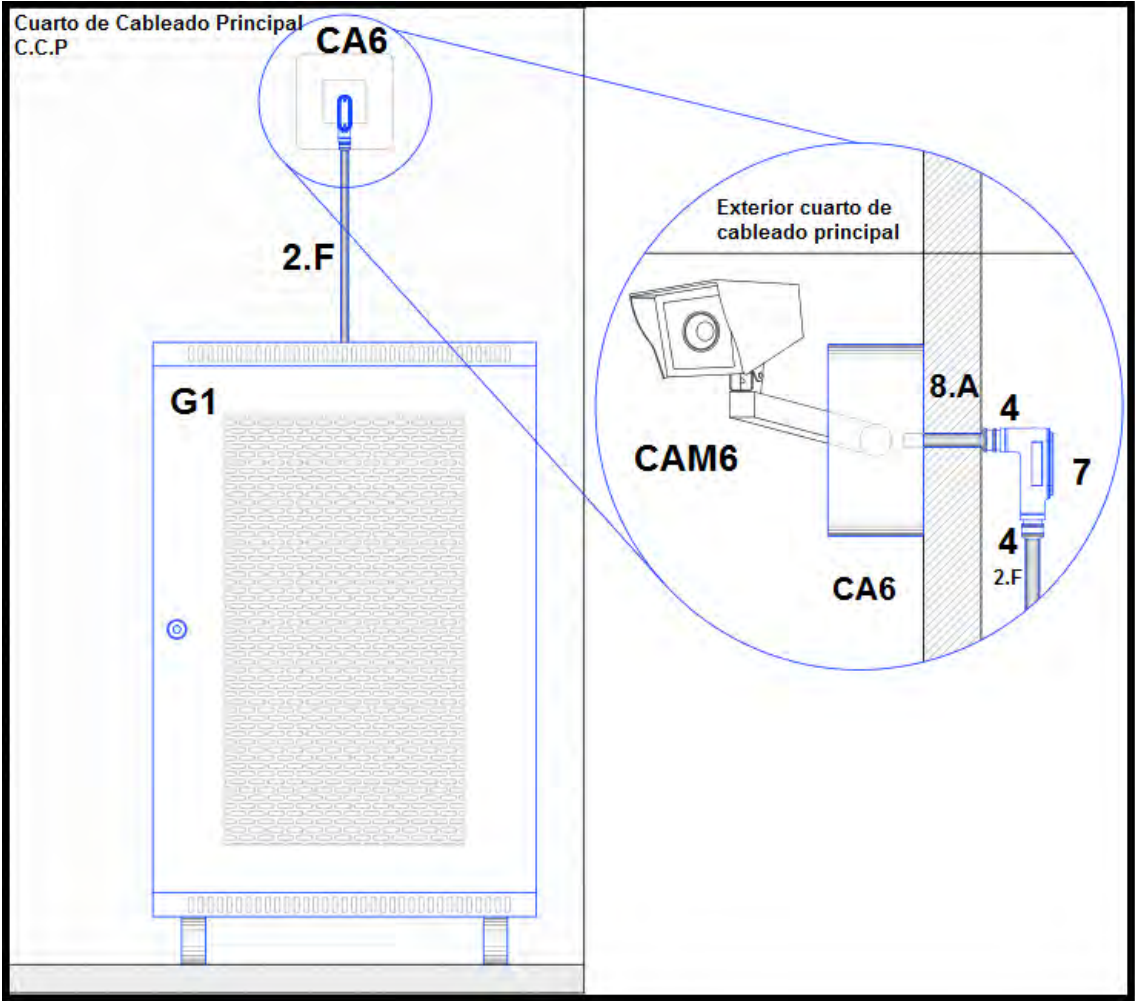


Tabla 14. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 14.

Tabla de convenciones Figura 14	
Elemento	Convención
Gabinete de piso de 1.80 metros de alto x 60 cm de ancho	G1
Cámara de Inspección de 50 cm x 50 cm x 50 cm	C
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA6
Cámara de monitoreo	CAM6
Tubería EMT de 70 centímetros x 1 1/4"	2.F
Adaptador EMT D =1 1/4"	4
Conduleta en L D= 1 1/4"	7
Tubería IMC de 20 centímetros x 1 1/4"	8.A

De acuerdo a la figura 14, sobre el gabinete de piso (**G1**), ubicado en la edificación 1 dentro del cuarto de cableado principal, se instala un tubo EMT (**2.F**) de forma vertical, este tubo se conecta por medio de un adaptador EMT (**4**) a una conduleta en L (**7**), a la que se adapta de forma horizontal un tubo IMC (**8.A**) que se conecta a la caja de acceso de la cámara de monitoreo número 6 (**CAM6**).

La siguiente figura muestra de forma detallada la distribución de la red de canalización adicional 1 y la distribución de la tubería metálica para llevar el cableado de fibra óptica hasta las cámaras de monitoreo 7 (**CAM7**), 8 (**CAM8**) y 9 (**CAM9**).

Figura 15. Vista en sección que detalla la distribución de la tubería metálica y la red de canalización adicional 1 para llevar la fibra óptica hasta las cámaras de monitoreo número 7 (CAM7), 8 (CAM8) y 9 (CAM9).

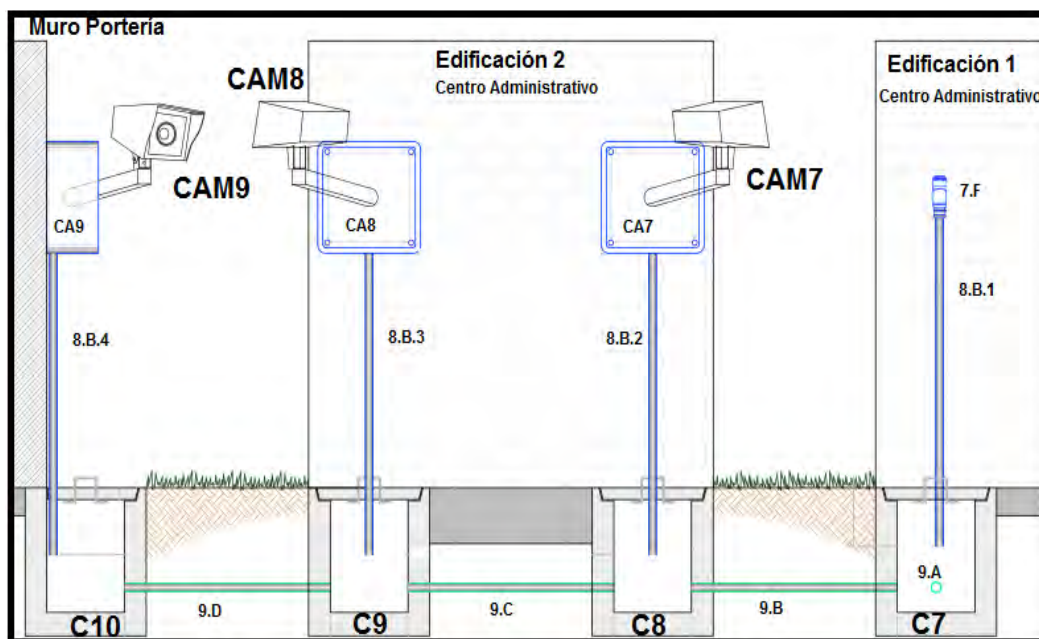


Tabla 15. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 15.

Tabla de convenciones Figura 15	
Elemento	Convención
Cámara de Inspección de 50 cm x 50 cm x 50 cm	C7
Cámara de Inspección de 50 cm x 50 cm x 50 cm	C8
Cámara de Inspección de 50 cm x 50 cm x 50 cm	C9
Cámara de Inspección de 50 cm x 50 cm x 50 cm	C10
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA7
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA8
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA9
Cámara de monitoreo	CAM7
Cámara de monitoreo	CAM8
Cámara de monitoreo	CAM9
Tubería IMC de 2.50 metros x 1 1/4"	8.B.1
Tubería IMC de 2.50 metros x 1 1/4"	8.B.2
Tubería IMC de 2.50 metros x 1 1/4"	8.B.3
Tubería IMC de 2.50 metros x 1 1/4"	8.B.4
Conduleta en L D= 1 1/4"	7.F
Tubería PVC 32 metros x 1 1/4"	9.A
Tubería PVC 25 metros x 1 1/4"	9.B
Tubería PVC 20 metros x 1 1/4"	9.C
Tubería PVC 15 metros x 1 1/4"	9.D

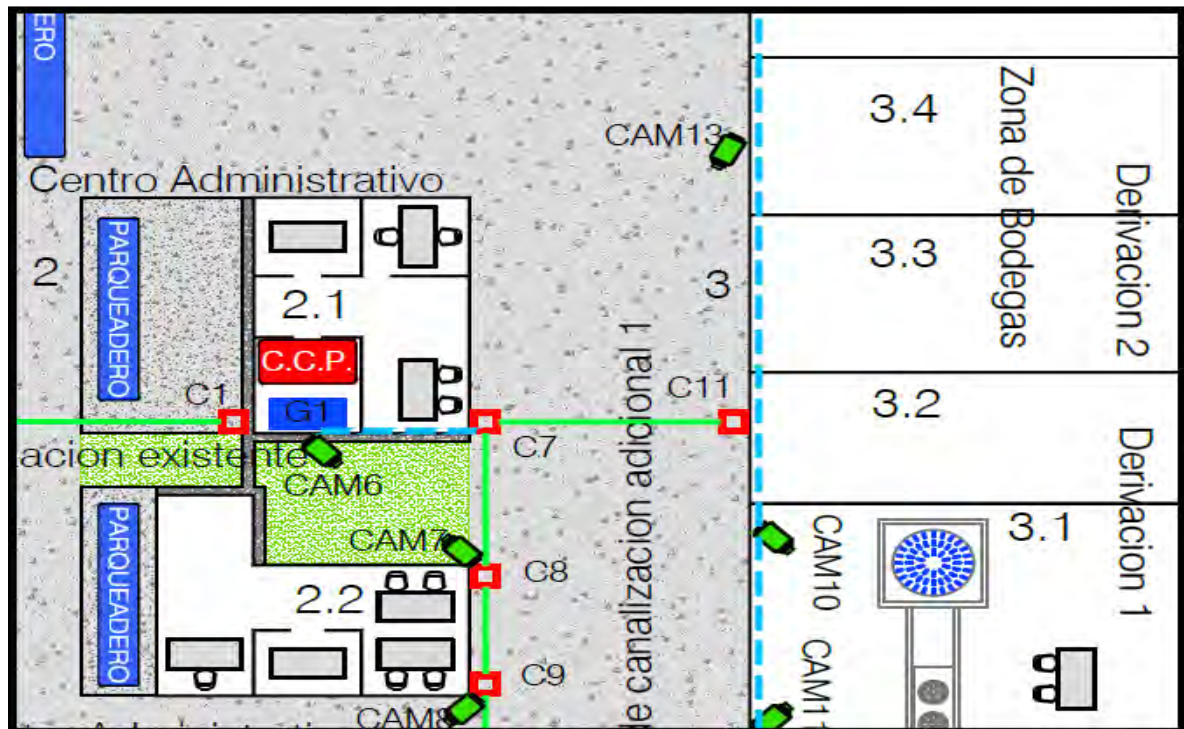
De acuerdo a la figura 15, para llevar la fibra óptica hasta el punto de instalación de la cámara de monitoreo número 7 (**CAM7**), se comunica la cámara de inspección (**C7**) con la cámara de inspección (**C8**) mediante un tramo de la red de canalización adicional 1, tramo (**9.B**), y la cámara de inspección (**C8**) se comunica con la caja de acceso (**CA7**) de la cámara de monitoreo número 7 (**CAM7**), mediante un tramo de tubería metálica IMC (**8.B.2**) adosada a la pared e instalada de forma vertical.

De acuerdo a la figura 15, para llevar la fibra óptica hasta el punto de instalación de la cámara de monitoreo número 8 (**CAM8**), se comunica la cámara de inspección (**C9**) con la cámara de inspección (**C8**) mediante un tramo de la red de canalización adicional 1, tramo (**9.C**), y la cámara de inspección (**C9**) se comunica con la caja de acceso (**CA8**) de la cámara de monitoreo número 8 (**CAM8**), mediante un tramo de tubería metálica IMC (**8.B.3**) adosada a la pared e instalada de forma vertical.

De acuerdo a la figura 15, para llevar la fibra óptica hasta el punto de instalación de la cámara de monitoreo número 9 (**CAM9**), se comunica la cámara de inspección (**C10**) con la cámara de inspección (**C9**) mediante un tramo de la red de canalización adicional 1, tramo (**9.D**), y la cámara de inspección (**C10**) se comunica con la caja de acceso (**CA9**) de la cámara de monitoreo número 9 (**CAM9**), mediante un tramo de tubería metálica IMC (**8.B.4**) instalada de forma vertical.

Especificaciones para la distribución de la fibra óptica hasta cada una de las cámaras de monitoreo de la Zonas de Bodegas. Para llevar la fibra óptica desde el Cuarto de Cableado Principal (C.C.P) hasta la Zona de Bodegas se utiliza la red de canalización adicional 1. Ver figura 16.

Figura 16. Vista en planta del tramo que va desde la cámara de inspección (C7) hasta la cámara de inspección (C11), y comunica el Cuarto de Cableado Principal (C.C.P) con la Bodega de Almacenaje 1 (3.2).



La figura 16, ilustra la forma de distribución de la red de canalización adicional 1 y la distribución de la tubería metálica para llevar el cableado de fibra óptica desde el Cuarto de Cableado Principal ubicado en la Edificación 1, hasta las cámaras de monitoreo número 10 (**CAM10**), 11 (**CAM11**) y 12 (**CAM12**), ubicadas en la Bodega de Producción 2 (**3.1**), la cámara de monitoreo número 13 (**CAM13**) ubicada en la Bodega de Almacenaje 3 (**3.4**) y la cámara de monitoreo número 14 (**CAM9**) ubicada en la Bodega de Almacenaje 5 (**3.6**).

En la siguiente figura se detalla la los elementos necesarios para unir el Cuarto de Cableado Principal de la Edificación 1 del Centro Administrativo y la Bodega de Almacenaje 1 de la Zona de Bodegas.

Figura 17. Vista en sección que detalla los elementos metálicos y tubería PVC (red de canalización existente) para llevar el cableado de fibra óptica desde el Cuarto de Cableado Principal (C.C.P) hasta la Bodega de Almacenaje 1.

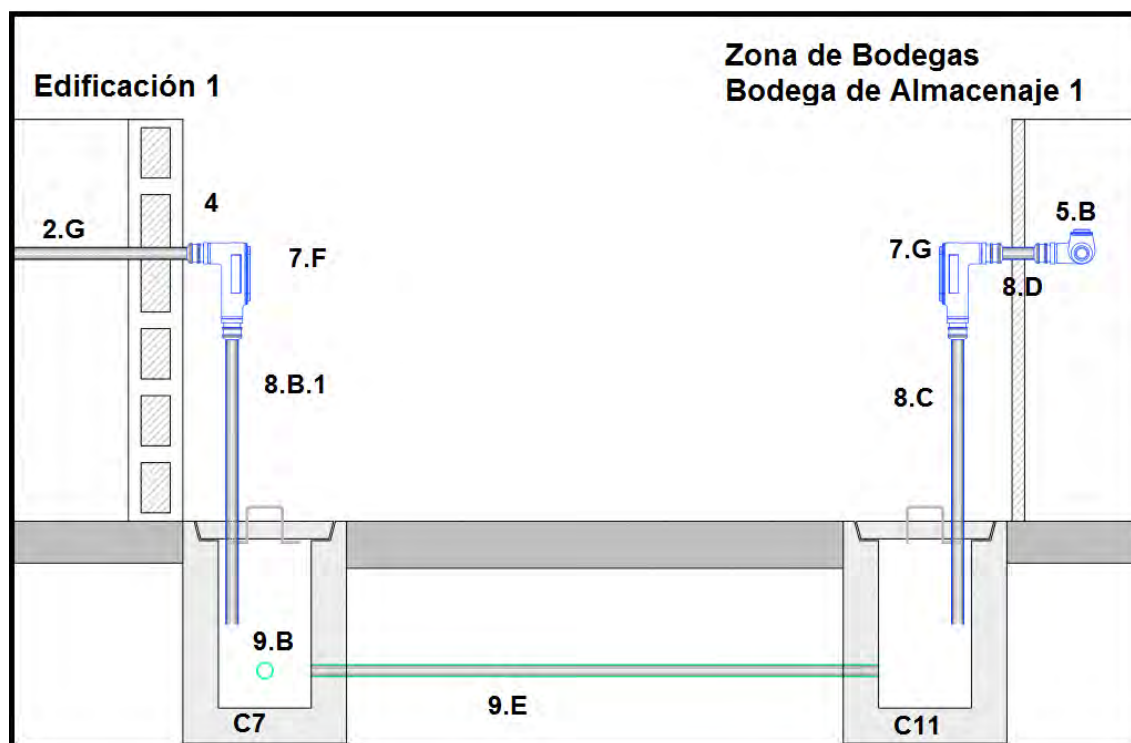
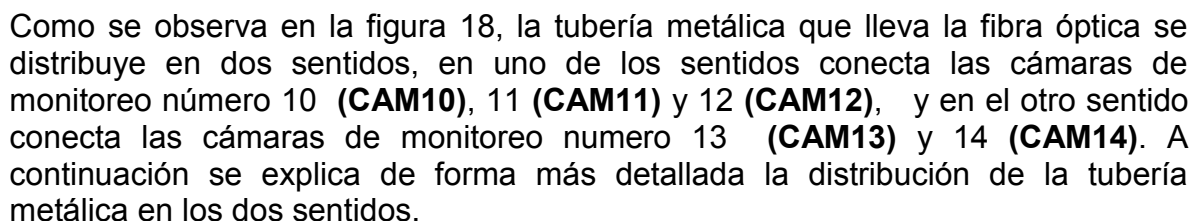


Tabla 16. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 17.

Elemento	Convención
Cámara de Inspección de 50 cm x 50 cm x 50 cm	C11
Cámara de Inspección de 50 cm x 50 cm x 50 cm	C7
Tubería EMT de 18 metros x 1 1/4"	2.G
Adaptador EMT D=1 1/4"	4
Conduleta en T D= 1 1/4"	5.B
Conduleta en L D= 1 1/4"	7.F
Conduleta en L D= 1 1/4"	7.G
Tubería IMC de 2.5 metros x 1 1/4"	8.B.1
Tubería IMC de 2.5 metros x 1 1/4"	8.C
Tubería IMC de 20 centímetros x 1 1/4"	8.D
Tubería PVC 25 metros x 1 1/4"	9.B
Tubería PVC 32 metros x 1 1/4"	9.E

Figura 18. Vista en planta que detalla la distribución de la tubería metálica dentro de las bodegas de la Zona de Bodegas.



Especificaciones para la distribución de fibra óptica en la derivación 1, para conexión de las cámaras de monitoreo número 10,11 y 12. En este sentido, se tienden un total de 40.5 metros de tubería EMT mas accesorios, esta tubería va desde la conduleta en L (5.B) hasta la caja de acceso (CA12) de la cámara número 12 (CAM12). Ver figura 19.

Figura 19. Vista en sección que detalla los elementos metálicos para llevar el cableado de fibra óptica desde la conduleta en T (5.B) hasta las cámaras de monitoreo número 10 (CAM10), 11 (CAM11) y 12 (CAM12).

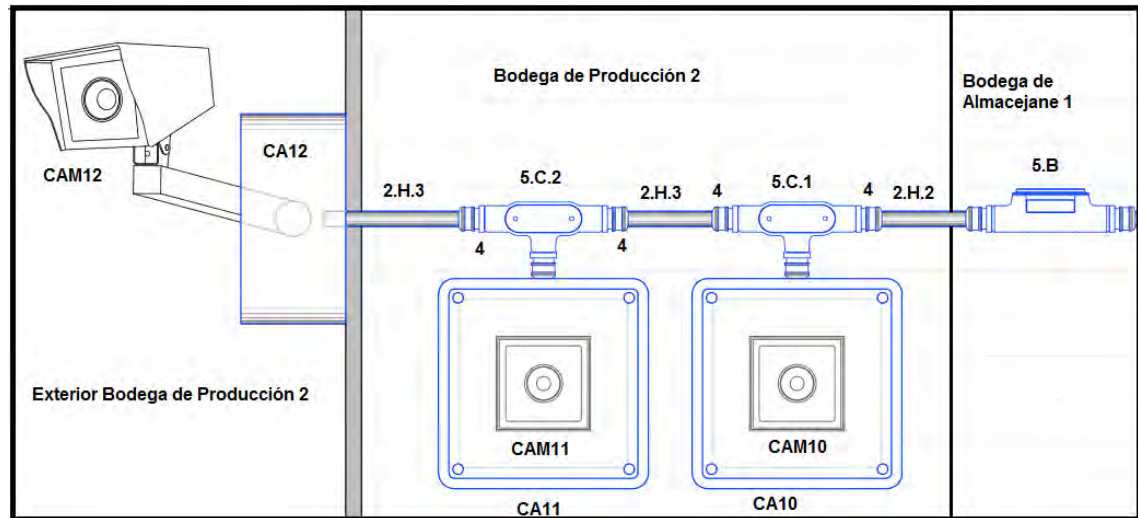


Tabla 17. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 19.

Tabla de convenciones Figura 19	
Elemento	Convención
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA12
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA11
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA10
Cámara de monitoreo	CAM10
Cámara de monitoreo	CAM11
Cámara de monitoreo	CAM12
Tubería EMT de 25 metros x 1 1/4"	2.H.2
Tubería EMT de 15 metros x 1 1/4"	2.H.3
Adaptador EMT D = 1 1/4"	4
Conduleta en T D= 1 1/4"	5.B
Conduleta en T D= 1 1/4"	5.C.1
Conduleta en T D= 1 1/4"	5.C.2

De acuerdo a la figura 19, a la conculeta en T (5.B) se conecta un tramo de tubería EMT (2.H.2), este tramo de tubería llega hasta otra conculeta en T (5.C.1); por uno de los orificios de esta conculeta se accede a la caja de acceso (CA10) de la cámara de monitoreo número 10, mientras por el otro orificio se conecta un tramo de tubería (2.H.3); este tramo de tubería llega hasta otra conculeta en T (5.C.2); por uno de los orificios de esta conculeta se accede a la caja de acceso (CA11), mientras por el otro orificio se conecta otro tramo de tubería EMT (2.H.3), tramo que ingresa hasta la cámara de acceso (CA12) de la cámara número 12, cámara de monitoreo que se ubica al exterior de la bodega de producción 2.

