



1859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS
RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA Y CONTROL
DE ACCESO PARA LAS INSTALACIONES DE LA FACULTAD
DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS
NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA E IMPLEMENTACIÓN EN UNO DE LOS
BLOQUES DE LA FACULTAD**

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

AUTOR:

ANDRÉS ISRAEL ASTUDILLO ÑIGUEZ

DIRECTOR:

ING. RODOLFO PABEL MERINO VIVANCO, MG. SC.

LOJA – ECUADOR

2020



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Facultad
de la Energía, las Industrias y los
Recursos Naturales No Renovables

**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA Y
TELECOMUNICACIONES**
CERTIFICACIÓN

Certificado Nro. 2020-002-FEIRNNR-UNL

Ing. Rodolfo Pabel Merino Vivanco Mg.Sc.

DIRECTOR DE TESIS.

CERTIFICA:

Que el estudiante: **Andrés Israel Astudillo Iñiguez** con **C.I: 1900415173**, aprobó el Trabajo de Titulación en el **11vo Ciclo** correspondiente al período académico: **07- Octubre-2019** al **06-Marzo-2020**; respecto del desarrollo de su tesis de grado titulada **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA Y CONTROL DE ACCESO PARA LAS INSTALACIONES DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA E IMPLEMENTACIÓN EN UNO DE LOS BLOQUES DE LA FACULTAD”**, opción de titulación escogida dentro del periodo académico de culminación de sus estudios, siendo las **14H00** del **04** de **febrero** del **2020**, se certifica que se ha cumplido con el cien por ciento (100%) del trabajo de titulación y está en condiciones de continuar con los procesos administrativos que correspondan.

Loja, 04 de febrero del 2020

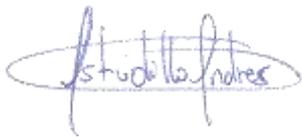


Ing. Rodolfo Pabel Merino Vivanco Mg.Sc
DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, ANDRÉS ISRAEL ASTUDILLO IÑIGUEZ, declaro ser el autor del presente trabajo de grado y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de esta.

Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi trabajo en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature reads "Astudillo Iñiguez".

Firma: Andrés Israel Astudillo Iñiguez

Cédula: 1900415173

Fecha: Loja, 04 de febrero del 2020

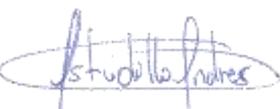
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, **ANDRÉS ISRAEL ASTUDILLO IÑIGUEZ**, declaro ser el autor de la tesis titulada: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA Y CONTROL DE ACCESO PARA LAS INSTALACIONES FACULTAD DE LA ENERGIA , LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA E IMPLEMENTACIÓN EN UNO DE LOS BLOQUES DE LA FACULTAD”** como requisito para optar al grado de: **INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los diecinueve días del mes de junio del dos mil veinte.

Firma: 

Autor: Andrés Israel Astudillo Iñiguez

Cédula: 1900415173

Dirección: Loja, calles Córdova 326-09 y Potosí, esquina del barrio Clodoveo Jaramillo.

Correo Electrónico: aiastudilloi@unl.edu.ec

Celular: 0991151047

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de Tesis: Ing. Rodolfo Pabel Merino Vivanco, Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Andy Fabricio Vega León, Mg. Sc

Ing. Marianela del Cisne Carrión González, Mg. Sc

Ing. Ángel José Ordóñez Mendieta, Mg. Sc

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado, lo quiero dedicar a Dios por regalarme la existencia y protección todos los días de mi vida.

A mi madre, la Dra. Rocío Iñiguez Rivera por ser mi ejemplo y el pilar fundamental de mi vida y mi ángel en la tierra, por brindarme todo su afecto y cariño, por ser una mujer luchadora que se esfuerza día tras día por el bienestar de todos sus hijos. A ella le debo mi grado, su apoyo incondicional en todos los ámbitos de mi vida, en todas mis metas cumplidas, la amiga fiel que me conforta, que me guía.

A mi padre el señor José Astudillo, que me brindo todo su cariño y sus consejos con los cuales he sabido continuar con mi camino.