Especificaciones para la distribución de fibra óptica en la derivación 2, para conexión de las cámaras de monitoreo número 13 y número 14. En este sentido, se tienden un total de 63.5 metros de tubería EMT mas accesorios, esta tubería va desde la conculeta en L (5.B) hasta la caja de acceso (CA14) de la cámara número 14 (CAM14). Ver figura 20.

Figura 20. Vista en sección que detalla los elementos metálicos para llevar el cableado de fibra óptica desde la conculeta en T (5.B) hasta las cámaras de monitoreo número 13(CAM13) y 14 (CAM14).

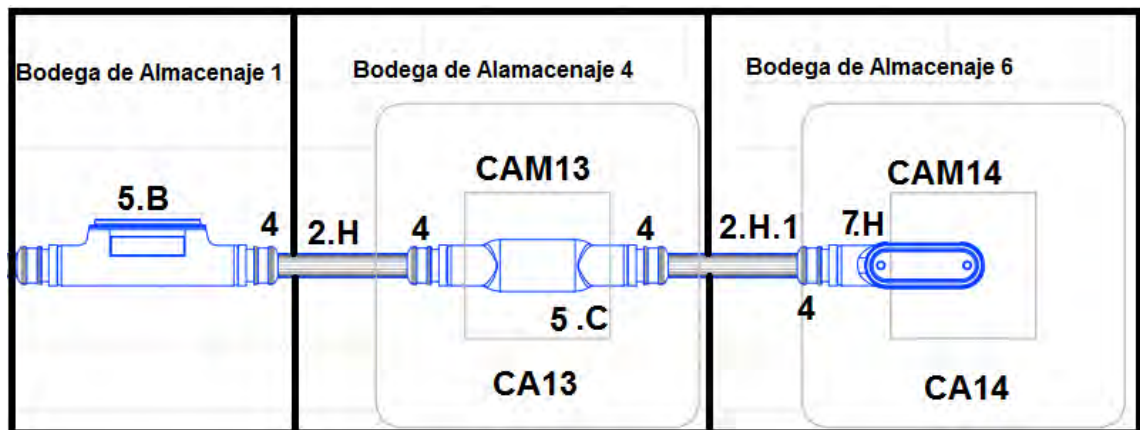


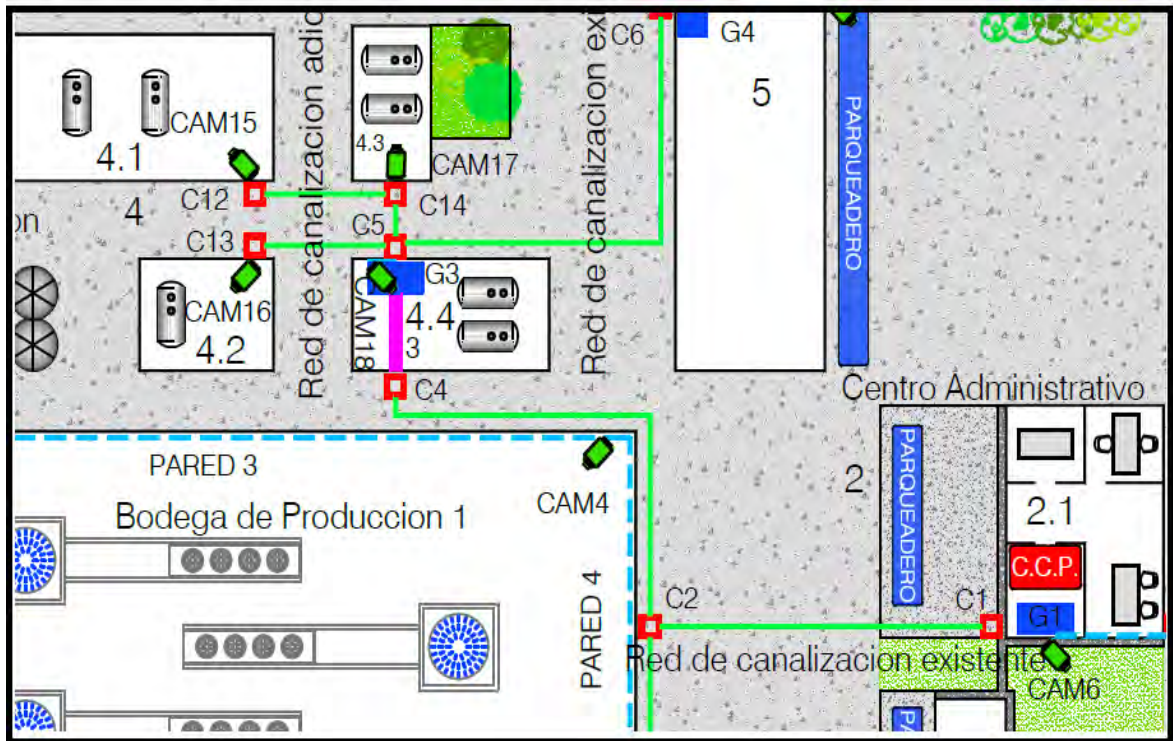
Tabla 18. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 20.

Tabla de convenciones Figura 20	
Elemento	Convención
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA13
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA14
Cámara de monitoreo	CAM13
cámara de monitoreo	CAM14
cámara de monitoreo	CAM7
Tubería EMT de 33 metros x 1 1/4"	2.H
Tubería EMT de 33.5 metros x 1 1/4"	2.H.1
Adaptador EMT D=1 1/4"	4
Conduleta en T D= 1 1/4"	5.B
Conduleta en T D= 1 1/4"	5.C
Conduleta en L D= 1 1/4"	7.H

De acuerdo a la figura 20, a la conduleta en T **(5.B)** se conecta un tramo de tubería EMT **(2.H)**; esta tubería llega hasta otra conduleta en T **(5.C)**; por uno de los orificios de esta conduleta se accede la caja de acceso **(CA13)** de la cámara de monitoreo número 13, mientras por el otro orificio se conecta otro tramo de tubería **(2.H.1)**; este tramo llega hasta una conduleta en L **(7.H)**, la cual ingresa a la caja de acceso **(CA14)** de la cámara de monitoreo número 14.

Especificaciones para la distribución de la fibra óptica hasta cada una de las cámaras de monitoreo dentro de la Zona de Procesos. Para llevar el tendido de fibra óptica desde el Cuarto de Cableado Principal **(C.C.P)** hasta la Zona de Procesos, se utiliza la red de canalización existente, esta red comunica la cámara de inspección **(C1)** con la cámara de inspección **(C4)**; a partir de la cámara de inspección **(C4)**, la red ingresa hasta el centro de producción 4 **(4.4)** a través de un codo PVC, codo que llega hasta una red de cárcamos metálicos hasta el gabinete de piso **(G3)**, ubicado dentro del centro de producción 4 **(4.4)**. Ver figura 21.

Figura 21. Vista en planta que detalla la distribución de la red de canalización que va desde la cámara de inspección (C1) hasta la cámara de inspección (C4), cámara de inspección ubicada al pie del centro de producción 4 (4.4).



La siguiente figura especifica la forma de instalación y distribución de la tubería metálica para llevar el cableado de fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 18 (**CAM18**) ubicada en el centro de producción 4 (**4.4**).

Figura 22. Vista en sección que detalla los elementos metálicos para llevar el cableado de fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 18 (CAM18).

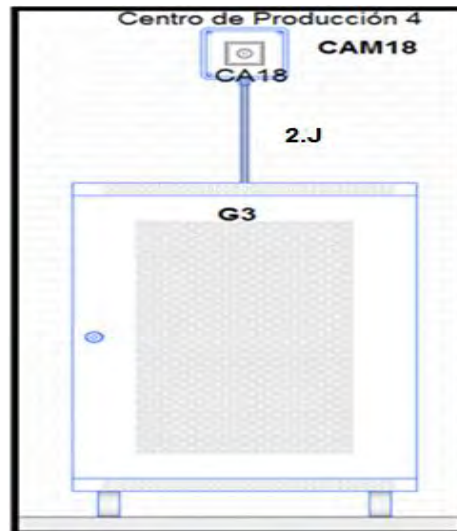


Tabla 19. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 22

Tabla de convenciones Figura 22	
Elemento	Convención
Gabinete de piso de 1.80 metros de alto x 60 cm de ancho	G3
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA18
Cámara de monitoreo	CAM18
Tubería EMT de 1 metro x 1 1/4"	2.J

De acuerdo a la figura 22, por encima del gabinete de piso (**G3**), se instala de forma vertical un tubo EMT (**5.D**) que accede a la caja de acceso (**C18**) de la cámara de monitoreo número 18 (**CAM18**).

A continuación se especifica la forma de instalación y distribución de la tubería metálica para llevar el cableado de fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 17 (**CAM17**) ubicada en el centro de producción 4 (**4.4**). Para llevar la canalización hacia el centro de producción 3 (**4.3**), se aprovecha la comunicación ya existente entre el gabinete de piso (**G3**) y la cámara de inspección (**C5**). Ver figura 23.

Figura 23. Vista en sección que detalla los elementos metálicos y la tubería PVC (red de canalización adicional 2) para llevar el cableado de fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 17 (CAM17).

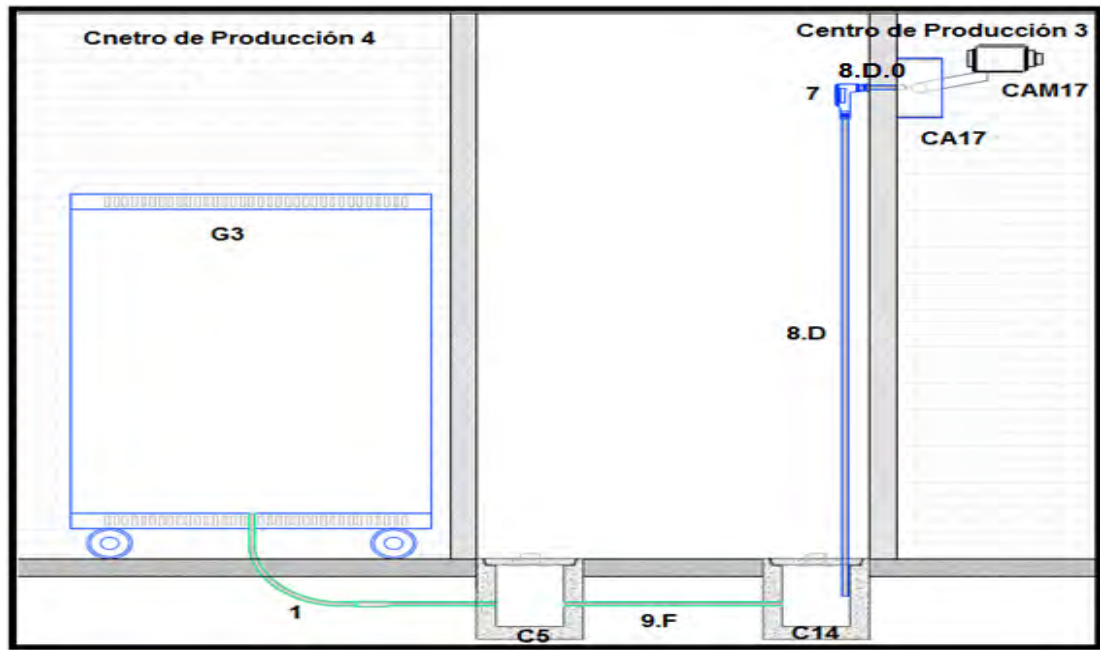


Tabla 20. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 23.

Tabla de convenciones Figura 23	
Elemento	Convención
Gabinete de piso de 1.80 metros de alto x 60 cm de ancho	G3
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA17
cámara de monitoreo	CAM17
cámara de Inspección de 50 cm x 50 cm x 50 cm	C5
cámara de Inspección de 50 cm x 50 cm x 50 cm	C14
Codo PVC de 90° x 1 1/4"	1
Conduleta en L D= 1 1/4"	7
Tubería IMC de 3 metros x 1 1/4"	8.D
Tubería IMC de 20 centímetros x 1 1/4"	8.D.0
Tubería PVC 7 metros x 1 1/4"	9.F

De acuerdo a la figura 23, el gabinete de piso (**G3**) se conecta con la cámara de inspección (**C5**) mediante un codo de PVC (**1**), y la cámara de inspección (**C5**) se conecta con la cámara de inspección (**C14**) por medio de un tramo de tubería PVC perteneciente a la red de canalización adicional 2 (**9.F**).

Una vez llega la tubería hasta la cámara de inspección (**C14**), para acceder hasta la caja de acceso de la cámara de monitoreo número 17 (**CA17**) se conecta de forma vertical un tubo IMC (**8.D**) a la cámara de inspección (**C14**), dicho tubo ingresa hasta la caja de acceso (**CA17**) de la cámara de monitoreo número 17 (**CAM17**).

A continuación se especifica la forma de instalación y distribución de la tubería metálica para llevar el cableado de fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 15 (**CAM15**) ubicada en el centro de producción 1 (**4.1**).

Figura 24. Vista en sección que detalla los elementos metálicos y la tubería PVC (red de canalización adicional 2) para llevar el cableado de fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 15 (CAM15**).**

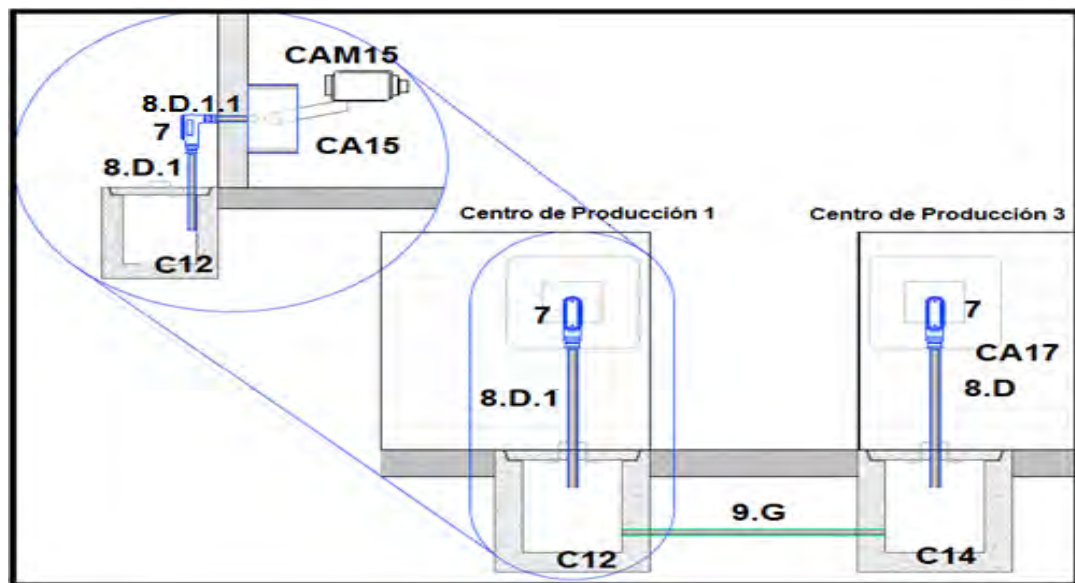


Tabla 21. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 24.

Tabla de convenciones Figura 24	
Elemento	Convención
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA15
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA17
Cámara de monitoreo	CAM15
Cámara de Inspección de 50 cm x 50 cm x 50 cm	C14
Cámara de Inspección de 50 cm x 50 cm x 50 cm	C12
Conduleta en L D= 1 1/4"	7
Tubería IMC de 3 metros x 1 1/4"	8.D
Tubería IMC de 3 metros x 1 1/4"	8.D.1
Tubería IMC de 20 centímetros x 1 1/4"	8.D.1.1
Tubería PVC 20 metros x 1 1/4"	9.G

De acuerdo a la figura 24, para llevar la canalización hacia el Centro de Producción 1(4.1), se utiliza la cámara de inspección (**C14**), ubicada al pie del centro de producción 3, que se conecta con la cámara de inspección (**C12**), ubicada al pie del centro de producción 1, mediante un tramo de la red de canalización adicional 2 (**9.G**); una vez conectadas ambas cámaras de inspección, a la cámara de inspección (**C12**) se conecta un tramo de tubería IMC (**8.D.1**) de forma vertical, que ingresa hasta la caja de acceso (**CA15**) de la cámara de monitoreo número 15 (**CAM15**).

A continuación se detalla la forma de llevar el cableado de fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 16 (**CAM16**) ubicada dentro del Centro de Producción 2 (4.2).

Figura 25. Vista en sección que detalla los elementos metálicos y la tubería PVC (red de canalización adicional 2) para llevar el cableado de fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 16 (CAM16).

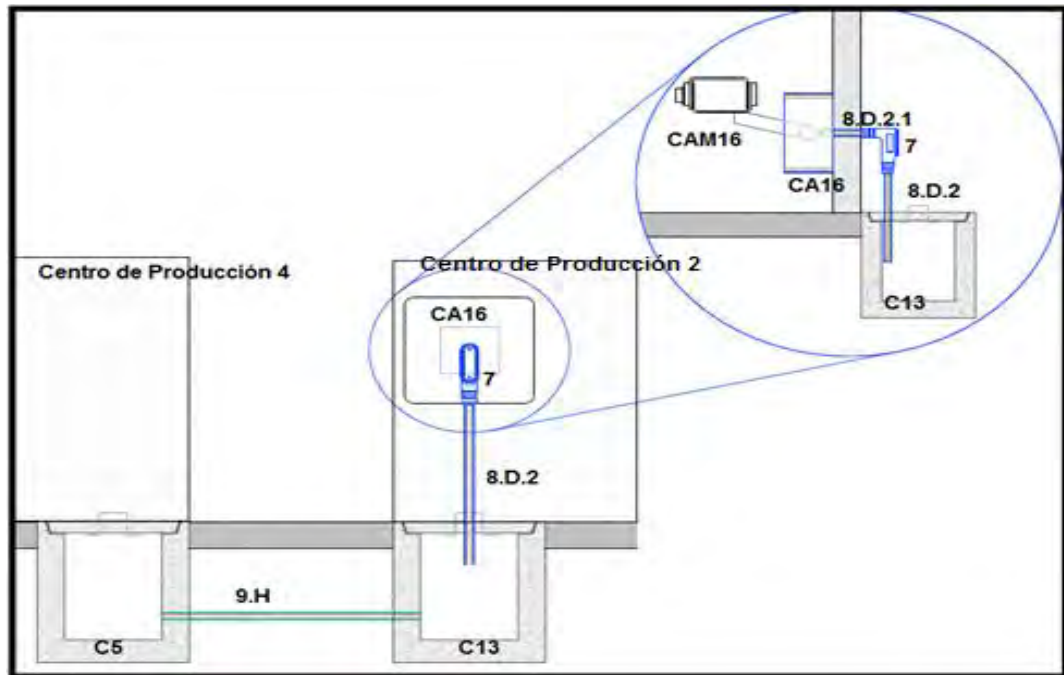


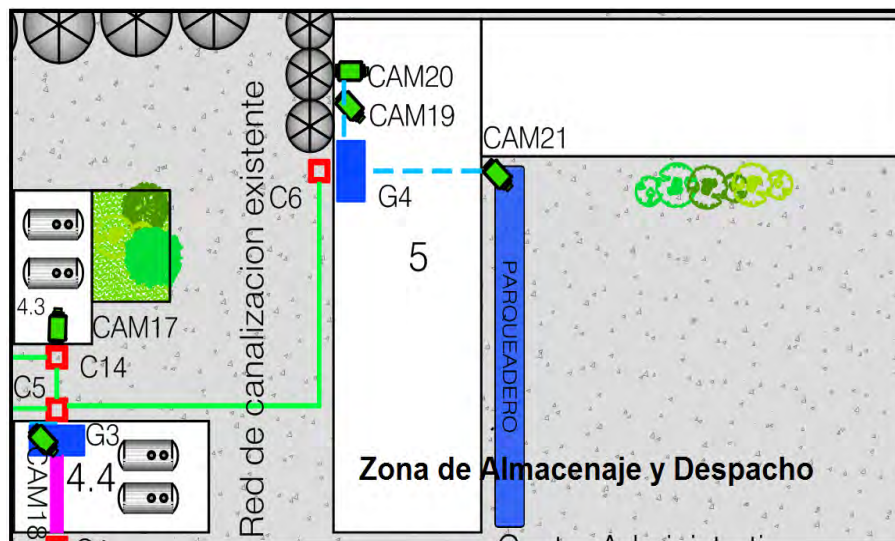
Tabla 22. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 25.

Tabla de convenciones Figura 25	
Convención	Elemento
Cámara de Inspección de 50 cm x 50 cm x 50 cm	C13
Cámara de Inspección de 50 cm x 50 cm x 50 cm	C5
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA16
Cámara de monitoreo	CAM16
Tubería IMC de 3 metros x 1 1/4"	8.D.2
Tubería IMC de 20 centímetros x 1 1/4"	8.D.2.1
Conduleta en L D= 1 1/4"	7
Tubería PVC 10 metros x 1 1/4"	9.H

De acuerdo a la figura 25, para llevar la canalización hacia el centro de producción 2, se utiliza la cámara de inspección (**C5**), ubicada al pie del centro de producción 4, que se conecta con la cámara de inspección (**C14**), ubicada al pie del centro de producción 2, mediante un tramo de la red de canalización adicional 2 (**9.H**); una vez conectadas ambas cámaras de inspección, a la cámara de inspección (**C14**) se conecta un tramo de tubería IMC (**8.D.2**) de forma vertical, que ingresa hasta la caja de acceso (**CA16**) de la cámara de monitoreo número 16 (**CAM16**). Ver figura 25.

Especificaciones para la distribución de la fibra óptica hasta cada una de las cámaras alrededor de la Zona de Almacenaje y Despacho. La red de canalización existente ya comunica el centro de cableado principal con la Zona de Almacenaje y Despacho. Ver figura 26.

Figura 26. Vista en planta que detalla la distribución de la red de canalización existente, que va desde la cámara de inspección (C5) hasta la cámara de inspección (C6), cámara de inspección ubicada al pie de la Zona de Almacenaje y Despacho.



A continuación se explica detalladamente como se conecta la red de canalización existente con el gabinete de piso (**G4**).

Figura 27. Vista en sección que detalla la comunicación entre la red de canalización existe proveniente de la cámara de inspección (C5), ubicada al pie del Centro de Producción 4 y el Gabinete de Piso (G4), ubicado en la zona de Almacenaje y Despacho.

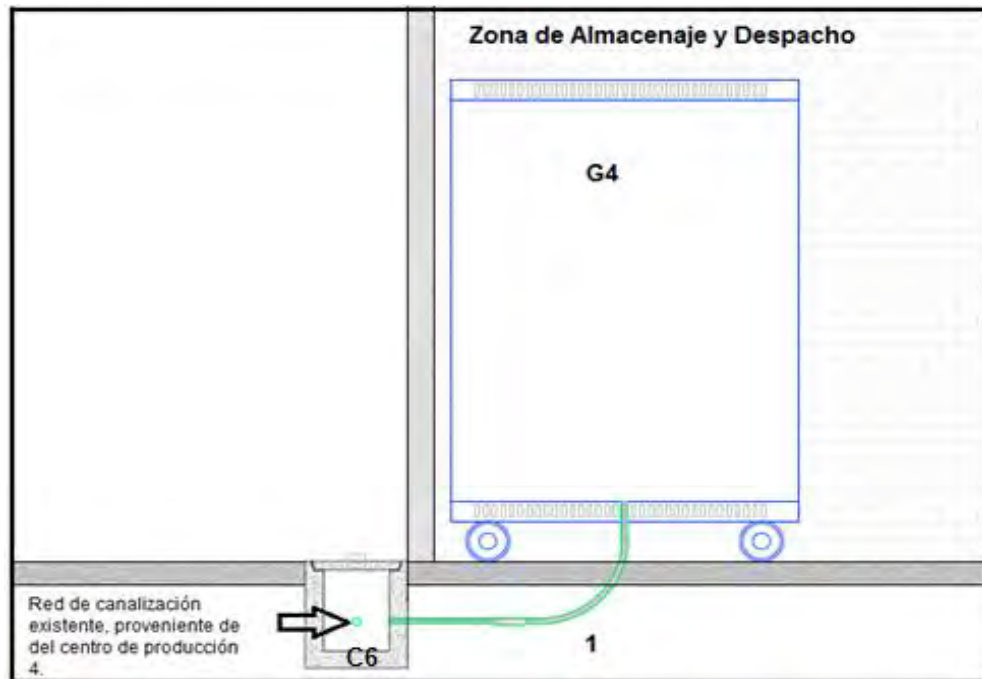


Tabla 23. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 27.

Tabla de convenciones Figura 27	
Elemento	Convención
Codo PVC de 90° x 1 1/4"	1
Gabinete de piso de 1.80 metros de alto x 60 cm de ancho	G4
Cámara de Inspección de 50 cm x 50 cm x	C6

De acuerdo a la figura 27, la red de canalización llega hasta la cámara de acceso (C6) e ingresa por medio de un codo PVC (1) hasta el gabinete de piso (G4), ubicado dentro de la bodega de la Zona de Almacenaje y Despacho.

A continuación se detalla la forma de llevar el cableado de fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 19 (**CAM19**) y la cámara número 20 (**CAM20**), ubicadas dentro de la Zona de Almacenaje y Despacho. Ver figura 28.

Figura 28. Vista en sección que detalla la instalación y distribución de la tubería metálica necesaria para llevar el cableado de fibra óptica hasta las cámaras de monitoreo número 19 (CAM19) y número 20 (CAM20).

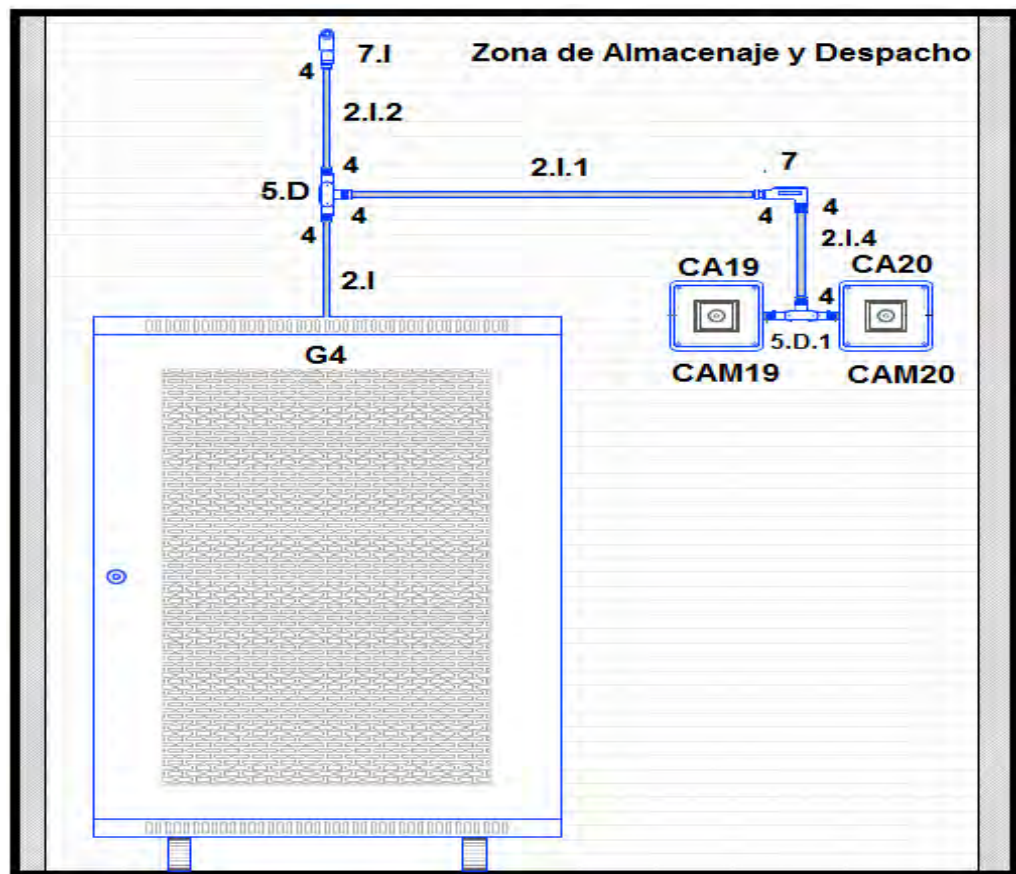


Tabla 24. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 28.

Tabla de convenciones Figura 28	
Elemento	Convención
Gabinete de piso de 1.80 metros de alto x 60 cm de ancho	G4
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA19
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA20
cámara de monitoreo	CAM19
cámara de monitoreo	CAM20
Codo PVC de 90° x 1 1/4"	1
tubería EMT de 1.60 metros x 1 1/4"	2.I
tubería EMT de 15 metros x 1 1/4"	2.I.1
tubería EMT de 1.60 metros x 1 1/4"	2.I.2
tubería EMT de 20 centímetros x 1 1/4"	2.I.4
Adaptador EMT D = 1 1/4"	4
Conduleta en T D= 1 1/4"	5.D
Conduleta en T D= 1 1/4"	5.D.1
Conduleta en L D= 1 1/4"	7
Conduleta en L D= 1 1/4"	7.I

De acuerdo a la figura 28, por encima del gabinete (**G4**) se instala de forma vertical un tramo de tubería EMT (**2.I**), tramo finaliza en una conduleta en T (**5.D**); a esta conduleta se instala de forma horizontal un tramo tubería EMT (**2.I.1**), tubería que llega hasta una conduleta en T (**5.D.1**); al lado de los orificios de la esta conduleta, se ubican las cajas de acceso de las cámara de monitoreo número 19 (**CAM19**) y número 20 (**CAM20**).

A continuación se detalla la forma de llevar el cableado de fibra óptica hasta la cámara de monitoreo número 21 (**CAM21**), ubicada sobre uno de los muros externos de la Zona de Almacenaje y Despacho. Ver figura 29.

Figura 29. Vista en sección que detalla la instalación y distribución de la tubería metálica necesaria para llevar el cableado de fibra óptica hasta las cámaras de monitoreo número 21 (CAM21).

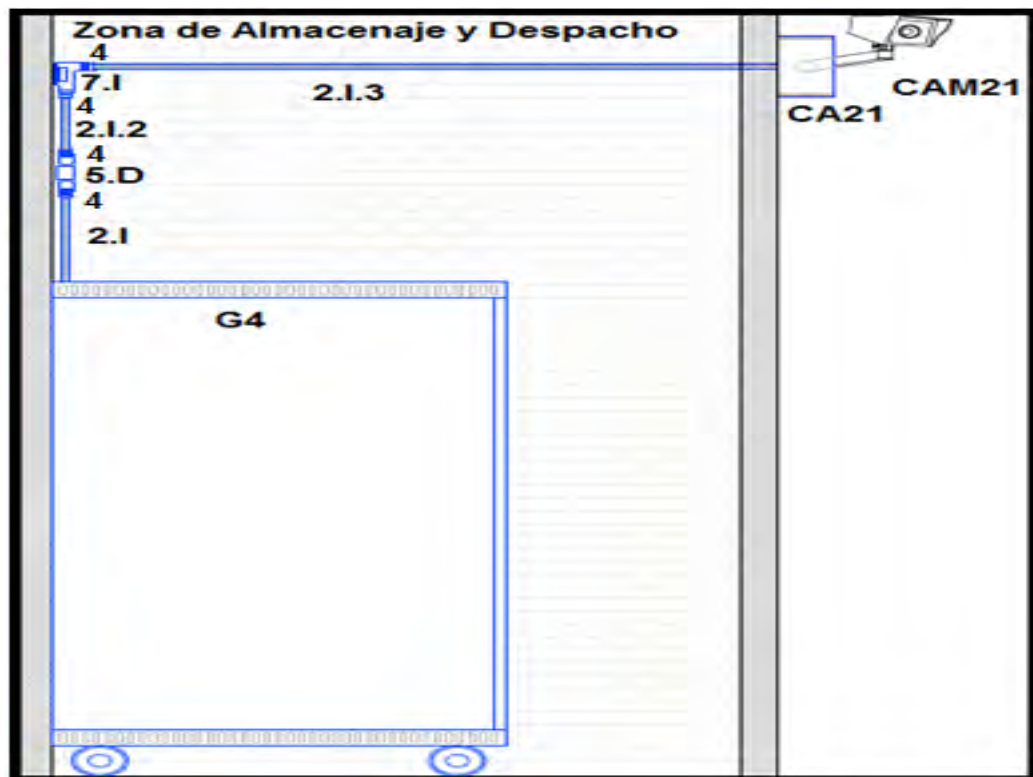


Tabla 25. Convenciones de los elementos que se detallan en la figura 29.

Tabla de convenciones Figura 29	
Elemento	Convención
Caja de acceso 10 cm x 10 cm x 10 cm	CA21
Cámara de monitoreo	CAM21
Gabinete de piso de 1.80 metros de alto x 60 cm de ancho	G4
Codo PVC de 90° x 1 1/4"	1
Tubería EMT de 1.60 metros x 1 1/4"	2.I
Tubería EMT de 15 metros x 1 1/4"	2.I.2
Tubería EMT de 20 metros x 1 1/4"	2.I.3
Adaptador EMT D = 1 1/4"	4
Conduleta en T D= 1 1/4"	5.D
Conduleta en L D= 1 1/4"	7.I

De acuerdo a la figura 29, para la llevar la canalización hasta la cámara de monitoreo número 21, ubicada fuera de la zona de almacenaje y despacho; a la conduleta **(5.D)** se conecta un tramo vertical de tubería EMT **(2.I.2)**, tramo de tubería que llega hasta una conduleta en L **(7.I)**, a esta conduleta en L **(7.I)** se conecta un tramo de tubería EMT **(2.I.3)** instalado de forma horizontal, este tramo de tubería ingresa hasta la caja acceso **(CA21)** de la cámara de monitoreo número 21 **(CAM21)**.

7.2.9 Estimación de costos implícitos en el diseño a realizar, considerando los componentes, obra civil e implementación de la infraestructura requerida para la implementación del mismo.

En la siguiente tabla, tabla 26, se describen los costos y la cantidad de cada uno de los elementos necesarios para la implementación del diseño agrupado en cuatro grandes grupos, (1) Equipos de Red, (2) Medios de Transmisión y Accesorio de Instalación, (3) Suministro e Instalación de tubería PVC y (4) Suministro e Instalación de Tubería Metálica. Al final de la tabla se totaliza el costo de llevar a cabo la implementación del proyecto, dicho costo asciende a \$ 83.093.715 pesos.

Tabla 26. Costos implícitos en el diseño a realizar.

COSTOS MANO DE OBRA Y EQUIPOS SISTEMA DE SEGURIDAD					
ITEM	ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	EQUIPOS DE RED.				
A	SWITCHE CAPA 2 10/100/1000 48 PUERTOS ADMINISTRABLE	UND	1	\$ 2.975.000,00	\$ 2.975.000,00
B	GABINETE DE PARED 50X60X50	UND	1	\$ 333.200,00	\$ 333.200,00
C	CAMARAS DE MONITOREO IR VARIFOCAL TIPO BALA	UND	21	\$ 452.200,00	\$ 9.496.200,00
D	CAJA DE ACCESO CCTV	UND	21	\$ 4.000,00	\$ 84.000,00
2	MEDIOS DE TRANSMISION Y ACCESORIOS DE INSTALACION.				
A	CABLE DE FIBRA OPTICA MULTIMODO OM2 50/125 (850nm) 12 HILOS	UND	837	\$ 2.618,00	\$ 2.191.266,00
B	PATCH CORD CABLE UTP CATEGORIA 6 1 METRO	UND	44	\$ 14.280,00	\$ 628.320,00
C	CONVERSOR DE MEDIO POE (UTP-FIBRA OPTICA)	UND	42	\$ 214.200,00	\$ 8.996.400,00

Tabla 26. (Continuación)

D	PIGTAILS	UND	42	\$ 8.925,00	\$ 374.850,00
E	CAJA LIU	UND	21	\$ 107.100,00	\$ 2.249.100,00
F	BANDEJA DE 24 HILOS CON ACOPLE	UND	1	\$ 434.350,00	\$ 434.350,00
G	NVR 32 CANALES	UND	1	\$ 3.222.000,00	\$ 3.222.000,00
H	DISCO DURO 6 TB	UND	3	\$ 799.000,00	\$ 2.397.000,00
I	MANO DE OBRA CUADRILLA PARA CONFIGURACION DE EQUIPOS DE RED Y DE MONITOREO	HORA	160	\$ 53.550,00	\$ 8.568.000,00
3	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC.				
A	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC 1 1/4 X 6 metros (INCLUYE SOLDADURA Y LIMPIADOR)	ML	139	\$ 10.300,00	\$ 1.431.700,00
B	CORTE DE LOSA DE CONCRETO E= 12.1 cm - 17.5 cm	m3	372,3	\$ 10.366,00	\$ 3.859.261,80
C	DEMOLICION LOSA DE CONCRETO E=12.1cm-17.5 cm	m3	27,9	\$ 30.048,00	\$ 838.339,20
D	EXCAVACION de TIERRA A MANO P = 20 cm	m3	5,58	\$ 15.259,00	\$ 85.145,22
E	COLCHON DE ARENA GRUESA E= 5 cm- 7 cm	m3	1,395	\$ 38.123,00	\$ 53.181,59
F	RELLENO DE TIERRA A MANO E= 15 cm	m3	4,185	\$ 6.956,00	\$ 29.110,86
G	LOSA EN CONCRETO MACIZA E=15 cm	m3	27,9	\$ 96.976,00	\$ 2.705.630,40
H	SUMINISTRO E INSTALACION CAMARAS DE INSPECCION 50 cm X 50 cm X 50 cm (INCLUYE TAPA, MARCO Y REMARCO)	UND	8	\$ 306.290,00	\$ 2.450.320,00
I	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO PVC DE 90° x 1 1/4"	UND	6	\$ 4.070,00	\$ 24.420,00
4	SUMINISTRO E INTALACION TUBERIA METLICA.				
A	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA EMT X 1 1/4"	ML	448	\$ 39.000,00	\$ 17.472.000,00
B	SUMINISTRO E INSTALACION ADAPTADOR EMT D =1 1/4"	UND	9	\$ 2.000,00	\$ 18.000,00
C	SUMINISTRO E INSTALACION CONDULETA EN T D= 1 1/4"	UND	10	\$ 18.000,00	\$ 180.000,00
D	SUMINISTRO E INSTALACION CONDULETA EN L D= 1 1/4"	UND	18	\$ 18.000,00	\$ 324.000,00
E	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA IMC X 1 1/4"	ML	23	\$ 62.000,00	\$ 1.426.000,00
F	SUMINISTRO E INSTALACION DE RIEL TECN CON ABRAZADERA AJUSTABLE	UND	224	\$ 45.000,00	\$ 10.080.000,00
G	PERFORACION PARED DE E = 20 cm CON POSTERIOR RESANE	UND	5	\$ 33.384,00	\$ 166.920,00
COSTO TOTAL					\$ 83.093.715,00

7.2.10 Simulación de la arquitectura de la red del sistema de seguridad. Uno de los objetivos planteados en este proyecto consiste en simular el comportamiento de los enlaces considerando el ancho de banda frente a los formatos de compresión y codecs. Tanto los formatos de compresión como los codecs tienen como finalidad reducir el tamaño de los archivos a transmitir para reducir el consumo del ancho de banda; para lograr estos los formatos de compresión y los codecs deben variar entre otros dos parámetros fundamentales, la **resolución**, la cual determina el tamaño digital de una imagen, que puede ser expresada bien sea en pixeles o Bytes, y los **fotogramas por segundo** (FPS), velocidad con la que un dispositivo produce imágenes consecutivas. El software Riverbed Modeler Academic Edition, aunque es un software orientado a redes de computadores, permite variar los dos parámetros antes mencionados (resolución y fotogramas por segundo) de las aplicaciones de video que trae incluidas.

7.2.10.1 Limitaciones de la simulación de la arquitectura de red del sistema de seguridad en el software de simulación Riverbed Modeler Academic Edition. La simulación se realizó en este software dado que permite el análisis de ciertos parámetros de tráfico en los enlaces, pero es necesario precisar las limitaciones del mismo al simular un sistema de videovigilancia como el que se desarrolla en este proyecto:

- Dado que el software está enfocado al modelamiento de redes de computadores, no es posible que los equipos generadores de tráfico sean cámaras de monitoreo, por tal razón se reemplazan las cámaras de monitoreo con computadores.
- El desempeño del sistema se evalúa por medio de un servicio de video conferencia, este servicio coincide en ciertos parámetros (resolución, frames/segundo y bit/pixel) con el tráfico generado por las cámaras de monitoreo.
- La aplicación de video conferencia utilizada para evaluar el diseño de la red, además de archivos de video, contiene archivos de audio, por lo tanto el tráfico que se genera en la simulación es mucho mayor al que se generaría en el sistema de videovigilancia, dado que en este solo hay archivos de video.
- Los enlaces se configuran con los parámetros más acordes para validar el diseño propuesto, pero dentro de los disponibles en la versión académica del software.

- Dentro de los parámetros del switch que permite configurar la versión del software, no es posible configurar ni la capacidad de reenvío (Forwarding Bandwidth) ni la capacidad de transmisión por puerto.

7.2.10.2 Alcance de la simulación de la arquitectura de red del sistema de seguridad en el software de simulación Riverbed Modeler Academic Edition. Bajo este software es posible configurar la extensión de la red a simular, por lo tanto se ingresan los parámetros reales de la misma. Ver figura 30.

Figura 30. Configuración de parámetros de extensión de la red el sistema de videovigilancia



The image shows a configuration window for network size. It has four input fields: 'Size' (empty), 'X span' (235), 'Y span' (175), and 'Units' (Meters). The 'Units' field is a dropdown menu.

La extensión de la red se configura igual a la extensión real del sitio sobre el cual se realizó del diseño, esto permite al software mayor precisión al analizar algunos parámetros; la configuración de la extensión de la red, permite al software evaluar con mayor precisión el parámetro de **Delay**, parámetro que especifica el retraso de propagación que se genera por los paquetes enviados a través del enlace, y que el software calcula de acuerdo a la distancia entre nodos, en este caso la distancia entre los computadores y el switch.

Otro aspecto que resulta importante para obtener resultados confiables y que ofrece el software, es la adición de **Tráfico de Fondo**, tráfico que tiene diversos orígenes, contiene información no deseada o maliciosa e incide en el desempeño de las redes. Para esta simulación se utilizara el tamaño de paquetes de tráfico de fondo que el software tiene por defecto para Ethernet.

Por medio del software es posible incluir valores de **Bit Error Rate (BER)**, en este caso se incluirá el valor nominal del **BER** para fibra óptica, el cual es de 10^{-11} .

El software permite simular la unidireccionalidad del tráfico que se da en sistemas de videovigilancia, para esto se configura el parámetro de la aplicación de videoconferencia, **Incoming Stream Interarrival Time**, como ninguno.

El software permite la creación de **VLANS**, por consiguiente se crea una VLAN, llamada **VLAN100**, tal cual como en el diseño lógico esta VLAN contiene los 21 computadores (cámaras de monitoreo) que hacen parte de la simulación.

7.2.10.3 Aplicación seleccionada, configuración y casos para evaluar el desempeño de los enlaces de la red del sistema de seguridad. El desempeño de los enlaces de la red se evaluará por medio de una aplicación de **videoconferencia** bajo dos tipos de video resolución diferentes que ofrece el software. Las características de las dos tipos de video resolución se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 27. Valor de los parámetros configurados para ambos tipos de resolución de video.

Tipo de Resolución	Resolución	Tamaño Imagen (KB)	Frames por Segundo (FPS)
Video de Baja Resolución	128 x 120	17280	30
Video de Alta resolución	128 x 240	34560	30

En base a los parámetros de la tabla 27, se configuran los escenarios para desarrollar ambos casos a simular, la simulación se da para dos casos dado que las cámaras IP pueden variar su resolución para grabar video en alta o baja resolución.

7.2.10.4 Estadísticas para analizar el desempeño de los enlaces de la red. El software discrimina las estadísticas que permite analizar en tres grupos, globales, por nodos y por enlaces. A continuación se exponen las estadísticas que la versión académica del software permite analizar por enlaces:

Throughput: Esta estadística representa el número promedio de bits recibidos o transmitidos con éxito por el canal transmisor o receptor por unidad de tiempo.