A mis hermanos, Jorge, Kevin, Ricardo por ser mi apoyo y mis guías en este proceso de aprendizaje, a mi hermano mayor que con sus consejos me ha permitido mirar el mundo desde otra perspectiva.

A mi pequeña hermana consentida, Roxanna Shelly, por alegrar mi vida con cada una de sus ocurrencias.

Andrés Israel Astudillo Iñiguez

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Loja, a la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables y a la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones y a toda su planta docente, por acogerme durante 5 años en sus aulas y permitirme un desarrollo académico a la vanguardia del conocimiento científico y técnico.

Mi mayor gratitud al Ing. Rodolfo Pabel Merino Vivanco, director de mi tesis, destacado docente, por ser mi guía durante el desarrollo técnico-académico del trabajo de grado, ya que gracias a cada una de sus acertadas indicaciones y recomendaciones permitió el correcto desarrollo de esta tarea.

Un muy sincero agradecimiento a toda mi familia, y en especial a mi señora madre la Dra. Rocío Iñiguez Rivera por apoyarme académica y económicamente con el desarrollo y cumplimiento de mi trabajo de grado.

Andrés Israel Astudillo Iñiguez

Tabla de contenidos

CERTIFICACIÓN	II
AUTORÍA	III
CARTA DE AUTORIZACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XV
GLOSARIO DE ACRÓNIMOS.....	XVIII
1 TITULO	1
2 RESUMEN.....	2
2.1 ABSTRACT.....	3
3 INTRODUCCIÓN.....	4
4 REVISIÓN DE LITERATURA	6
4.1 Sistemas de videovigilancia	6
4.1.1 Evolución de los sistemas de videovigilancia	6
4.1.1.1 Primera Generación (VCR Basados en Sistemas de CCTV Analógicos)	
7	
4.1.1.2 Segunda generación (DVR en Red Basados en Sistemas de CCTV	
analógicos).....	7
4.1.1.3 Tercera Generación (Codificador de Video Basado en Sistemas en	
Red) 7	
4.1.2 Diferenciación de los sistemas de videovigilancia	8
4.1.2.1 Sistemas Analógicos	8
4.1.2.2 Sistemas Digitales	8
4.1.3 Componentes de los sistemas de videovigilancia IP	8
4.1.3.1 Cámara IP.....	9

4.1.3.2	Clasificación de cámaras IP	12
4.1.3.3	Carcasas y montajes	13
4.1.3.4	Switch y multiplexores.....	13
4.1.3.5	NVR	14
4.1.3.6	Monitor.....	15
4.1.3.7	Software de gestión de video	17
4.1.4	Medios de transmisión.....	17
4.1.4.1	Guiados.....	17
4.1.4.2	Cable coaxial	18
4.1.4.3	UTP	18
4.1.4.4	Fibra Óptica.....	20
4.1.4.5	No Guiados.....	21
4.1.4.6	Laser	22
4.1.4.7	Infrarrojo	22
4.1.4.8	Radiofrecuencia.....	22
4.1.4.9	Microondas.....	23
4.1.5	Topología.....	23
4.1.5.1	Topología en Bus	23
4.1.5.2	Topología en estrella	24
4.1.6	Parámetros de selección de cámaras IP	24
4.1.6.1	Resolución.....	24
4.1.6.2	Nivel de Compresión.....	25
4.1.6.3	Campo de visión.....	25
4.1.6.4	Rango dinámico amplio (WDR)	25
4.1.6.5	Grados de protección.....	25
4.1.6.6	Código IP.....	25