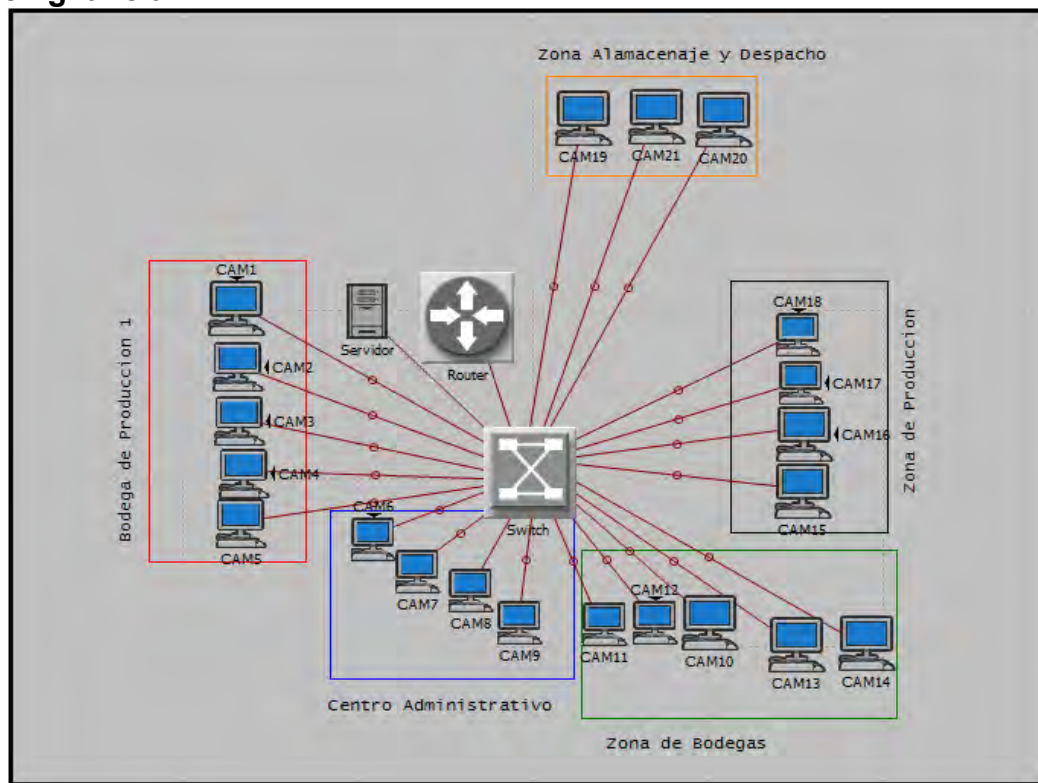
Queuing Delay: Esta estadística representa mediciones instantáneas de los tiempos de espera de los paquetes en la cola del canal del transmisor. Las mediciones se toman desde el momento en que un paquete entra en la cola del canal del transmisor hasta el momento en que se transmite el último bit del paquete.

Utilización: Esta estadística representa de consumo de ancho de banda utilizado por la aplicación expresada en porcentaje.

Bit Error Rate (BER): Esta estadística representa la tasa de error de bit promedio del canal.

7.2.10.5 Análisis de los resultados obtenidos sobre el desempeño de los enlaces del sistema para ambos casos, video de baja y alta resolución. Por medio de la versión académica del software Riverbed Modeler se simula la arquitectura de la red del sistema de videovigilancia. De acuerdo como se muestra en la siguiente figura.

Figura 31. Simulación de la arquitectura de red del sistema de videovigilancia.



Como se observa en la figura 31, la arquitectura simulada se basa prácticamente en el diseño lógico de la red, con un nodo central, que en este caso es el switch, al cual se conectan todos los demás elementos de la red; un servidor de video conferencia, computadores en vez de cámaras de monitoreo y un router.

Análisis de Throughput. El análisis del **Throughput** se realiza tanto para baja como para alta resolución de video, por cada una de las cámaras de las 5 zonas. Bodega de producción (1), Centro Administrativo (2), Complejo de bodegas (3), Zona de procesos (4) y la Zona de almacenaje y despacho (5).

Figura 32. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas dentro de la Bodega de Producción 1. Video en Baja Resolución.

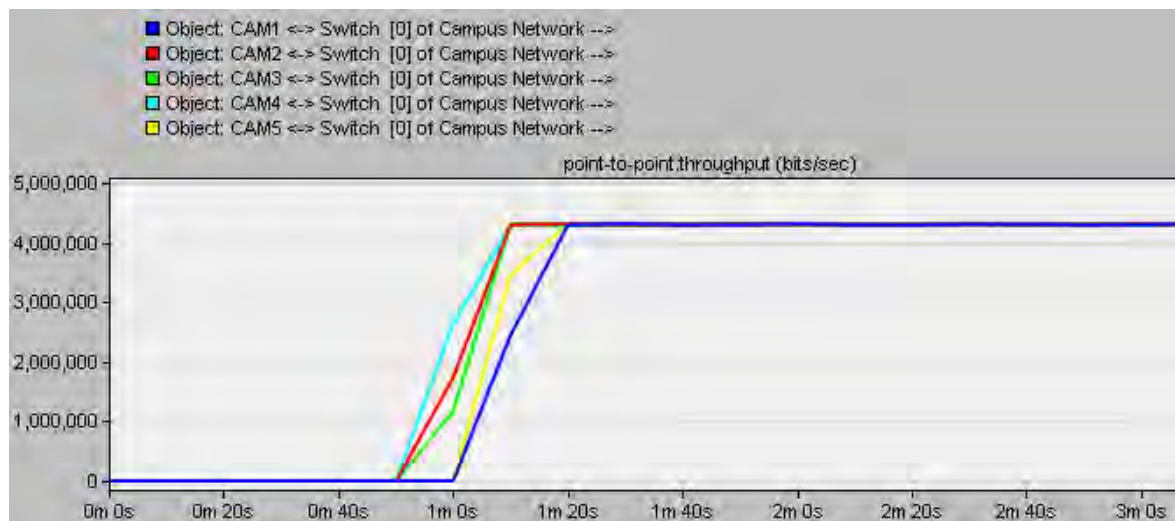


Figura 33. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas en la zona del Centro Administrativo. Video en Baja Resolución.

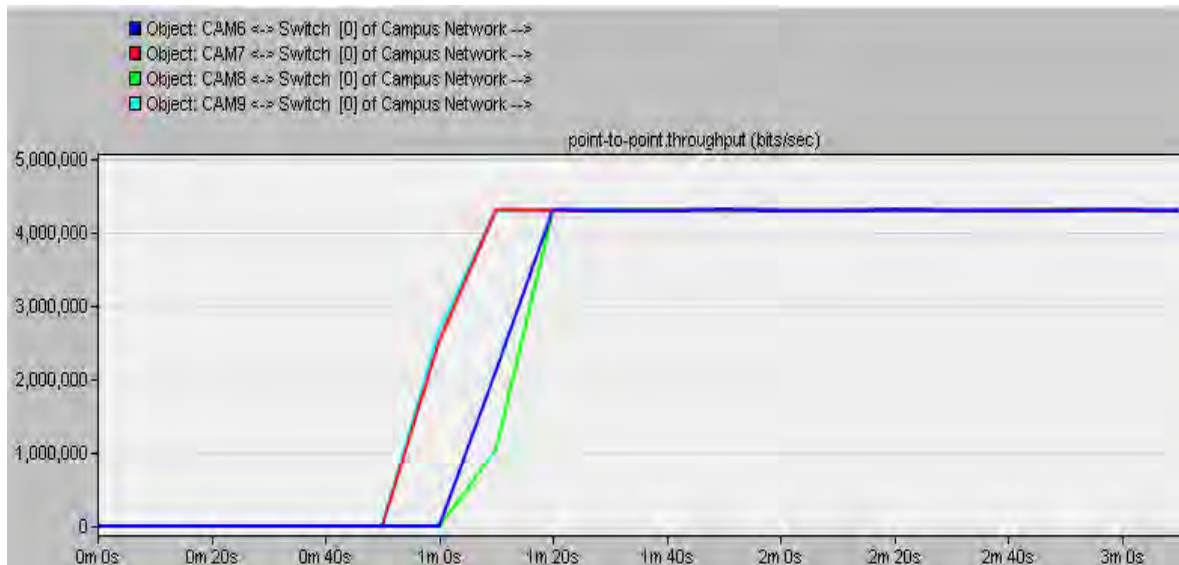


Figura 34. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas en la Zona de Bodegas. Video en Baja Resolución.

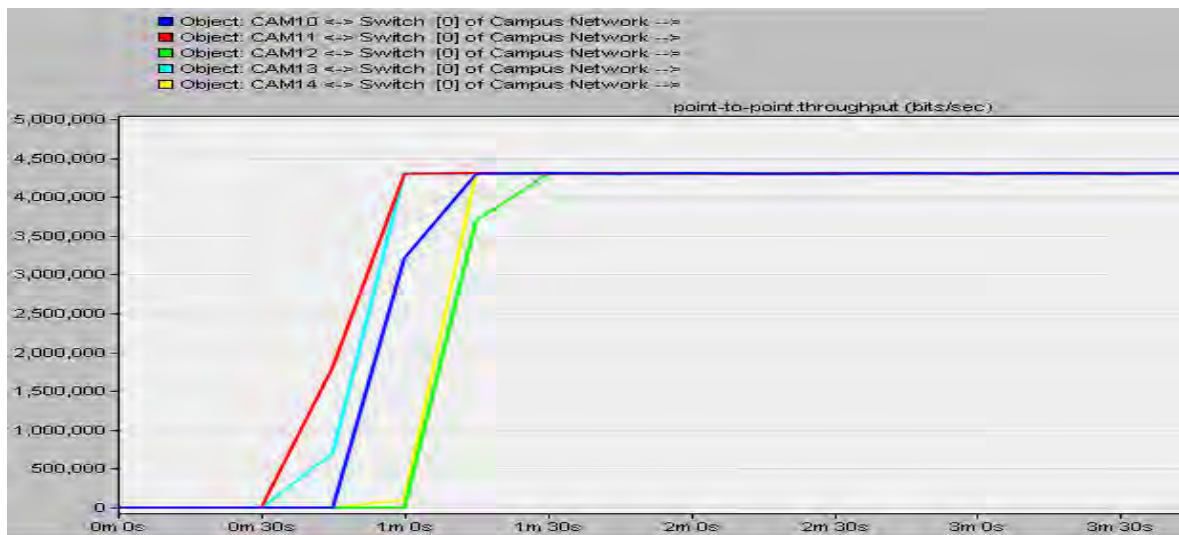


Figura 35. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas en la Zona de Procesos. Video en Baja Resolución.

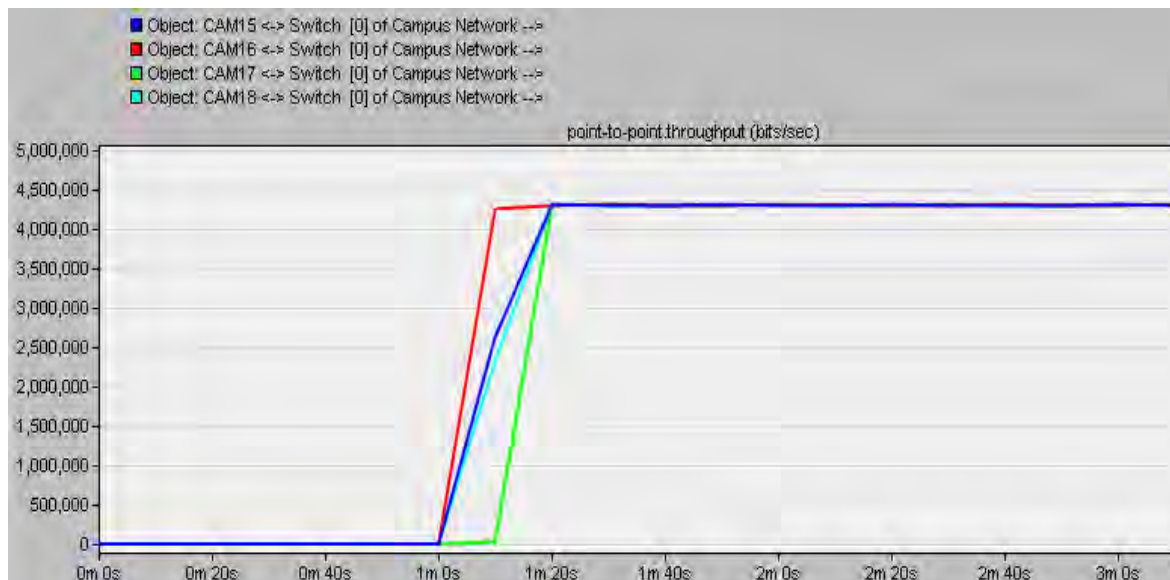


Figura 36. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas en la Zona de Almacenaje y Despacho. Video en Baja Resolución.

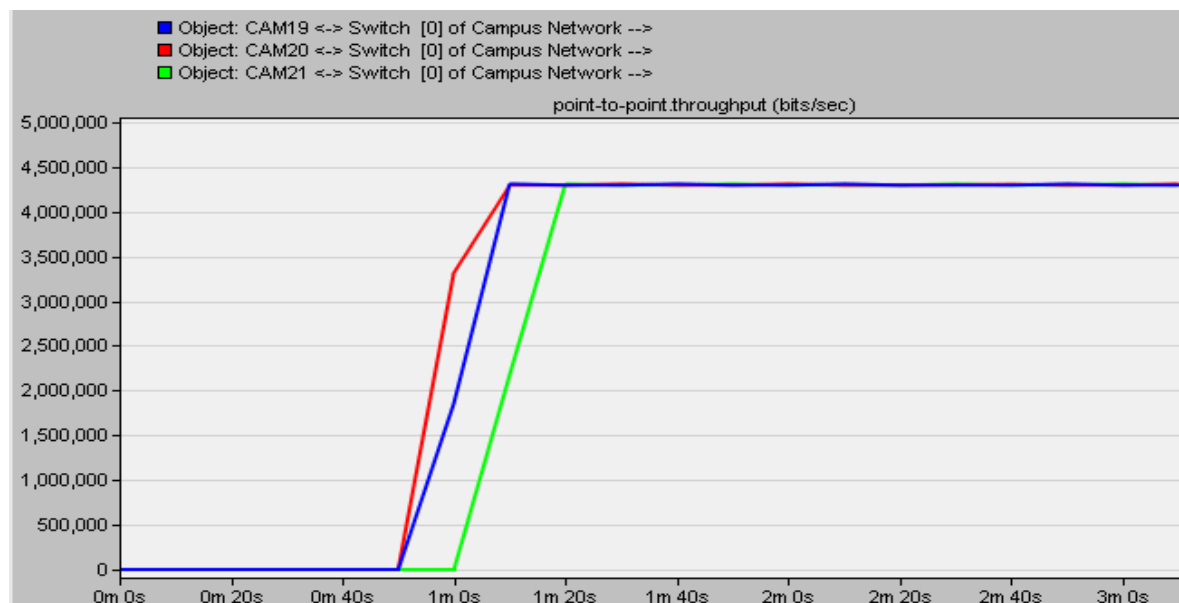


Figura 37. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas dentro de la Bodega de Producción 1. Video en Alta Resolución.

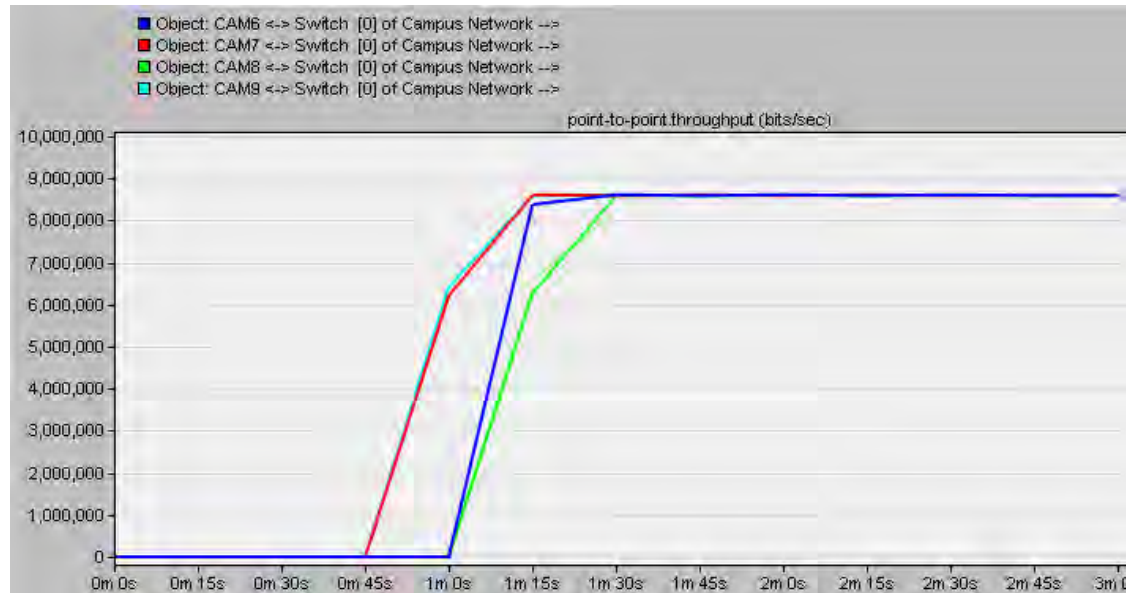


Figura 38. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas en la zona del Centro Administrativo. Video en Alta Resolución.

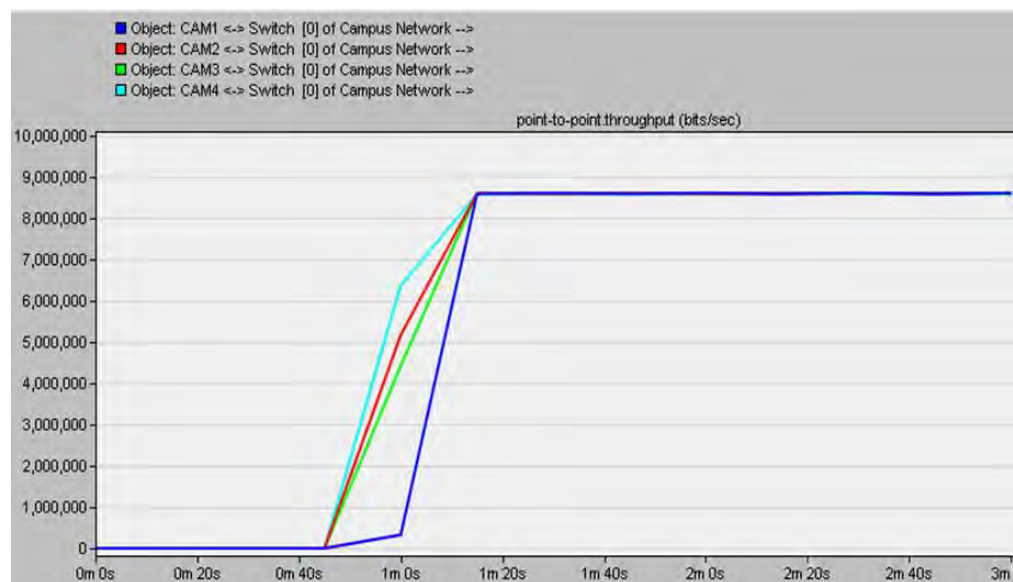


Figura 39. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas en la Zona de Bodegas. Video en Alta Resolución.

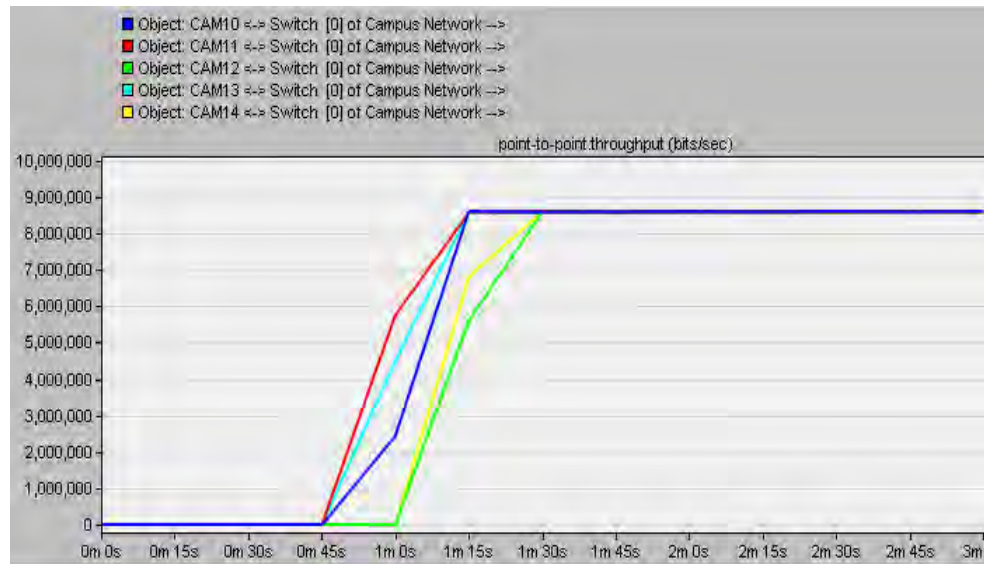


Figura 40. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas en la Zona de Procesos. Video en Alta Resolución

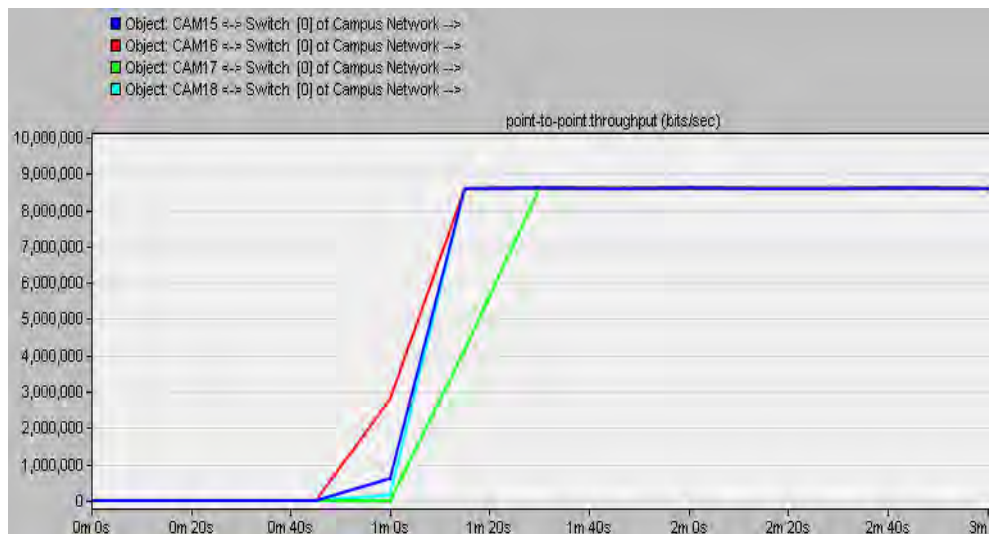
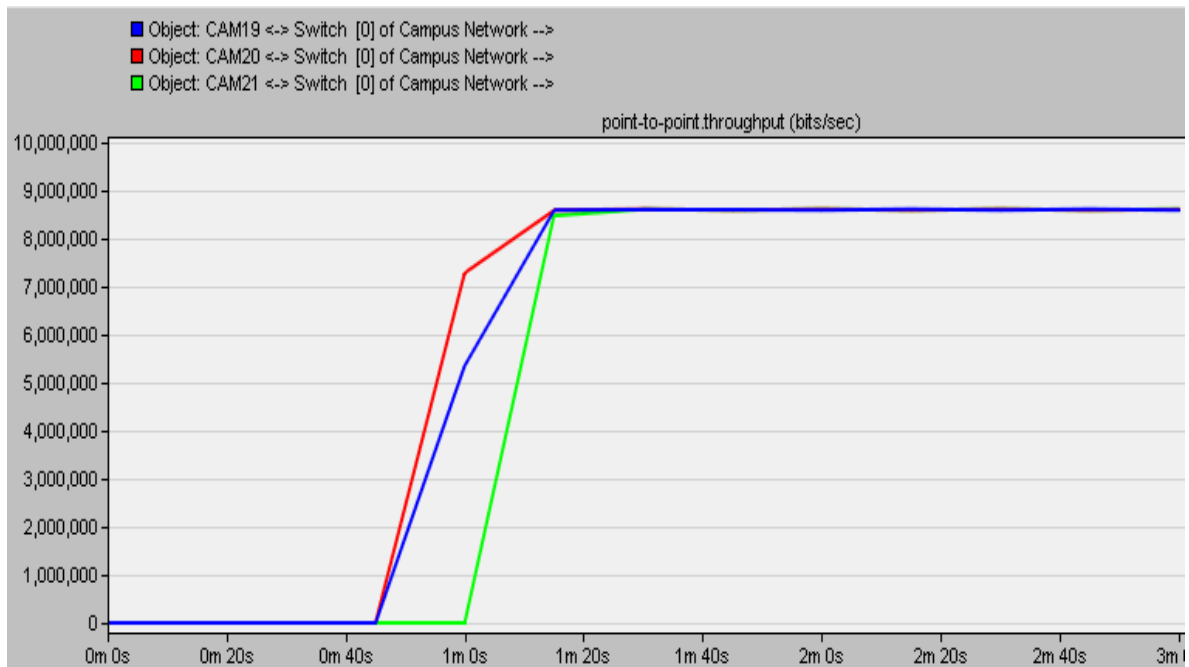


Figura 41. Resultados de Throughput para las cámaras de monitoreo ubicadas en la Zona de Almacenaje y Despacho. Video en Alta Resolución.



Como se puede observar en las figuras anteriores (desde la figura 32 hasta la figura 41), las transmisiones para todas las zonas inician entre los 45 segundos y 1 minuto. El valor del **Throughput** para video de baja resolución en todos los enlaces tiene un valor promedio de 4.250.000 bit/s, mientras para el video de alta resolución en todos los enlaces el valor asciende a 8.500.000 bit/s.

Como se puede apreciar al comparar los resultados, el **Throughput** en alta resolución es mucho mayor en cantidad de bits transmitidos por segundo que la baja resolución, dado que para procesar y generar imágenes en alta resolución se requieren mayor cantidad de bits.

De acuerdo a las gráficas, la información transmitida es muy estable, aun habiendo dispuesto tráfico de fondo y BER, todas las transmisiones inician, llegan un punto de estabilización y se mantienen sin ningún sobre pico que indique variación alguna en la transmisión de datos.

Al final con los resultados obtenidos, podemos darnos cuenta que el **Delay** no afectaría el desempeño de los enlaces, dado que si tenemos en cuenta que entre

algunas zonas hay diferencias de más de 50 metros en la escala del software, estas diferencias no se reflejan en los resultados de **Throughput** obtenidos.

Análisis de Utilización. A continuación se analizarán los resultados obtenidos respecto al consumo de ancho por parte de la aplicación de video conferencia por enlace (el ancho de banda por enlace es de 100 Mbps). Este análisis se realiza utilizando la estadística **Utilización** ofrecida por el software y se muestran los resultados, divididos por cada una de las 5 zonas principales.

A continuación se muestran los resultados de la evaluación de la estadística **utilización** para video de baja resolución.

Figura 42. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en baja resolución. Bodega de Producción 1.

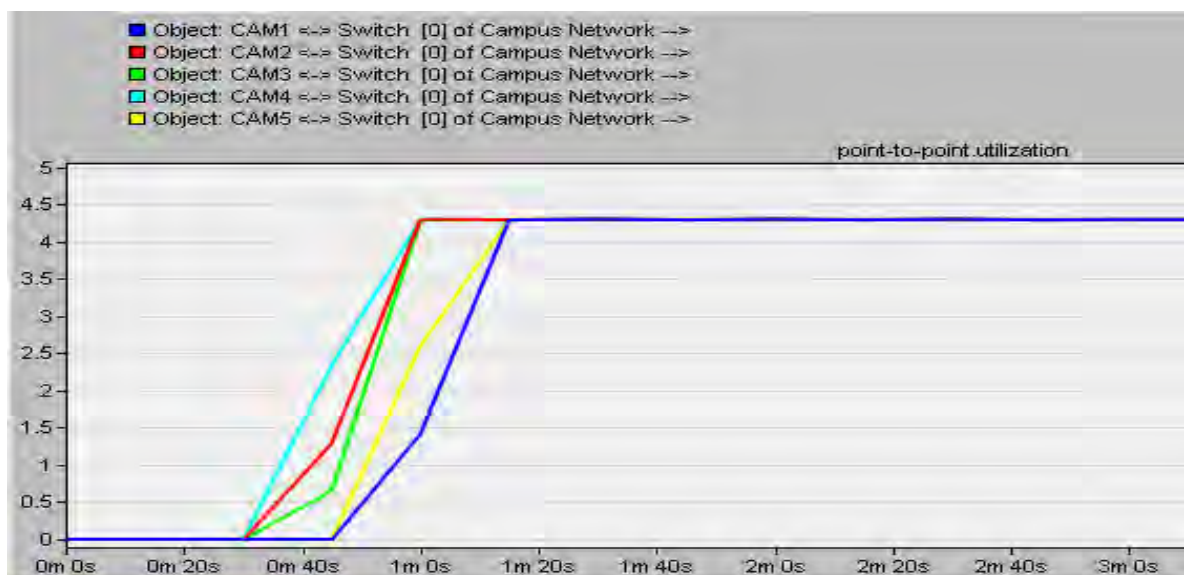


Figura 43. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en baja resolución. Centro Administrativo.

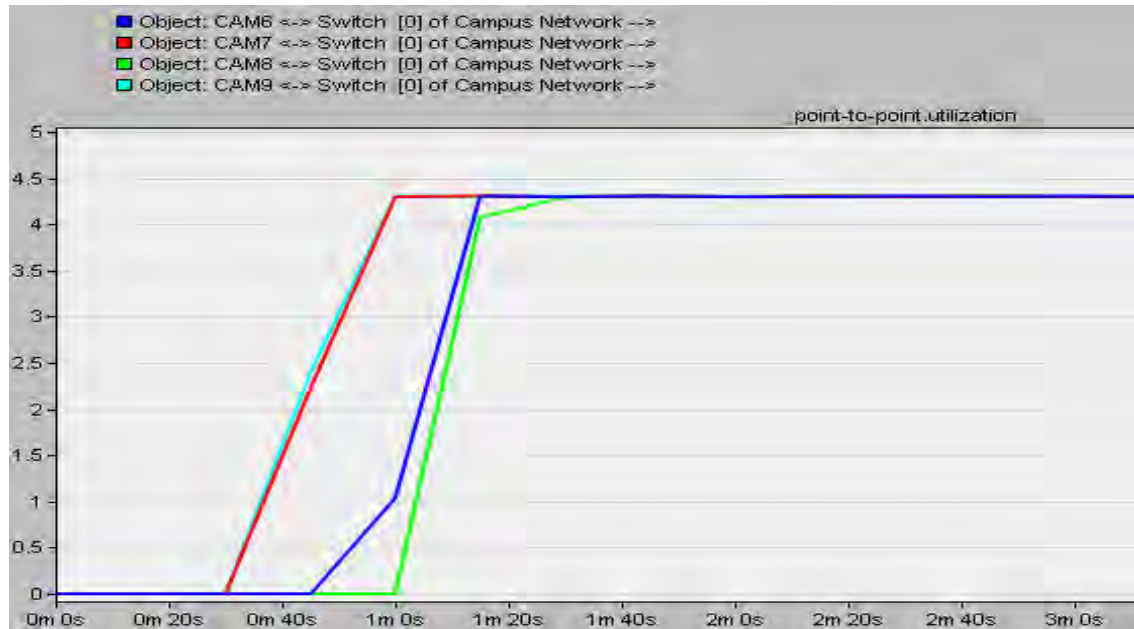


Figura 44. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en baja resolución. Zona de Bodegas.

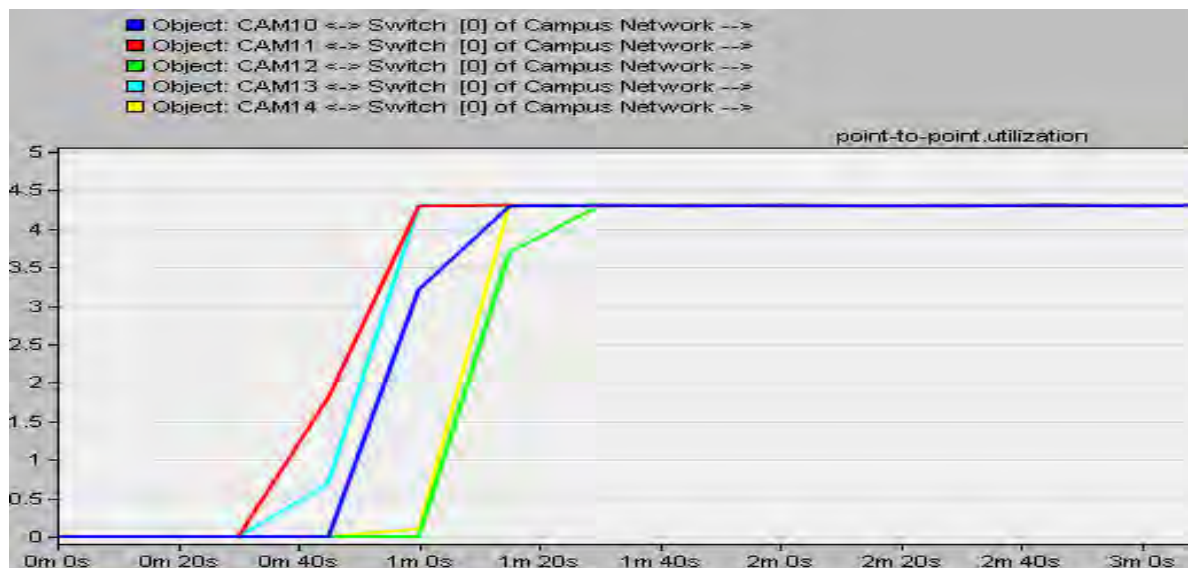


Figura 45. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en baja resolución. Zona de Procesos.

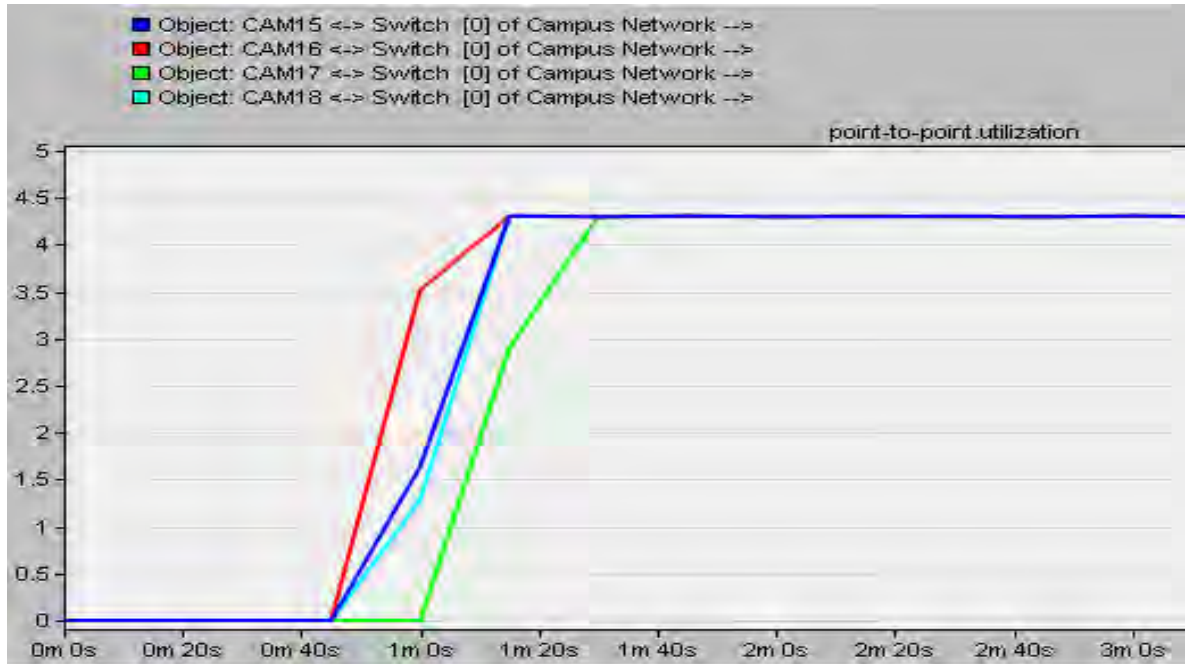
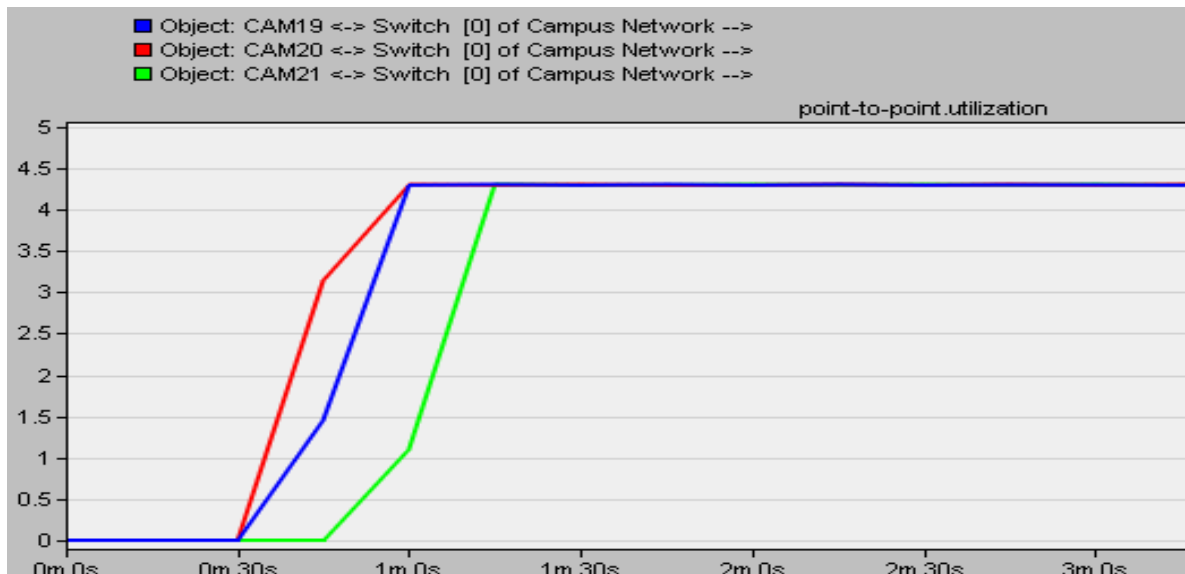


Figura 46. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en baja resolución. Zona de Almacenaje y Despacho.



En las figuras anteriores (desde la figura 42 hasta la figura 46) se muestra el porcentaje de utilización del ancho de banda por enlace en la aplicación de baja resolución. De acuerdo a esto en cada enlace se consume el 4.25% del total del ancho de banda del enlace, osea 4.25 Mbps de un total de 100 Mbps disponibles. A continuación se muestran los resultados de la evaluación de la estadística **utilización** para video de alta resolución.

Figura 47. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en alta resolución. Bodega de Producción 1.

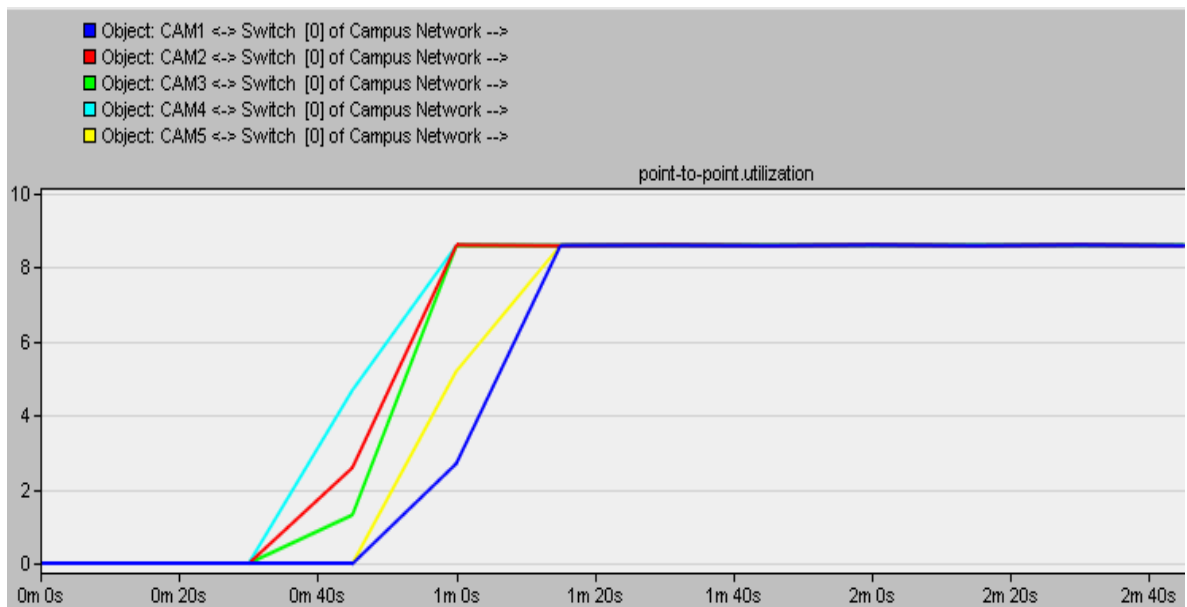


Figura 48. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en alta resolución. Centro Administrativo.

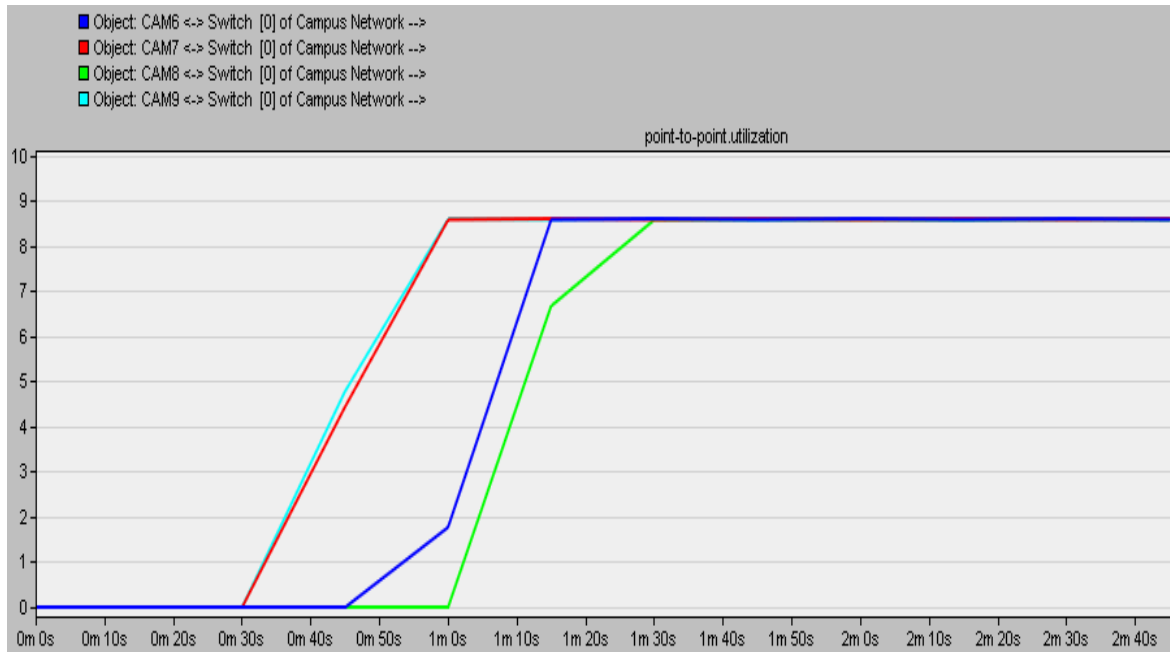


Figura 49. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en alta resolución. Zona de Bodegas.

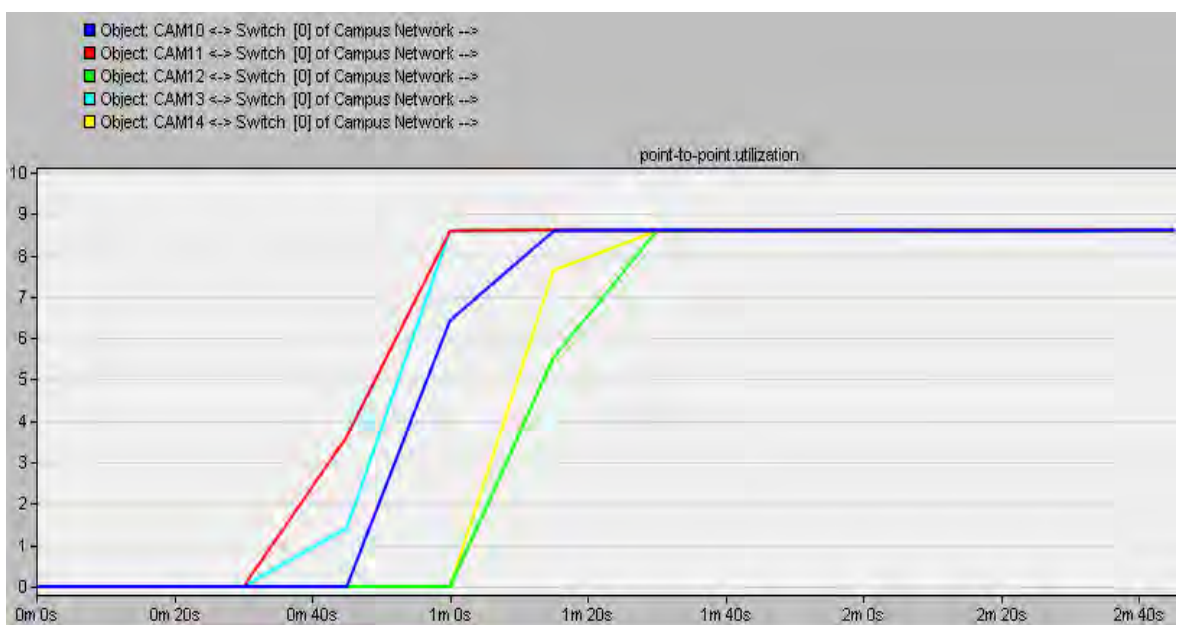


Figura 50. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en alta resolución. Zona de Procesos.