4.1.6.7	Código IK.....	27
4.2	Sistemas de control de acceso.....	27
4.2.1	Evolución de los sistemas de control de acceso	27
4.3	Situación actual de la infraestructura FEIRNNR de la UNL	29
4.3.1	Ubicación de la zona de estudio	29
5	MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
5.1	Materiales	29
5.1.1	AutoCAD.....	30
5.1.2	IP Video System Design Tool	30
5.2	Métodos.....	31
5.2.1	Método investigativo	31
5.2.2	Método deductivo	31
5.2.3	Método analítico	31
5.3	Plan de trabajo	32
5.3.1	Investigación bibliográfica del tema de estudio	32
5.3.2	Planos arquitectónicos	32
5.3.3	Establecimiento de los sitios prioritarios.....	33
5.3.4	Elección de equipos para el sistema de videovigilancia y control de acceso	33
5.3.5	Cableado horizontal.....	33
5.3.6	Conexión integral	33
5.3.7	Cálculo del ancho de banda	34
5.3.8	Cuantificación de materiales	34
5.3.9	Análisis de precios unitarios.....	34
5.3.10	Cronograma valorado	34
5.3.10.1	Redacción de memoria técnica.....	34

6	RESULTADOS.....	34
6.1	Levantamiento arquitectónico	35
6.2	Diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso.....	35
6.2.1	Requisitos mínimos del sistema	36
6.2.2	Topología física del sistema	36
6.2.3	Selección y descripción de equipos	37
6.2.3.1	Cámara IP tipo Domo.....	37
6.2.3.2	Cámara IP tipo Bala	38
6.2.3.3	Grabador de video en red (NVR)	39
6.2.3.4	Switch capa 3	40
6.2.3.5	Switch capa 2	41
6.2.3.6	Control de acceso	42
6.2.3.7	UPS.....	43
6.2.3.8	Gestión de video.....	45
6.2.4	Selección de medios de transmisión.....	46
6.2.4.1	Cable par trenzado.....	46
6.2.4.2	Cable drop de fibra óptica	46
6.2.5	Ubicación de cámaras y controles de acceso.....	46
6.2.5.1	Bloque 3	46
6.2.5.2	Bloque 4	53
6.2.5.3	Bloque 7	59
6.2.5.4	Bloque 8	62
6.2.5.5	Bloque 10	67
6.2.5.6	Bloque 12	71
6.2.5.7	Bloque 13	74
6.2.5.8	Estacionamiento	78

6.2.6	Distribución de las tomas de video.....	81
6.2.7	Distribución de las tomas para controles de acceso	82
6.2.8	Tendido de fibra óptica.....	85
6.2.9	Sistema de puesta a tierra	88
6.2.10	Cálculo del ancho de banda	88
6.2.10.1	Ancho de banda teórico.....	89
6.2.10.2	Ancho de banda considerando método de compresión	90
6.3	Presupuesto del sistema de videovigilancia y control de acceso	91
6.4	Cronograma constructivo valorado	93
7	DISCUSIÓN.....	101
8	CONCLUSIONES	104
9	RECOMENDACIONES.....	106
10	BIBLIOGRAFÍA	107
11	ANEXOS	111
	ANEXO 1: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS.....	112
	ANEXO 2: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	149
	ANEXO 3: FICHAS DE DATOS TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS.....	189
	ANEXO 4: FOTOGRAFÍAS DEL PROYECTO.....	229
	ANEXO 5: PLANOS DEL PROYECTO.....	234