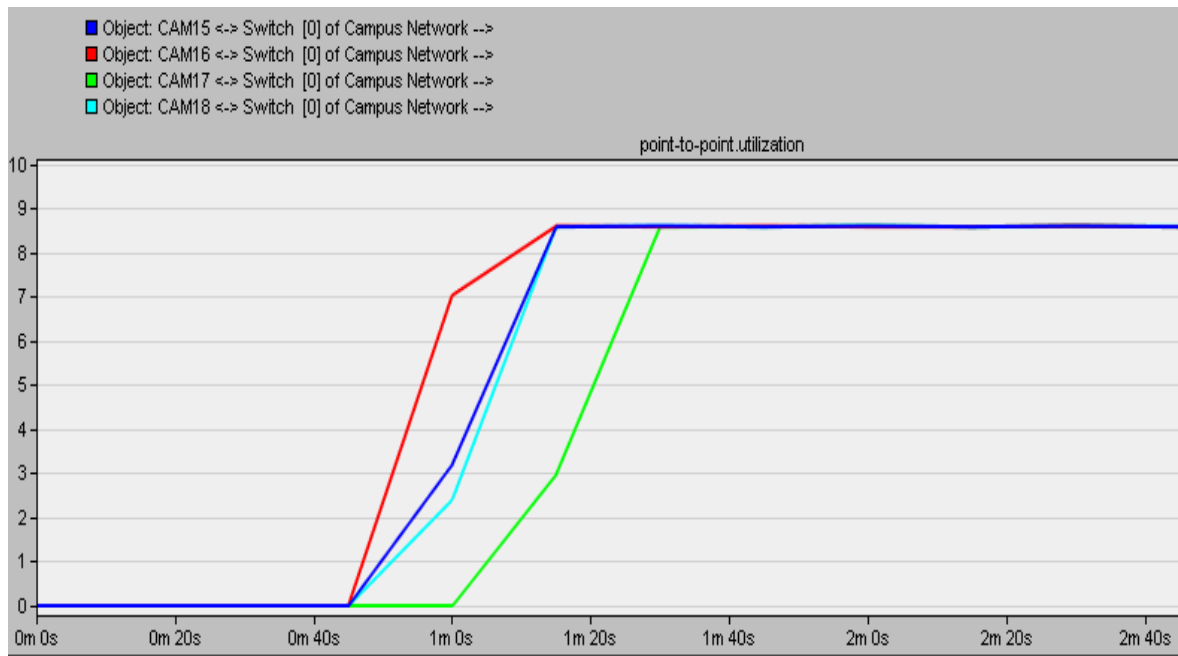
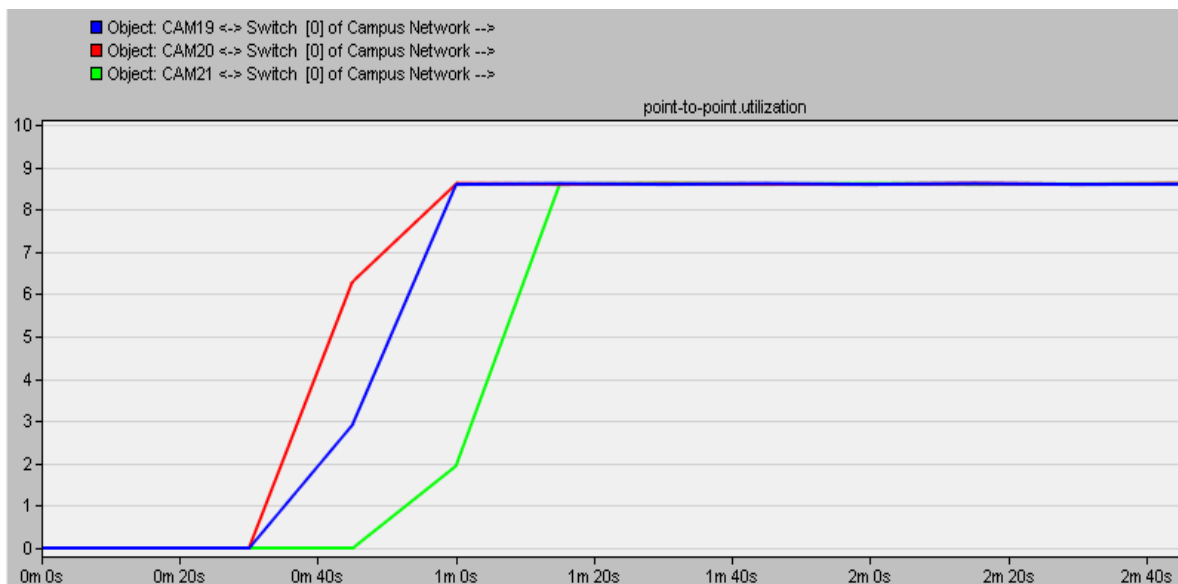


Figura 51. Porcentaje del consumo del ancho de banda por enlace para la aplicación de video en alta resolución. Zona de Almacenaje y Despacho.



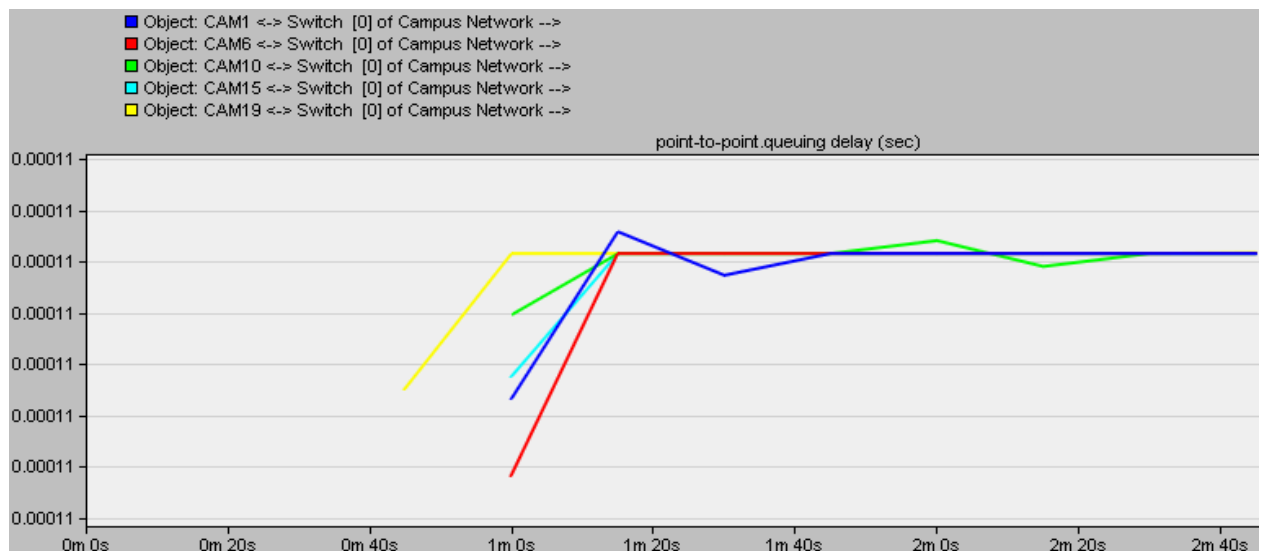
En las figuras anteriores (desde la figura 47 hasta la figura 51) se muestra el porcentaje de utilización del ancho de banda por enlace en la aplicación de alta resolución. De acuerdo a esto en cada enlace se consume el 8.5% del total del ancho de banda del enlace, osea 8.5 Mbps de un total de 100 Mbps disponibles.

Como era de esperarse el consumo en porcentaje es mayor para la aplicación de alta resolución que para baja resolución. Dado que el ancho de banda solo se utiliza para el servicio de videovigilancia, el porcentaje de consumo de ancho de banda es mínimo, lo que facilitaría la escalabilidad de la red, al permitir adicionar en un futuro mayor cantidad de equipos de monitoreo, equipos de monitoreo con mejores prestaciones técnicas que las actuales o una red para uso interno.

Análisis de Queuing Delay. A continuación se muestra el resultado del análisis para Queuing Delay para la aplicación en alta resolución. Se mide solo la aplicación de alta resolución dado que es aquí donde hay mayor cantidad de tráfico y por ende los paquetes durarían mayor tiempo en cola.

La grafica que se muestra a continuación contiene los resultados de un enlace por cada una de las 5 zonas bajo la aplicación de video en alta resolución.

Figura 52. Resultado del parámetro de Queuing Delay para la aplicación de video en alta resolución.

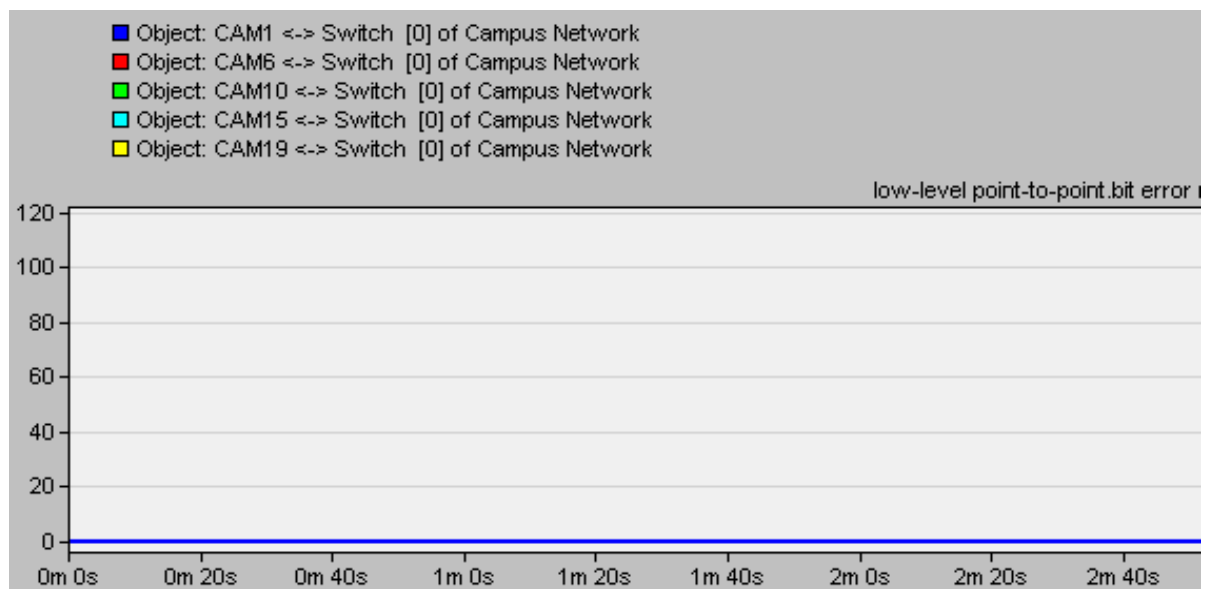


La grafica anterior muestra que el tiempo de encolamiento de los paquetes es de 0.11 milisegundos; lo que traduce en que la red es muy fluida y no se presentan mayor congestión de tráfico, evitando el desecho de paquetes y lentitud de la aplicación. Aunque en la gráfica se observan picos para los resultados de la CAM 1 y la CAM 10, esto representa una variación insignificante, que se puede constatar con la escala, la cual no varía de los 0.11 milisegundos.

Análisis del Bit Error Rate (BER). El análisis del BER se realiza para video de baja y alta resolución, tomando un enlace por cada una de las 5 zonas.

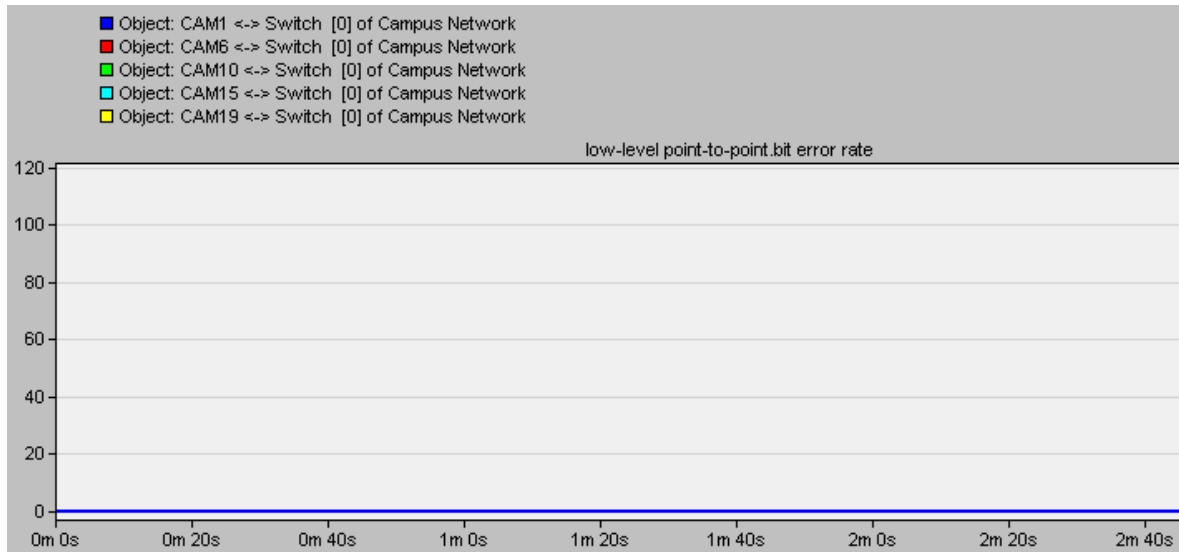
La siguiente imagen muestra el resultado del BER para video de baja resolución.

Figura 53. Resultado del parámetro de BER para la aplicación de video en baja resolución.



La siguiente imagen muestra el resultado del BER para video de alta resolución.

Figura 54. Resultado del parámetro de BER para la aplicación de video en alta resolución.



Como se puede observar en la figura 53 y en la figura 54, el Bit Error Rate es igual a cero, esto indica que durante las transmisiones sobre los enlaces no se han perdido bits y la información enviada por los cámaras de monitoreo (computadores) ha llegado completa hasta el switch.

En el anexo F de este documento, se detallan los parámetros configurados para realizar la simulación en el software Riverbed Modeler Academic Edition.

8 CONCLUSIONES

Por medio del levantamiento de información realizado inicialmente, se detectaron las limitaciones, requerimientos, necesidades y alcances del diseño, información que resultó fundamental para determinar hacia donde debían ser orientados los esfuerzos del análisis que concluyeran con el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Con el desarrollo de este proyecto se apropiaron nuevos conocimientos, entre los que cabe destacar, el entendimiento del alcance de los estándares y normas internacionales de las telecomunicaciones, y las características técnicas que deben ser evaluadas de los medios de transmisión guiados para su selección en entornos de redes para señal de video.

Utilizar un software de simulación como Riverbed Modeler Academic Edition, el cual está orientado al análisis del desempeño de redes, permite validar los cálculos matemáticos desarrollados y analizar el desempeño del sistema bajo diferentes condiciones de tráfico teniendo en cuenta las limitaciones propias del software, entre las cuales cabe destacar no poder configurar parámetros como la capacidad de reenvío (Forwarding Bandwidth) en el switch, limitando el análisis que se puede hacer sobre el desempeño de la red.

Realizar un análisis de costos del diseño, permite determinar la viabilidad económica del proyecto y realizar modificaciones que mejoren el margen de utilidad del mismo. Por ejemplo, dentro del diseño realizado, aunque el medio de transmisión es la fibra óptica, no se utiliza un switch con puertos para fibra óptica dado el elevado costo de estos equipos; como solución se ofrece el uso de conversores de medio, con lo cuales se mantiene la capacidad de transmisión y permiten utilizar un switch con puertos RJ45 que es mucho más económico.

Aunque el alcance del proyecto es la fase del diseño, se apropiaron conocimientos concernientes a la fase de ejecución del mismo, dado que es fundamental tener claro como realmente se ejecuta un proyecto para conocer los puntos fundamentales que se deben considerar en la fase de diseño.

En el trabajo desarrollado, se constató que es fundamental determinar el ancho de banda requerido por el sistema. Conociendo este valor es posible seleccionar el principal elemento activo de la red, el switch, dado que con el valor del ancho de banda se pueden seleccionar las características de la capacidad de transmisión por puerto y capacidad de reenvío (Forwarding Bandwidth) del mismo. De igual

forma conociendo el ancho de banda se puede seleccionar el medio de transmisión que cumpla con este requerimiento.

Aunque en el diseño de redes en fibra óptica hay costos superiores a otros tipos de medio de transmisión, la fibra óptica permite, por su capacidad para transportar grandes anchos de banda, desplegar a mediano y largo plazo señales de video de más alta calidad, abarcando distancias considerablemente altas con respecto a otros medios de transmisión. Salvaguardando, por su propiedades ópticas casi total inmunidad a interferencias electromagnéticas.

BIBLIOGRAFÍA

ARIAS QUINTERO Diana Patricia., AGUDELO ZAPATA, John Fredy, ACEVEDO GONZÁLEZ Edison Arturo. Diseño de un enlace inalámbrico para un sistema de seguridad aplicado a un circuito cerrado de televisión en la unidad residencial laureles campestre. Trabajo de grado Ingenieros Electrónicos. Medellín: Universidad de San Buenaventura. Facultad de Ingeniería.2009. 215p

ARORA, Shikhar; Karan, BHATIA y V, Amit. Storage Optimization of Video Surveillance from CCTV Camera. India [en línea] trabajo de grado Ingeniero Electricista . Santiago de Cali : Universidad Autónoma de Occidente . Facultad de ingeniería. Departamento de energética y mecánica.2006 [consultado 15 de Julio de 2017].Disponible en internet: <http://ezproxy.uao.edu.co:2068/stamp/stamp.jsp?arnumber=7877503>.

AKESSON, Johan. ¿Cómo la tecnología descifra la mente del consumidor? [en línea], iProfesional.com 2014, [consultado 16 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.iprofesional.com/notas/185171-Cmo-la-tecnologa-descifra-la-mente-del-consumidor>.

COLOMBIA. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. SUPERINTENDENCIA DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD PRIVADA. Protocolo de operación de servicios de vigilancia electrónica. [en línea]. Bogotá D.C.: ministerio de defensa nacional [Consultado 16 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.supervigilancia.gov.co/?idcategoria=57430>.

Consideraciones sobre ancho de banda y almacenamiento [en línea]. Axis Communications. [Consultado 06 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.axis.com/global/es/learning/web-articles/technical-guide-to-network-video/bandwidth-considerations>.

¿Cómo funciona la tecnología de reconocimiento facial? [en línea]. Buenos Aires: Welivesecurity en Español, 2015 [consultado 07 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.welivesecurity.com/la-es/2015/08/27/tecnologia-de-reconocimiento-facial/>.

CCTV y Control de Acceso [en línea]. Monterrey: Grupo SARG. [consultado 15 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.gruposarg.com/24-servicios/portfolio/circuito-cerrado-cctv/18-cctv-sistemas-circuito-cerrado.html>.

CORTES, German Alexis. ¿Qué es el ancho de banda? ¿Cómo se calcula...que parámetros necesito?. [en línea] En: Negocios de Seguridad [consultado 10 de Diciembre de 2016]. Disponible en internet: http://www.rnds.com.ar/articulos/068/RNDS_060w.pdf.

DÁVALOS ANDRADE, Daniel Augusto. Investigación y diseño de circuito cerrado de televisión "CCTV" de la red de vigilancia y seguridad para la empresa VCS-CARIBBEAN N.V. Trabajo de grado Ingeniero Electrónico. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingeniera.2006.

DIAZ SANDOVAL, Marcela. El 67% del robo en las empresas lo hacen sus propios empleados [en línea]. En: El Espectador, Bogotá D.C.07, Febrero, 2014. [consultado 15 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.elespectador.com/noticias/economia/el-67-del-robo-empresas-hacen-sus-propios-empleados-articulo-473594>.

FERNÁNDEZ DIAZ, Sandra. ¿Qué significa 3G Y 4G? Definición y diferencias. ValorTop [en línea], valortop Septiembre 2015 [consultado 04 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.valortop.com/blog/3g-4g-definicion-diferencias>.

GARCIA MATA, Francisco. Videovigilancia: CCTV Usando Videos IP [en línea]. España: VERTICE. p. 11 [consultado 17 de Junio de 2016]. Disponible enInternet:https://books.google.com.co/books?id=xb3mzBEyloC&printsec=frontcover&dq=cctv&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjho4j28q_NAhXlqh4KHdUpCZ8Q6AEIPTAB#v=onepage&q=cctv&f=false.

IGLESIAS, Luis. Historia del Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) [en línea]. Coruña: SeguridadDig, 2013 [consultado 04 de Junio de 2016]. Disponible en Internet <http://seguridadig.com/historia-del-circuito-cerrado-de-television-cctv/>.

LOPEZ, Ariel. Ghost Hunting: Investigación Paranormal. [en línea]. Createspace, 2014. p. 104 [consultado 06 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <https://books.google.com.co/books?id=h2WoCgAAQBAJ&pg=PA103&lpg=PA103&dq=utilidades+camaras+de+seguridad&source=bl&ots=4GvuKOYdVs&sig=Ezll1b->.

LUBOBYA, Smart. C; DLODLO, Mqhele. E. y DE JAGER, Gerhard. Performance Evaluation of the Wireless Tree Wi-Fi Video Surveillance System [en línea], .semanticscholar 2014 [consultado 15 de Julio de 2017]. Disponible en internet: <https://pdfs.semanticscholar.org/d02c/3e5b677a658502b52f988b434a20b859bcd9.pdf>.

Medellín adopta el sistema de videovigilancia Axis [en línea]. Axis Communications [consultado 10 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: http://www.axis.com/files/success_stories/ss_cit_esu_medellin_50404_es_1302_lo.pdf.

MISFUD, Elvira. Sistemas físicos y biométricos de seguridad [en línea].Madrid: Gobierno de España Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2012 [consultado 07 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/1045-sistemas-fisicos-y-biometricos-de-seguridad>.

Principios básicos de CCTV [en línea]. Bogotá D.C: Linux Electrónica Y Telecomunicaciones S.A.S. p. 13 [consultado 31 de Mayo de 2016]. Disponible en Internet:http://www.grupolinuxcolombia.com.co/uploads/8/4/3/8/8438227/principios_basicos_de_cctv__1.pdf.