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes de una cámara IP (Martí, 2013).	9
Figura 2. Lentes de cámara IP (Fotonostra, s.f.).	10
Figura 3. Sensores de imagen (Santos, 2011).....	10
Figura 4. Algoritmos de compresión de video más comunes (rnds).	11
Figura 5. Cámara box (Cyberpuerta, s.f.).....	12
Figura 6. Cámara PTZ (Made-in-China, s.f.).	12
Figura 7. Cámara Bullet (SEGURIDADTV, s.f.).	12
Figura 8. Cámara mini-domo (tiendadealarmas.com, s.f.).....	13
Figura 9. Carcasa para cámaras (Alibaba.com, s.f.).....	13
Figura 10. Multiplexor (PicUK, s.f.).	14
Figura 11. Conmutador PoE (DHgate.com, s.f.).	14
Figura 12. NVR para videovigilancia (Alibaba.com, s.f.).....	14
Figura 13. Monitor CRT clásico (ONLINETECHTIPS, 2019).	15
Figura 14. Monitor LCD (LG.com, s.f.).....	16
Figura 15. Monitor LED (casaNISSEI.com, s.f.).....	16
Figura 16. Componentes de cable coaxial (Redes locales LauraHyNereaM, s.f.).	18
Figura 17. Clases de cable par-trenzado (telecocable.com, s.f.).	19
Figura 18. Características de cable STP, FTP y SFTP (Castillo, 2019).	19
Figura 19. Partes del cable de fibra óptica (Chen k, 2015).	20
Figura 20. Ejemplo de comunicación por medio no guiado (ararjuan.blogspot.com, 2017).....	21
Figura 21. Ejemplo de topología en Bus (redesinalambricasycableadas.wordpress.com, s.f.).....	23
Figura 22. Ejemplo de topología en Estrella (Corvo, Helmut, s.f.).....	24
Figura 23. Ortofoto de la FEIRNNR (sigtierras.gob.ec, 2019)	29
Figura 24. Imagen de la interfaz de selección de cámara de red en el software de diseño IP Video System Design Tool (IP Video System Design Tool, s.f.).....	31
Figura 25. Diagrama de bloques del plan de trabajo (Autor, s.f.)	32
Figura 26. Topología física del Sistema de Videovigilancia de la FEIRNNR (Autor, s.f.)	37
Figura 27. Bloque 3 FEIRNNR. (Autor, s.f.).....	47

Figura 28. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la planta baja del bloque 3.	50
Figura 29. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la primera planta alta del bloque 3. (Autor, s.f.).....	51
Figura 30. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la segunda planta alta del bloque 3. (Autor, s.f.).....	52
Figura 31. Bloque 4 FEIRNNR (Autor, s.f.)	53
Figura 32. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la planta baja del bloque 4. (Autor, s.f.)	56
Figura 33. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la primera planta alta del bloque 4. (Autor, s.f.).....	57
Figura 34. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la segunda planta alta del bloque 4.....	58
Figura 35. Bloque 7 FEIRNNR. (Autor, s.f.)	59
Figura 36. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la planta baja del bloque 7. (Autor, s.f.)	61
Figura 37. Bloque 8 FEIRNNR. (Autor, s.f.)	62
Figura 38. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la planta baja del bloque 8. (Autor, s.f.)	65
Figura 39. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la primera planta alta del bloque 8. (Autor, s.f.).....	66
Figura 40. Bloque 10 FEIRNNR. (Autor, s.f.)	67
Figura 41. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la planta baja del bloque 12.	73
Figura 42. Bloque 13 FEIRNNR. (Autor, s.f.)	74
Figura 43. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la planta baja del bloque 13. (Autor, s.f.)	77
Figura 44. Estacionamiento A FEIRNNR. (Autor, s.f.)	78
Figura 45. Estacionamiento B FEIRNNR. (Autor, s.f.)	78
Figura 46. Estacionamiento C FEIRNNR. (Autor, s.f.)	79
Figura 47. Ubicación de los tipos de cámara de videovigilancia de los estacionamientos. (Autor, s.f.)	80

Figura 48. Planimetría del tendido de fibra óptica existente en la FEIRNNR.	85
Figura 49. Planimetría del recorrido de fibra óptica existente bloques 3 y 4. (Autor, s.f.)	86
Figura 50. Planimetría del recorrido de fibra óptica existente bloques 7 y 8. (Autor, s.f.)	86
Figura 51. Planimetría del recorrido de fibra óptica existente bloque 10. (Autor, s.f.)	87
Figura 52. Planimetría del recorrido de fibra óptica existente bloques 12 y 13. (Autor, s.f.).....	87
Figura 53. Barra RGB para sistemas de puesta a tierra. (CIDEP, 2015).....	88
Figura 54. Ancho de banda 1 cámara calculado por el programa IPVSDT. (IP Video System Design Tool, s.f.)	90
Figura 55. Determinación del ancho de banda y espacio de disco. (IP Video System Design Tool, s.f.)	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ancho de banda según la categoría del cable UTP (Arrobo Fernandez, 2019).	20
Tabla 2. Grados de protección IP contra cuerpos sólidos y líquidos según la Norma IEC 6059 (UNE-EN, 2018).....	26
Tabla 3. Grados de protección IK contra impactos según la Norma IEC 6059 (UNE-EN, 2018).....	27
Tabla 4. Detalle del levantamiento arquitectónico (Autor, s.f.)	35
Tabla 5. Comparación de marcas y características técnicas de cámaras tipo domo....	38
Tabla 6. Comparación de marcas y características técnicas de cámaras tipo bala	39
Tabla 7. Matriz comparativa entre tipos de NVR disponibles en tres marcas.....	40
Tabla 8. Comparación entre marcas de los switch de capa 3	41
Tabla 9. Comparación entre marcas de los switch de capa 2	42
Tabla 10. Comparación de equipos de control de acceso.	42
Tabla 11. Cálculo de la potencia aparente requerida en los racks secundarios. (Autor, s.f.)	43
Tabla 12. Cálculo de la potencia aparente requerida en el rack principal. (Autor, s.f.)	43
Tabla 13. Cálculo de la potencia aparente requerida en el Centro de Monitoreo. (Autor, s.f.).....	44
Tabla 14. Características operativas de los dispositivos UPS seleccionados (Autor, s.f.)	44
Tabla 15. Ubicación de los tipos de cámara de videovigilancia del bloque 3. (Autor, s.f.)	48
Tabla 16. Ubicación de los controles de acceso del bloque 3. (Autor, s.f.).....	49
Tabla 17. Ubicación de los tipos de cámara de videovigilancia del bloque 4. (Autor, s.f.)	54
Tabla 18. Ubicación de los controles de acceso del bloque 4. (Autor, s.f.).....	55
Tabla 19. Ubicación de los tipos de cámara de videovigilancia del bloque 7. (Autor, s.f.)	60
Tabla 20. Ubicación de los controles de acceso del bloque 7. (Autor, s.f.).....	60
Tabla 21. Ubicación de los tipos de cámara de videovigilancia del Bloque 8. (Autor, s.f.)	63

Tabla 22. Ubicación de los controles de acceso del Bloque 8. (Autor, s.f.).....	64
Tabla 23. Ubicación de los tipos de cámara de videovigilancia del Bloque 10. (Autor, s.f.).....	68
Tabla 24. Ubicación de los controles de acceso del Bloque 10. (Autor, s.f.).....	69
Tabla 25. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la planta baja del bloque 10. (Autor, s.f.)	70
Tabla 26. Ubicación de los tipos de cámara de videovigilancia del bloque 12. (Autor, s.f.)	72
Tabla 27. Ubicación de los controles de acceso del bloque 12. (Autor, s.f.).....	72
Tabla 28. Ubicación de los tipos de cámara de videovigilancia del bloque 13. (Autor, s.f.)	75
Tabla 29. Ubicación de los controles de acceso del bloque 13. (Autor, s.f.).....	76
Tabla 30. Distribución de las tomas de video en el bloque 3. (Autor, s.f.)	81
Tabla 31. Distribución de las tomas de video en el bloque 4. (Autor, s.f.)	81
Tabla 32. Distribución de las tomas de video en el bloque 7. (Autor, s.f.)	81
Tabla 33. Distribución de las tomas de video en el bloque 8. (Autor, s.f.)	81
Tabla 34. Distribución de las tomas de video en el bloque 10. (Autor, s.f.)	82
Tabla 35. Distribución de las tomas de video en el bloque 12. (Autor, s.f.)	82
Tabla 36. Distribución de las tomas de video en el bloque 13. (Autor, s.f.)	82
Tabla 37. Distribución de las tomas de control de acceso en el bloque 3. (Autor, s.f.)	83
Tabla 38. Distribución de las tomas de control de acceso en el bloque 4. (Autor, s.f.)	83
Tabla 39. Distribución de las tomas de control de acceso en el bloque 7. (Autor, s.f.)	83
Tabla 40. Distribución de las tomas de control de acceso en el bloque 8. (Autor, s.f.)	84
Tabla 41. Distribución de las tomas de control de acceso en el bloque 10. (Autor, s.f.)	84
Tabla 42. Distribución de las tomas de control de acceso en el bloque 12. (Autor, s.f.)	84
Tabla 43. Distribución de las tomas de control de acceso en el bloque 13. (Autor, s.f.)	84
Tabla 44. Ancho de banda requerido para una cámara del sistema de videovigilancia. (Autor, s.f.)	90