Proceso unificado de desarrollo [en línea]. EcuRed [consultado 01 de Julio de 2017].Disponible en internet: https://www.ecured.cu/Proceso_unificado_de_desarrollo.

Principios básicos de CCTV [en línea]. Bogotá D.C: Linux Electrónica Y Telecomunicaciones S.A.S. p. 13 [consultado 31 de Mayo de 2016]. Disponible en Internet:http://www.grupolinuxcolombia.com.co/uploads/8/4/3/8/8438227/principios_basicos_de_cctv__1.pdf.

¿Qué es RUP? [en línea]. Metodología RUP, 2012. [consultado 01 de Julio de 2017]. Disponible en internet: <http://rupequipo1.blogspot.com.co/2012/12/que-es-rup.html>.

Rational Unified Process Best Practices for Software Development Teams [en línea] ibm [consultado 31 de Mayo de 2016]. Disponible en Internet: https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251_bestpractices_TP026B.pdf.

ROUSE, Margaret. ¿Qué es Biometría? TechTarget [en línea], searchdatacenter 2008 [consultado 07 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Biometria>.

SOSIO, Nicolás. ¿Qué es un DVR y para que se usa con cámaras de seguridad y vigilancia? [en línea]. Buenos Aires: SeguridadSOS, 2014 [consultado 05 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.seguridadsos.com.ar/dvr/>.

----- . ¿Qué es un NVR y para que se usa con cámaras de seguridad y vigilancia? [en línea]. Buenos Aires: SeguridadSOS, 2014 [consultado 06 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.seguridadsos.com.ar/nvr/>.

STALLINGS, Williams. Comunicación y redes de computadores. Sexta edición, Prentice Hall, 2000. 775 p.

TANENBAUM, Andrew y WETHERALL, D. Redes de computadoras. Quinta edición, Pearson, 2012. 741 p.

TORRES, Álvaro y SANCHEZ, R. Telecomunicaciones y Telemática: De las señales de humo a las redes de información y a las actividades por Internet .Tercera edición. Bogotá D.C: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2007. 413 p.

TOMASI, Wayne. Sistemas de comunicaciones electrónicas. Cuarta edición. Prentice Hall, 2003. 935 p.

TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION. Commercial Building Telecommunications Cabling Standard. ANSI/TIA/EIA 568 C.1. 2009. 36 p.

Tipos de cámaras de seguridad más populares [en línea]. México: Cámaras de Seguridad Mexico.2013 [consultado 01 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <http://camara-seguridad.com.mx/blog/consejos/140-tipos-de-camaras-de-seguridad-mas-populares>.

Tipos de cámaras [en línea]. Sevilla: Videovigilancia.com. [consultado 31 de Mayo de 2016]. Disponible en Internet: <http://www.videovigilancia.com/tiposcamaras.htm>.

VÁZQUEZ, Lisset. Ventajas y consideraciones a tener en cuenta en el uso de sistemas CCTV. alartec [en línea], seguridadig.Abril 2013 [consultado 31 de Mayo de 2016]. Disponible en Internet: <http://seguridadig.com/historia-del-circuito-cerrado-de-television-cctv/>.

VILLEGAS, Jaime. Conceptos básicos en comunicaciones de video en red [en línea]. Medellín: Tecnoseguro, Abril 2013 [consultado 05 de Junio de 2016]. Disponible en Internet: <https://www.tecnoseguro.com/tutoriales/video-ip/conceptos-basicos-en-comunicaciones-de-video-en-red.html>.

6 usos alternativos de sistemas de videovigilancia [en línea]. Málaga: Imatri Sistemas, 2015 [consultado 06 de Junio de 2016]. Disponible en Internet:<http://www.imatri-sistemas.com/blog/entry/6-usos-alternativos-en-camaras-de-videovigilancia>.

ANEXOS

En esta sección del documento se expondrá información complementaria del proyecto.

ANEXO A. DESCRIPCIÓN DE ALGUNOS DE LOS ELEMENTOS DEL DISEÑO FÍSICO

A continuación se muestran imágenes y se precisa información acerca de algunos de los elementos que hacen parte del diseño físico del sistema de videovigilancia.

Caja de paso plástica: Este elemento permite guardar en su interior cableado o elementos pertenecientes a la red (convertidores de medio).

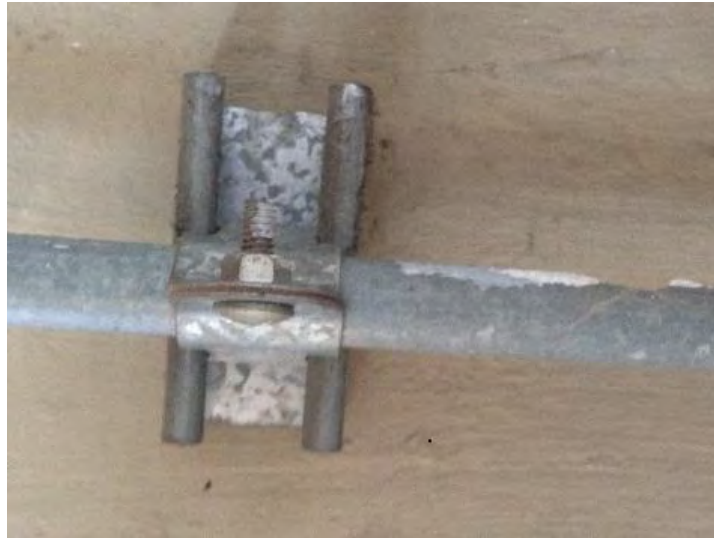
Figura 55. Caja de acceso plástica CCTV.



Fuente: Caja de paso 10x10x8 plástica [en línea]. [Consultado 01 de Julio de 2017]. Disponible en internet: <http://www.economizadores.net/caja-de-paso-10x10x8-plastica.html>.

Riel Tecna con abrazadera doble: Este elemento sirve para la instalación de tubería y se compone de un de un riel Tecna y una abrazadera doble.

Figura 56. Riel Tecna con abrazadera doble.



Caja LIU: Caja plástica que resguarda las fusiones de cableado de fibra óptica.

Figura 57. Caja LIU.



Fuente: ODF Y Cajas LIU [en línea]. [Consultado 01 de Julio de 2017]. Disponible en internet: <http://www.globaltech-solutions.net/gts/component/virtuemart/fibra-optica-y-accesorios/odf-cajas-liu?Itemid=0>.

Pigtail de Fibra Óptica: Un Pigtail de fibra óptica es un tramo de cable de fibra óptica con un conector de fibra óptica en solo uno de sus extremos.

Figura 58. Pigtail de Fibra Óptica.



Fuente: Pigtails [en línea]. [Consultado 01 de Julio de 2017]. Disponible en internet: <http://www.nexus.com.pe/productos/pigtails/>

Conversor de medio de fibra óptica a cable UTP. Dispositivo electrónico que permite pasar de transmitir de fibra óptica a cable UTP.

Figura 59. Conversor de medio de fibra óptica a cable UTP.



Fuente: Conversor de medio de temperatura industrial conversor de Ethernet a fibra. [en línea]. [Consultado 01 de Julio de 2017]. Disponible en internet: <https://www.perlesystems.es/products/industrial-temperature-media-converters.shtml>.

ANEXO B. DIRECCIONAMIENTO IP

En este proyecto se presenta la necesidad de direccionar de forma estática 21 equipos, los cuales tendrán direcciones clase C bajo el protocolo IP versión 4. Se selecciona una dirección clase C al ser una red pequeña.

La dirección clase C tendrá los siguientes octetos de red **192.168.1.0** con mascara **255.255.255.0**, con dirección de Gateway **192.168.1.1**.

Tabla 28. Direccionamiento del diseño del sistema de videovigilancia.

RED	Primera dirección IP utilizable	Ultima dirección IP utilizable
Bodega de Producción 1.	192.168.1.1	192.168.1.14
192.168.1.0		
Centro Administrativo.	192.168.1.17	192.168.1.30
192.168.1.16		
Zona de Bodegas.	192.168.1.33	192.168.1.46
192.168.1.32		
Zona de Producción	192.168.1.49	192.168.1.62
192.168.1.48		
Zona de Almacenaje y Despacho.	192.168.1.65	192.168.1.78
192.168.1.64		

En la tabla 28 se detalla el rango de direcciones IP adjudicadas por zona.

ANEXO C. CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE ACTIVIDAD Y DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO REQUERIDA POR EL SISTEMA

El porcentaje de actividad es un factor concluyente a la hora de determinar tanto la capacidad de transmisión requerida como la capacidad de almacenamiento requerida por un sistema de videovigilancia y se define como: “La cantidad real de imágenes que efectivamente quiero transmitir para ver o almacenar. En este caso, me refiero a que obviamente si no hay cambios de imagen en la escena, realmente no tengo para que transmitir otro cuadro con la misma imagen, puedo ahorrármelo, tanto para visualizar como para grabar. Entonces lograr saber cuál es el porcentaje de actividad de una escena es un factor primordial a tener en cuenta”.⁶⁵

El método para determinar el porcentaje de actividad, requiere de desplazarse hasta las instalaciones del proyecto, definir un tiempo de muestreo (para este caso se determinó que fueran 300 segundos), utilizar un cronómetro y un reloj.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, el valor del porcentaje de actividad se determina de la siguiente manera:

- Una persona debe ubicarse en alguno de los sitios de las instalaciones del proyecto donde se instalarán las cámaras de monitoreo, en este caso, se seleccionó la entrada (debido a que en este lugar se concentra el mayor tráfico de personas y vehículos, por ende es el sitio donde se genera mayor cantidad de flujo de datos hacia la red).
- Luego la persona debe mirar hacia la zona que debe monitorear la cámara, extender sus brazos hacia el frente y separarlos para formar un ángulo, lo que simula el campo de visión de la cámara.
- El conteo del cronómetro se inicia cada vez que personas y/o vehículos transiten dentro del campo de visión formado por los brazos, y se detiene una vez estos se encuentren fuera de éste campo.
- Este ejercicio se realiza durante el tiempo que se definió como tiempo de muestreo; al final del tiempo de muestro el cronómetro debe pararse para ver el tiempo total cronometrado o tiempo de actividad.

⁶⁵ CORTES, German Alexis. ¿Qué es el ancho de banda? ¿Cómo se calcula...que parámetros necesito?. [en línea] [consultado 10 de Diciembre de 2016]. Disponible en internet: http://www.rnds.com.ar/articulos/068/RNDS_060w.pdf

El tiempo de muestreo para la recolección de datos fue de 300 segundos, el tiempo cronometrado o tiempo de actividad al final de los 300 segundos fue de 180 segundos. Considerando que 300 segundos equivale al 100% de la muestra, entonces los 180 segundos de actividad equivalen al 60%. Esto lo podemos comprobar realizando la siguiente operación:

$$\begin{aligned} 300 \text{ segundos} &= 100 \% \\ 180 \text{ segundos} &= X \\ (180 \text{ s} \times 100 \%) / 300 \text{ s} &= 60 \% \\ \text{Porcentaje de actividad} &= 60 \% \end{aligned}$$

Cálculo de la capacidad de almacenamiento (CA) requerida por el sistema por día, utilizando un porcentaje de actividad del 60 %. A continuación se calcula la capacidad de almacenamiento (CA) requerida por el sistema con un porcentaje de actividad del 60 %. Para realizar este cálculo se expresa la capacidad de transmisión determinada en el capítulo 8.4.4, que fue de 0,625 MB/s.

$$CA = \left[21 \text{ Cámaras de monitoreo} * \frac{0,625 \frac{\text{MB}}{\text{s}}}{1 \text{ Cámara de monitoreo}} \right] * \frac{3600 \text{ Segundos}}{1 \text{ Hora}} * \frac{24 \text{ Horas}}{1 \text{ Día}}$$

$$CA = \left[13,25 \frac{\text{MB}}{\text{s}} \right] * \frac{3600 \text{ Segundos}}{1 \text{ Hora}} * \frac{24 \text{ Horas}}{1 \text{ Día}}$$

$$CA = \left[47700 \frac{\text{MB}}{1 \text{ Hora}} \right] * \frac{24 \text{ Horas}}{1 \text{ Día}}$$

$$CA = \left[1'144.800 \frac{\text{MB}}{\text{Día}} \right] * \frac{1 \text{ TB}}{1'000.000 \text{ MB}} = \frac{1,144 \text{ TB}}{1 \text{ Día}}$$

Para mantener un sistema con un porcentaje de actividad cercano al calculado anteriormente, 60 %, es necesario configurar las cámaras de monitoreo para la grabación por detección de eventos, de tal modo las cámaras de monitoreo solo enviaran información cuando detecten movimiento.

El sistema se diseña para almacenar información durante 15 días y luego borrarla para almacenar la información de los siguientes 15 días. Para que el sistema funcione de esta forma, se requiere una capacidad total de almacenamiento aproximada de 18 TB de acuerdo al siguiente cálculo.

$$\frac{1,144 \text{ TB}}{1 \text{ Día}} * 15 \text{ días} = 17,16 \text{ TB} \approx 18 \text{ TB}$$

Cálculo de la capacidad de almacenamiento (CA) requerida por el sistema por día, utilizando un porcentaje de actividad del 100%. Empleando un valor del tamaño promedio de cada imagen de 30 KB, una velocidad de imágenes a 30 FPS y un porcentaje de actividad del 100% (valor que equivale a ubicar la cámara de monitoreo en un sitio donde el tránsito de personas y/o vehículos es constante a lo largo de todo el día, como por ejemplo una autopista), la capacidad de transmisión es igual a 8.35 Mbps o 1 MB/s. Con este valor se determina la capacidad de almacenamiento requerida.

$$CA = \left[21 \text{ Camaras de monitoreo} * \frac{1 \frac{\text{MB}}{\text{s}}}{1 \text{ Camara de monitoreo}} \right] * \frac{3600 \text{ Segundos}}{1 \text{ Hora}} * \frac{24 \text{ Horas}}{1 \text{ Dia}}$$

$$CA = \left[21 \frac{\text{MB}}{\text{s}} \right] * \frac{3600 \text{ Segundos}}{1 \text{ Hora}} * \frac{24 \text{ Horas}}{1 \text{ Dia}}$$

$$CA = \left[75600 \frac{\text{MB}}{1 \text{ Hora}} \right] * \frac{24 \text{ Horas}}{1 \text{ Dia}}$$

$$CA = \left[1'814.400 \frac{\text{MB}}{\text{Dia}} \right] * \frac{1 \text{ TB}}{1'000.000 \text{ MB}} = \frac{1,814 \text{ TB}}{1 \text{ Dia}}$$

Configurando el sistema para almacenar 15 días de información y luego borrarla para almacenar la información de los siguientes 15 días, se requieren entonces 28 TB de almacenamiento de acuerdo al siguiente cálculo.

$$\frac{1,814 \text{ TB}}{1 \text{ Dia}} * 15 \text{ dias} = 27,2 \text{ TB} \approx 28 \text{ TB}$$

Al suponer una actividad del 100%, tanto la capacidad de transmisión requerida como la capacidad de almacenamiento requerida, son superiores a los valores obtenidos con un porcentaje de actividad del 60%. Realizando un análisis criterioso como en este caso, es posible reducir costos al no sobredimensionar los requerimientos.

ANEXO D. CATEGORÍAS DE CABLE UTP Y TIPOS DE FIBRA ÓPTICA AVALADOS POR EL ESTÁNDAR ANSI/TIA/EIA 568 C.

Tabla número 5. La tabla número 5 del documento la cual se divide en tres columnas, contiene información tomada de dos fuentes.

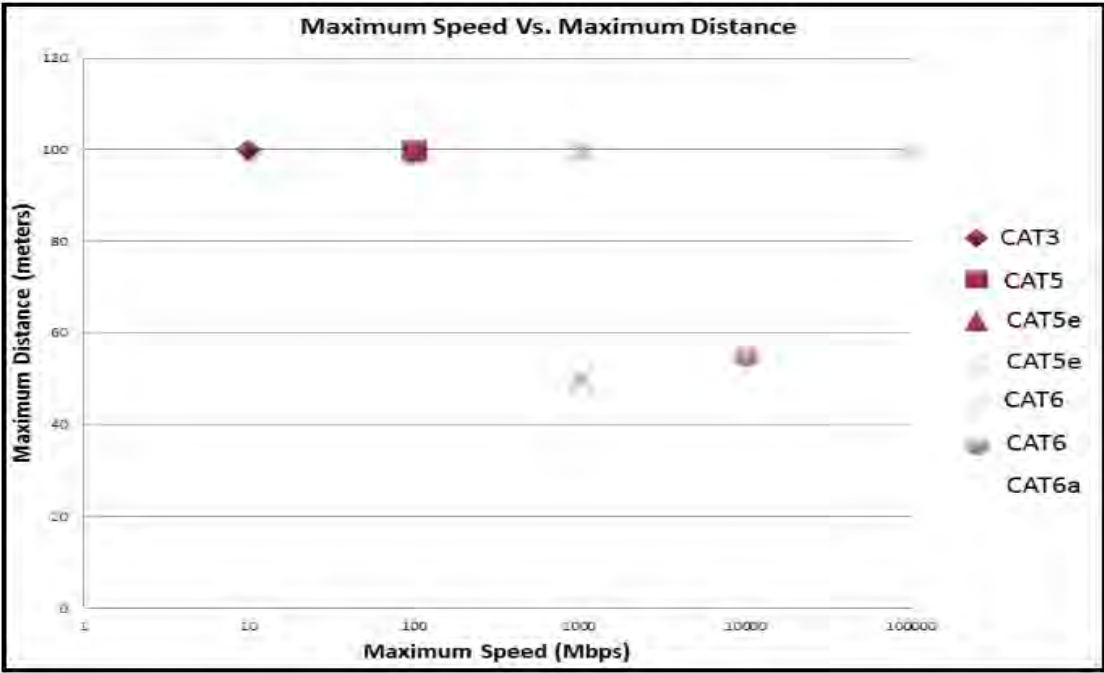
En la columna que respecta a las categorías de cable UTP, la información fue tomada del estándar ANSI/TIA/EIA 568 en su versión C.1 (Commercial Building Telecommunications Cabling Standard), donde se avala el cable UTP en las categorías 3,5e, 6 y 6a para ser utilizado como columna vertebral en las redes de telecomunicaciones. Estos tipos de cable UTP de acuerdo al estándar pueden realizar la función de columna vertebral individualmente o de forma combinada con otro de los medios de transmisión también reconocido. Ver página 13 de la versión C.1 del estándar ANSI/TIA/EIA 568. Ver figura 60.

Figura 60. Información del estándar ANSI/TIA/EIA 568 C.1, sobre los cables reconocidos para ser usados como columna vertebral de una red.

7.4 Recognized cabling This Standard specifies transmission media, which shall be used individually or in combination in the backbone cabling. The recognized media are: a) 100-ohm twisted-pair cabling: category 3, category 5e, category 6 or category 6A (ANSI/TIA/EIA-568-B.2) b) multimode optical fiber cabling: 850nm laser-optimized 50/125 μm is recommended; 62.5/125 μm and 50/125 μm (ANSI/TIA-568-C.3) c) single-mode optical fiber cabling (ANSI/TIA-568-C.3) Each recognized medium has individual characteristics that make it useful in a variety of situations. One medium may not satisfy all end user requirements. It is then necessary to use more than one medium in the backbone cabling.
--

La información suministrada en las columnas que hacen referencia a la capacidad de transmisión y a la distancia de transmisión fue tomada de la siguiente fuente.

Figura 61. Capacidad de transmisión y distancia de transmisión de diferentes categorías de cable UTP.



Fuente: Custom cable. Cat 3 vs Cat 5 vs Cat 6 [en línea]. [Consultado 01 de Marzo de 2017]. Disponible en internet: <https://customcable.ca/cat5-vs-cat6/>.

Tabla número 6. La tabla número 6 del documento la cual se divide en tres columnas, contiene información tomada de dos fuentes.

En la columna que respecta a los tipos de fibra óptica, la información fue tomada del estándar ANSI/TIA/EIA 568 en su versión C.1 (Commercial Building Telecommunications Cabling Standard), donde se avala la fibra óptica en los tipos multimodo 50/125 OM2, OM3 y OM4, y en el tipo monomodo OS1, para ser utilizada como columna vertebral en las redes de telecomunicaciones. Estos tipos de fibra óptica de acuerdo al estándar pueden realizar la función de columna vertebral individualmente o de forma combinada con otro de los medios de transmisión también reconocido. Ver página 13 de la versión C.1 del estándar ANSI/TIA/EIA 568.

La información suministrada en las columnas que hacen referencia a la capacidad de transmisión y a la distancia de transmisión fue tomada de la siguiente tabla.

Tabla 29. Capacidad de transmisión y distancia de transmisión para diversos tipos de fibra óptica.

	62.5/125 OM1	50/125 OM2	50/125 OM3	50/125 OM4	9/125 OS1
f/λ	200 MHz	500 MHz 850 nm	1500 MHz 850 nm	3500 MHz 850 nm	1310 nm
100 M	2 km	2 km	2 km	2 km	100 km
1 G	275 m	550 m	800 m	1100 m	100 km
10 G	33 m	82 m	300 m	550 m	40 km
40 G/100 G	N/A	N/A	100 m	150 m	40 km

Fuente: Lanpro.com. Como seleccionar el tipo apropiado de fibra óptica [en línea]. [Consultado 01 de Marzo de 2017]. Disponible en internet: http://www.lanpro.com/techtips/documents/sp/M7200010_TT_SPB01W.pdf.

ANEXO E. ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DESARROLLANDO EL PROYECTO EN CABLE UTP.

Para realizar el análisis comparativo de costos es necesario tener en cuenta que los ítems 3 y 4 de la tabla de costos implícitos en el diseño a realizar, capítulo 7.2.9, son independientes del medio de transmisión, por lo tanto se mantienen iguales.

Comparación de costos del proyecto implementando cable UTP en vez de fibra óptica. Para realizar el sistema de videovigilancia sobre cable UTP hay que sobrepasar la limitante de distancia de transmisión que tiene este medio, para esto es necesario utilizar elementos conocidos como extensores de red, por medio de los cuales se potencia la distancia de transmisión, cuando la distancia entre los puntos a conectar es superior a 100 metros.

Tabla 30. Costos implícitos en el diseño del sistema de videovigilancia utilizando cable UTP categoría 6.