Tabla 45. Presupuesto referencial del proyecto estudio y diseño de un sistema de videovigilancia y control de acceso. (Autor, s.f.)	93
Tabla 46. Cronograma constructivo valorado para el sistema de videovigilancia y control de acceso de la FEIRNNR. (Autor, s.f.)	100

GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
CCD	Charge-Coupled Device
CCTV	Closed Circuit Television
CMOS	Complementary Metal-Oxide Semiconductor
CPU	Central Processing Unit
DSP	Digital Signal Processor
DVR	Digital Video Recorder
FTP	Foiled Twisted Pair
IP	Internet Protocol
LCD	Liquid Cristal Display
LED	Light-Emitting Diode
MPEG	Moving Picture Experts Group
NVR	Network Video Recorder
PoE	Power Over Ethernet
SFTP	Shielded and Foiled Twisted Pair
STP	Shielded Twisted Pair
UTP	Unshielded Twisted Pair
VCR	Video Cassette Recorder
WDR	Wide Dynamic Range

1 TITULO

“Diseño de un sistema de videovigilancia y control de acceso para las instalaciones de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja e implementación en uno de los bloques de la Facultad”

2 RESUMEN

En este proyecto de investigación, se realiza el proceso de diseño de un sistema de videovigilancia y control de acceso para la Facultad de la Energía, Las industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja; se describe, a lo largo del documento, criterios y requerimientos técnicos para su implementación, cumpliendo con la función de monitorear las edificaciones y controlar el personal que accede a las mismas.

Se observa en este documento una solución técnica para abordar la problemática presente en el lugar del estudio referente a la seguridad de bienes materiales, libre acceso de cualquier persona a lugares no autorizados y daños a las infraestructuras. Para el desarrollo del proyecto se siguió una serie de pasos técnicos determinados a partir de la recopilación bibliográfica orientada a sistemas de seguridad.

A continuación, se realizó una recopilación de información del lugar de estudio, se solicitó las planimetrías existentes y se realizó un levantamiento de aquellas inexistentes mediante un reconocimiento de campo.

Con todo lo antes mencionado, se procedió a realizar un análisis de la información obtenida, determinando las zonas relevantes generales y específicas de cada edificación, permitiendo de esta manera realizar un diseño óptimo al reducir el número de equipos necesarios para proveer una seguridad elevada, resultando en una reducción de costos y un menor ancho de banda mínimo del sistema. De igual manera, se realizó una comparativa de equipos con características apropiadas para el diseño, permitiendo reducir aún más los costos de implementación. Finalmente, se desarrolla los planos del diseño, análisis de costo total de la implementación del sistema de videovigilancia y control de acceso.

2.1 ABSTRACT

In this research project, was performed the process of designing a video surveillance and access control system for the Faculty of Energy, Industries and Non-Renewable Natural Resources of the National University of Loja; Throughout the document, criteria and technical requirements for its implementation are described, fulfilling the function of monitoring the buildings and controlling the personnel that access to them.

A technical solution is observed in this document to address the problem present in the study site regarding the safety of material goods, free access of any person to unauthorized places and damage to infrastructure. For the development of the project, a series of technical steps were determined based on the bibliographic compilation oriented to security systems.

Next, a collection of information from the place of study was carried out, the existing planimetries were requested and, for those which were inexistent, a survey was carried out by doing a field recognition.

With all the aforementioned, an analysis of the information obtained was carried out, determining the general and specific relevant areas of each building, thus allowing an optimal design to be made by reducing the number of equipment necessary to provide high security, resulting in a cost reduction and a lower minimum bandwidth of the system. In the same way, a comparison of equipment with appropriate characteristics for the design was made, allowing to reduce even more the costs of implementation. Finally, the design drawings, the total cost analysis of the implementation of the video surveillance system and the access control were developed.

3 INTRODUCCIÓN

Actualmente, los sistemas de videovigilancia se han convertido en una herramienta cuya principal finalidad es: alertar, prevenir y controlar cualquier tipo de delito o riesgo, mediante el monitoreo de distintas zonas, según su importancia. Adicionalmente el uso de sistemas de control de acceso complementa esta seguridad de manera óptima controlando de manera específica los accesos a determinadas dependencias, previniendo aún más las posibles intrusiones.

Debido a la importancia de los bienes inmuebles y de larga duración de las diferentes entidades tanto públicas o privadas, y en especial las universidades, como la Universidad Nacional de Loja, necesitan salvaguardar su integridad, así como, la de los diferentes actores ciudadanos que concurren a sus instalaciones, por medio de un sistema de videovigilancia y control de acceso.

Dentro del campus universitario destinado la Facultad de la Energía, las industrias y los Recursos Naturales No Renovables, se educan estudiantes, cuya vocación es la generación de conocimientos, vinculación con la colectividad, con la visión de aprovechar los recursos naturales no renovables con criterio técnico, equidad social, rentabilidad económica y sostenibilidad ambiental; que generen trabajo productivo, utilizando los recursos propios e incorporando la informática como herramienta que sustente su accionar. Dicha facultad cuenta con las carreras de: Ingeniería en Electromecánica, Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, Ingeniería en Mecánica Automotriz, Ingeniería en Sistemas en régimen 2009; Computación, Electromecánica, Ingeniería Automotriz, Minas y Telecomunicaciones en régimen 2013; las cuales se encuentran distribuidas en bloques asignados a cada una de ellas, y cuya ocupación interna se divide en: aulas para la impartición de clases, laboratorios de prácticas, cubículos de docentes y oficinas de recepción de carácter administrativo.

En cada uno de estos bloques existen implementos tecnológicos, equipos de laboratorio de investigación y prácticas, así como, bienes activos y pasivos que representan una inversión de la universidad; la cual, requiere ser monitoreada y controlada para preservar su existencia, con la finalidad de que los estudiantes y docentes no sean afectados. Del mismo modo, la existencia de grandes espacios de concurrencia masiva de personas como

pasillos, accesos, graderíos y parqueaderos, requieren un monitoreo integral, con el objetivo de verificar que las actividades y la convivencia interpersonal, se desarrolle con normalidad sin alterar, ni infringir en la privacidad requerida.

Por los motivos anteriormente mencionados, y con el propósito de vincular los conocimientos teóricos adquiridos con la práctica profesional, se plantea realizar el presente proyecto de tesis denominado “Diseño de un sistema de videovigilancia y control de acceso para las instalaciones de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja e implementación en uno de los bloques de la Facultad”, que permita monitorear y controlar el acceso a las diferentes dependencias de forma continua, previniendo los diferentes sucesos que alteren la convivencia pacífica de estudiantes y docentes que desarrollan sus actividades diarias en dicha facultad, así como, preservar las instalaciones de este importante centro de estudios académicos superior.

Para un desarrollo óptimo de este proyecto se plantearon previamente los siguientes objetivos:

- Determinar las necesidades en materia de videovigilancia y control de acceso de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja.
- Identificar los equipos necesarios para satisfacer los requerimientos de videovigilancia y control de acceso.
- Desarrollar los planos de cableado estructurado para videovigilancia y control de acceso.
- Implementar el sistema de videovigilancia para uno de los bloques y control de acceso para un aula.

4 REVISIÓN DE LITERATURA

Por medio de este capítulo, se dará a conocer al lector toda la literatura relacionado con los sistemas de videovigilancia y control de acceso, que nos sirve de base para el entendimiento de dichos sistemas. Los elementos literarios a los que se enfocara este capítulo serán: Definición de los sistemas de videovigilancia y control de acceso, su evolución a través del tiempo, su clasificación y los elementos que lo compone.