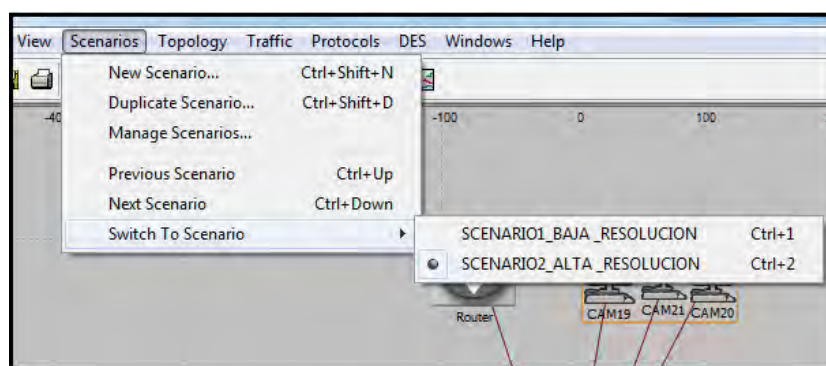
COSTOS MANO DE OBRA Y EQUIPOS SISTEMA DE SEGURIDAD					
ITEM	ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	EQUIPOS DE RED.				
A	SWITCHE CAPA 2 10/100/1000 48 PUERTOS ADMINISTRABLE	UND	1	\$ 2.975.000,00	\$ 2.975.000,00
B	GABINETE DE PARED 50X60X50	UND	1	\$ 333.200,00	\$ 333.200,00
C	CAMARAS DE MONITOREO IR VARIFOCAL TIPO BALA	UND	21	\$ 452.200,00	\$ 9.496.200,00
D	CAJA DE ACCESO CCTV	UND	21	\$ 4.000,00	\$ 84.000,00
2	MEDIOS DE TRANSMISION Y ACCESORIOS DE INSTALACION.				
A	CABLE UTP CATEGORIA 6 CERTIFICADO	UND	2997	\$ 1.000,00	\$ 2.997.000,00
B	PATCH CORD CABLE UTP CATEGORIA 6 1 METRO	UND	23	\$ 14.280,00	\$ 328.440,00
C	MODULO EXTENSOR DE RED ETHERNET 10/100/1000	UND	16	\$ 1.625.000,00	\$ 26.000.000,00
D	NVR 32 CANALES	UND	1	\$ 3.222.000,00	\$ 3.222.000,00
E	DISCO DURO 6 TB	UND	3	\$ 799.000,00	\$ 2.397.000,00
F	MANO DE OBRA CUADRILLA PARA CONFIGURACION DE EQUIPOS DE RED Y DE MONITOREO	HORA	160	\$ 53.550,00	\$ 8.568.000,00
3	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC.				\$ 11.477.109,07
4	SUMINISTRO E INTALACION TUBERIA METLICA.				\$ 29.666.920,00
COSTO TOTAL					\$ 97.544.869,00

Como se observa en la tabla 30, el costo del proyecto aumenta a \$ 97.544.869 pesos al utilizar cable UTP como medio de transmisión. Esto genera una diferencia económica de \$ 14.451.154 pesos en comparación con el diseño en fibra óptica, dando como resultado que el proyecto sea menos rentable económicamente. La diferencia económica radica principalmente en el costo de los extensores Ethernet, los cuales como se puede observar en la tabla tienen un precio elevado y de acuerdo al diseño se requerirían 16 de estos.

ANEXO F. CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RIVERBED MODELER ACADEMIC EDITION PARA LA SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA.

Generalidades. Dado que el software permite la creación de múltiples escenarios para evaluar el desempeño de las redes bajo distintas configuraciones de las aplicaciones, se crean dos escenarios y se evalúa el desempeño del sistema por medio de la aplicación de **Video Conferencing**, configurando sus parámetros para obtener características de alta y baja resolución de video.

Figura 62. Escenarios creados para comparar el desempeño de la red.



Configuración del perfil de aplicación y del perfil de usuario. Dentro del software Riverbed Modeler, el perfil de aplicación define las características de la aplicación o de las aplicaciones sobre las cuales se analizara el desempeño de la red, y el perfil de usuario define la forma como el usuario emplea las aplicaciones.

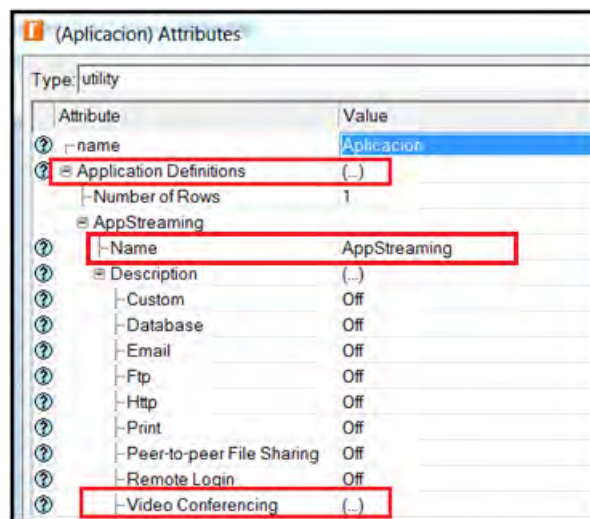
El perfil de aplicación se configura por medio del objeto **Application Definition**, mientras que el perfil de usuario se configura por medio del objeto **Profile Definition**. En la figura 63 se muestra la representación de ambos objetos dentro del software.

Figura 63. Objetos Application Definition y Profile Definition.



Objeto Application Definition. Desde este objeto, accediendo a su edición de atributos, se selecciona la aplicación que soportara la red, en este caso **Video Conferencing** y se realizan las configuraciones de la misma.

Figura 64. Selección de la aplicación de Video Conferencing por medio del objeto Application Definition.



Como se observa en la figura 64, a la aplicación a utilizar se le asigna un valor **AppStreaming** en el atributo **Name**, este valor también se asigna en el atributo **Applications** del objeto **Profile Definition**, para enlazar el objeto **Profile Definition** con el objeto **Application Definition**.

Configuración de la aplicación Video Conferencing para alta y baja resolución. Para configurar la alta resolución y baja resolución de video, se editan los siguientes atributos de la aplicación de **Video Conferencing**.

- **Frame Interarrival Time Information** (define el tiempo en segundos entre cuadros de video).
- **Frame Size Information (bytes)** (define el tamaño en bytes de un solo cuadro de video).

Configuración de atributos para baja resolución de video. El valor de 128 x 120 pixeles es el valor del atributo **Frame Size Information** que asigna el software para video de baja resolución. Ver figura 65.

Figura 65. Valor del atributo Frame Size Information asignado para video de baja resolución.

Attribute	Value
Frame Interarrival Time Information (...)	
Frame Size Information (bytes)	128X120 pixels
Symbolic Destination Name	Video Destination
Type of Service	Best Effort (0)
RSVP Parameters	None
Traffic Mix (%)	All Discrete

Para la configuración del atributo **Frame Interarrival Time Information**, se asigna un valor de **None** al tributo **Incoming Stream Interarrival Time (Seconds)** con lo cual se le da carácter de unidireccionalidad al tráfico. El valor del atributo **Outgoing Stream Interarrival Time (Seconds)** se establece por defecto al seleccionar video de baja resolución. Ver figura 66.

Figura 66. Valores asignados al atributo Frame Interarrival Time Information para video de baja resolución.

(Frame Interarrival Time Information) Table	
Attribute	Value
Incoming Stream Interarrival Time (seconds)	None
Outgoing Stream Interarrival Time (seconds)	constant (0.0333)

Configuración de atributos para alta resolución de video. El valor de 128 x 240 pixeles es el valor del atributo **Frame Size Information** que asigna el software para video de alta resolución. Ver figura 67.

Figura 67. Valor del atributo Frame Size Information asignado para video de alta resolución.

Attribute	Value
Frame Interarrival Time Information (...)	
Frame Size Information (bytes)	128X240 pixels
Symbolic Destination Name	Video Destination
Type of Service	Best Effort (0)
RSVP Parameters	None
Traffic Mix (%)	All Discrete

Al igual que en la configuración para video de baja resolución, se asigna un valor de **None** al tributo **Incoming Stream Interarrival Time (Seconds)** y el valor del atributo **Outgoing Stream Interarrival Time (Seconds)** queda establecido por defecto al seleccionar video de alta resolución. Ver figura 68.

Figura 68. Valores asignados al atributo Frame Interarrival Time Information para video de alta resolución.

(Frame Interarrival Time Information) Table	
Attribute	Value
Incoming Stream Interarrival Time (seconds)	None
Outgoing Stream Interarrival Time (seconds)	constant (0.0333)

Objeto Profile Definition. Accediendo a la edición de atributos de este objeto, se selecciona la aplicación que utilizara el usuario, en este caso **Video Conferencing (AppStreaming)**.

El atributo **Profile Configuration**, ubicado en dentro de los atributos editables del objeto **Profile Definition**; permite configurar tanto las características del trafico como las características de la sesión del usuario, para que el comportamiento de la red dentro del simulador sea lo más parecida la red que se desea analizar.

Los atributos que permite configurar el software con respecto a la sesión del usuario, se pueden apreciar en la figura 69.

Figura 69. Atributos para configurar la sesión del usuario.

Attribute	Value
name	Perfil
Profile Configuration	(...)
Number of Rows	1
Perfil	
Profile Name	Perfil
Applications	(...)
Operation Mode	Simultaneous
Start Time (seconds)	uniform (45, 80)
Duration (seconds)	End of Simulation
Repeatability	Once at Start Time

A continuación se detallan los atributos de la sesión del usuario que el software permite configurar.

Repetiability: Cuantas veces el usuario utiliza el equipo durante el tiempo que dura la simulación. El valor establecido **End of Simulation** indica que una vez durante la simulación.

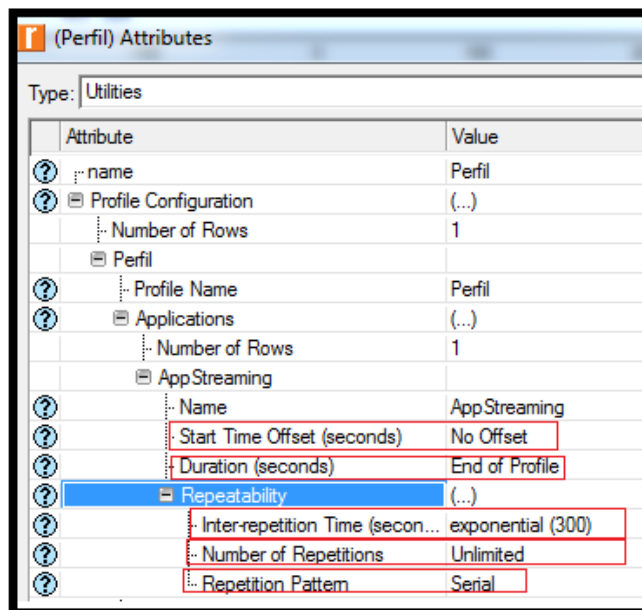
Start time (seconds): el valor que se asigna al atributo corresponde a una función de distribución de probabilidad **uniforme**, con un valor **mínimo de 45 segundos y un valor máximo de 80 segundos**. Asignando este valor el tráfico iniciaría entre los 45 y 80 segundos, y se distribuiría de forma uniforme.

Operation mode: parámetro que administra el orden de ejecución de múltiples aplicaciones cuando las hay. Para la simulación se deja el valor asignado por defecto que corresponde a **Simultaneous**.

Duration (seconds): define el tiempo máximo que está activo el perfil del usuario. El valor asignado **End of Simulation**, estipula que el perfil del usuario se mantendrá hasta finalizar el tiempo de simulación.

Los atributos que permite configurar el software con respecto a la sesión de la aplicación, se pueden apreciar en la figura 70.

Figura 70. Atributos para configurar la sesión de la aplicación.



A continuación se detallan los atributos de la sesión de la aplicación que el software permite configurar.

Start Time Offset: tiempo muerto entre el inicio del perfil del usuario y el inicio de la aplicación. El atributo recibe un valor de **No Offset**, de esta forma inicia simultáneamente con el perfil del usuario.

Duration: tiempo que dura la sesión de la aplicación. Al atributo se asigna un valor de **End of Profile**, para que la aplicación se mantenga hasta concluir la simulación.

Number of Repetitions: define el número de sesiones de la aplicación que se crean durante el tiempo de la simulación. El valor asignado **Unlimited**, permite que se creen indefinidas sesiones hasta el final de la simulación.

Inter-repetition Time: define el tiempo entre sesiones de aplicación. La función de distribución de probabilidad **exponencial (300)** asignada como valor, establece tiempos cortos entre sesiones.

Repetition Pattern: Define cuando inicia la próxima sesión de la aplicación. A este atributo se le asigna un valor **Serial**, para que las sesiones inicien una después de la otra.

Configuración de los Enlaces. Dado que el medio de transmisión seleccionado fue la fibra óptica, en la simulación se utiliza un enlace tipo **100BaseT_adv**; este tipo de enlace permite configurar el atributo **Propagation Speed** con un valor de **Speed of Light (in glass)**, para que los enlaces tomen las características de la fibra óptica. Ver figura 71.

Figura 71. Configuración del medio de transmisión.

Attribute	Value
name	CAM20 <-> Switch
model	100BaseT_adv
transmitter a	CAM20.hub_tx_0_0
receiver a	CAM20.hub_rx_0_0
transmitter b	Switch.eth_port_tx_22
receiver b	Switch.eth_port_rx_22
Propagation Speed	Speed of Light (in glass)
Traffic Information	(...)

La adición de tráfico de fondo, parámetro que fue definido en el capítulo 7, se realiza a través del atributo **Traffic Information**, dándole un valor al parámetro **Average Packet Size**, en este caso el valor del parámetro es **Ethernet**. Ver figura 72.

Figura 72. Configuración del parámetro tráfico de fondo.

?	Traffic Information	(...)
?	Number of Rows	1
	Row 0	
?	Traffic Class	Not Set
?	CAM18 -> Switch	(...)
?	Average Packet Size (bytes)	Ethernet
?	Traffic Load (bps)	NONE
?	Switch -> CAM18	(...)
?	Average Packet Size (bytes)	Ethernet
?	Traffic Load (bps)	NONE

Inclusión del Bit Error Rate. La inclusión del **Bit Error Rate** se realiza por medio del parámetro **Link BER Configuration**, parámetro que se encuentra dentro del objeto **Link Config**. El valor del **BER** se introduce en cada uno de los enlaces que conforman la red. Ver figura 73.

Figura 73. Configuración del parámetro Bit Error Rate.

?	Link BER Configuration	(...)
?	Number of Rows	23
	Campus Network.CAM1 <-> Switch	
?	Name	Campus Network.CAM1 <-> Switch
?	Time (seconds)	100
?	BER	1E-011

Configuración del Switch. Para iniciar la transmisión de datos entre el switch y las estaciones de trabajo (cámaras de monitoreo), simplemente se unen ambos objetos por medio del enlace **100BaseT_adv**.

Para las habilitar la opción de Vlans del switch, es necesario acceder a la edición de atributos del switch y configurar los siguientes atributos. **Supported VLANs**, **VLAN Parameters** y **Switch Port Configuration**.

VLAN Parameters. Este atributo habilita las Vlans que serán creadas, para configurarlo se debe asignar al atributo **Scheme** el valor de **Port-Based VLAN**. El atributo **Sheme** se encuentra dentro del atributo **VLAN Parameters**. Ve figura 74.

Figura 74. Configuración atributo VLAN Parameters.

?	Switch Port Group Configuration	None
?	VLAN Parameters	()
?	Scheme	Port-Based VLAN
?	Spanning Tree Creation Mode	Shared
?	Supported VLANs	()

Supported VLANs. Este atributo, ubicado dentro del atributo **VLAN Parameters** permite dar una identificación a las Vlans, en el caso del diseño se asignó el numero 100 al identificador VID y el nombre VLAN100 a la Vlan. Este atributo se configura ingresando a la tabla de Vlans soportadas, por medio de la opción edit. Ver figuras 75 y 76.

Figura 75. Configuración atributo Supported VLANs.

?	VLAN Parameters	(...)
?	Scheme	Port-Based VLAN
?	Spanning Tree Creation Mode	Shared
?	Supported VLANs	(...)
?	VTP Parameters	(...)
?	VLAN History	N/A
?	Spanning Tree Configuration	Default
		Edit...

Figura 76. Configuración atributo Supported VLANs (2).

(Supported VLANs) Table			
	Identifier (VID)	Name	Description
	100	100	VLAN100 VLAN SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA

Switch Port Configuration. Este atributo permite vincular cada puerto del Switch a una Vlan. La configuración del atributo se realiza por medio de la opción Edit, opción que despliega la tabla de **Switch Port Configuration**, donde aparecen cada uno de los puertos del Switch. Desde esta tabla se accede a la opción **VLAN Parameters** de cada uno de los puertos y por medio de la opción Edit se despliega la tabla **VLAN Parameters**; dentro de la tabla existen dos atributos, **Supported VLANs** y **Port VLAN Identifier (PVID)**, atributos que permiten vincular el puerto con la Vlan que se desee. Ver figuras 77 a 80.

Figura 77. Configuración atributo Switch Port Configuration.

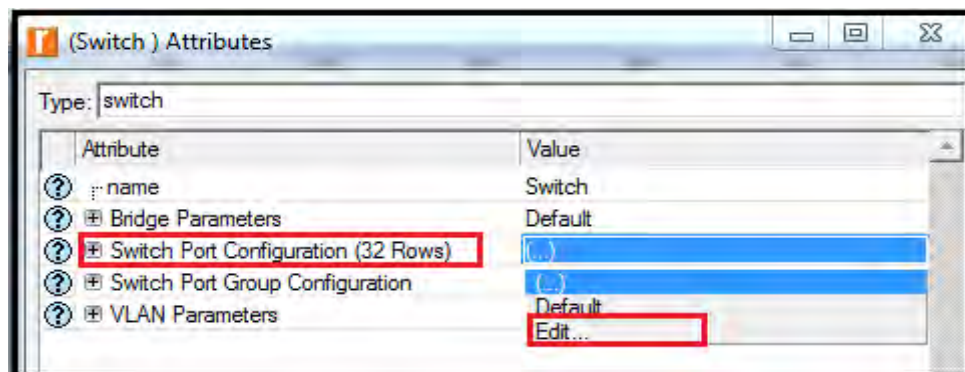
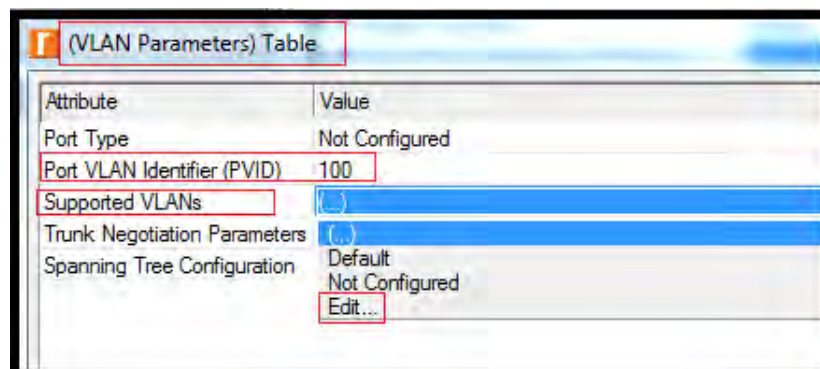


Figura 78. Configuración atributo Switch Port Configuration (2).

(Switch Port Configuration) Table

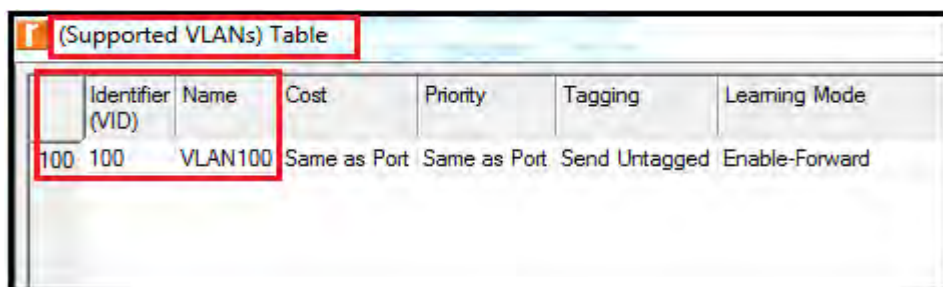
	Name	Status	Operational Status	Speed	Duplex Mode	Cost	Priority	Fast Start Mode	Link Type	VLAN Parameters	QoS Parameters
P0	P0	Enabled	Infer	Auto	Auto	Link Speed Based	128	Default	Auto Detect	(...)	Default
P1	P1	Enabled	Infer	Auto	Auto	Link Speed Based	128	Default	Auto De	(...)	Default
P2	P2	Enabled	Infer	Auto	Auto	Link Speed Based	128	Default	Auto De	Default	Default
P3	P3	Enabled	Infer	Auto	Auto	Link Speed Based	128	Default	Auto De	Not Configured	Default
P4	P4	Enabled	Infer	Auto	Auto	Link Speed Based	128	Default	Auto Detect	(...)	Default
P5	P5	Enabled	Infer	Auto	Auto	Link Speed Based	128	Default	Auto Detect	(...)	Default
P6	P6	Enabled	Infer	Auto	Auto	Link Speed Based	128	Default	Auto Detect	(...)	Default
P7	P7	Enabled	Infer	Auto	Auto	Link Speed Based	128	Default	Auto Detect	(...)	Default

Figura 79. Configuración atributo Switch Port Configuration (3).



Attribute	Value
Port Type	Not Configured
Port VLAN Identifier (PVID)	100
Supported VLANs	
Trunk Negotiation Parameters	
Spanning Tree Configuration	Default
	Not Configured
	Edit...

Figura 80. Configuración atributo Switch Port Configuration (4).



Identifier (VID)	Name	Cost	Priority	Tagging	Learning Mode
100	VLAN100	Same as Port	Same as Port	Send Untagged	Enable-Forward

Configuración estación de trabajo (cámaras de monitoreo). Para configurar las estaciones de trabajo es necesario acceder a la edición de propiedades de la estación de trabajo. Dentro de la edición de propiedades se asigna al atributo **Profile Name**, el valor que corresponde al nombre del perfil creado en el objeto **Profile Definition**. Ver figura 81.

Figura 81. Configuración estación de trabajo.

Type:	workstation	
Attribute	Value	
name	CAM1	
IP		
IP Multicasting		
Applications		
Application: Destination Preferences	None	
Application: Supported Profiles	(...)	
Application: Supported Services	(...)	

Configuración del servidor. Para configurar el servidor es necesario acceder a la edición de propiedades del servidor. Dentro de la edición de propiedades se asigna al atributo **Profile Name**, el valor que corresponde al nombre del perfil creado en el objeto **Profile Definition** y al atributo **Application: Supported Services** el valor que corresponde al nombre de la aplicación creada en el objeto **Application Definition**. Ver figura 82.

Figura 82. Configuración servidor.

Attribute	Value	
name	Servidor	
IP		
IP Multicasting		
Applications		
Application: Destination Preferences	None	
Application: Supported Profiles	(...)	
Application: Supported Services	(...)	
Application: Transaction Model Tier C...	Unspecified	