En nuestros días, un sistema de videovigilancia es indispensable para cualquier tipo de empresa, institución o lugares públicos en general, debido a los distintos niveles de inseguridad que se vive a nivel mundial. Los sistemas de videovigilancia y control de acceso se vuelven una herramienta muy útil para mantener bajo control cualquier tipo de área incluso de gran tamaño, y con un reducido número de operadores humanos, además de entregar evidencia firme de hechos que puedan ocurrir dentro de una ubicación, como podrían ser daños materiales o robos a la propiedad. (Navarro, 2010)

4.1 Sistemas de videovigilancia

Definición. – Son aquellos sistemas que permiten gestionar de manera local o remota un conjunto de cámaras de seguridad para supervisión o control previamente instaladas. Si se interpreta de manera simple, un sistema de videovigilancia consta básicamente de un grabador digital, cuya función es la grabación de imágenes de manera ininterrumpida; un monitor, cuya función es la de mostrar las imágenes almacenadas en el grabador digital, y un conjunto de cámaras que tiene la función de tomar la información obtenida por el lente y transformarla en información que luego se convertirá en una imagen nítida.

Un sistema de videovigilancia, busca garantizar la seguridad de bienes y personas, o el de verificar el cumplimiento del personal dentro de una empresa. (Navarro, 2010) (Arias Quinatoa, 2015)

4.1.1 Evolución de los sistemas de videovigilancia

Desde sus comienzos, el Circuito Cerrado de TV (CCTV) se consideró algo controvertido ya que al igual que brinda seguridad, también se considera que es algo invasivo a la privacidad de las personas. En sus inicios nació como un sistema de seguridad militar, en una de sus primeras aplicaciones fue en 1942, fue utilizada para la visualización de los lanzamientos de los cohetes V2 en Alemania; un poco más adelante, en EEUU se empezó a utilizar como aplicación comercial alrededor de 1947. En 1957,

varias compañías ya proporcionaban sistemas de cámaras CCTV para aplicaciones educativas. (Navarro, 2010)

A continuación, se describe la evolución de los Sistemas de videovigilancia CCTV, que van desde sistemas completamente analógicos a sistemas totalmente digitalizados.

4.1.1.1 Primera Generación (VCR Basados en Sistemas de CCTV Analógicos)

Estos sistemas eran completamente analógicos, utilizaban cámaras analógicas que iban conectadas por medio de un cable coaxial de 75 ohms a un VCR (Video Cassette Recorder) para la grabación. Estos videos podían ser visualizados por medio de un monitor. (Garcia, 2010)

Estas grabaciones un promedio de 8 horas, ya que no el video enviado por las cámaras no pasaba por ningún tipo de compresión para reducir el tamaño del archivo, la forma más común de reducir el peso del archivo de video era el reducir el fps (frame-per-second) de las cámaras cuyos valores oscilaban desde 1.875 fps hasta 15 fps, aumentando así la duración de las cintas de video. La desventaja como ya hemos descrito era una grabación y resolución de video deficientes. (Navarro, 2010)

4.1.1.2 Segunda generación (DVR en Red Basados en Sistemas de CCTV analógicos)

En este sistema aparecieron los DVR (Digital Video Recorder), que permitían la digitalización del video, su compresión y la capacidad de monitoreo remoto de las cámaras de videovigilancia en tiempo real.

En las desventajas de este tipo de sistemas tenemos que: El DVR no presentaba ningún tipo de protección contra virus de computadora, y al dispositivo patentado no existían piezas de repuesto, por lo que realizar mantenimiento y actualizaciones resultaban bastante costosa (Alano, Anzures, & Ondevilla, 2017).

4.1.1.3 Tercera Generación (Codificador de Video Basado en Sistemas en Red)

Para aumentar el área de cobertura de los sistemas de videovigilancia, se empezó a emplear el NVR (Network Video Recorder), que remplazo al DVR. El NVR ahora se convertiría en el encargado de administrar grabar y reenviar los datos digitales de video a través de un puerto de red IP a un servidor, que ejecuta el software de gestión de video. Con este cambio se facilitó la escalabilidad del sistema ya que solo depende de la

agregación de cámaras IP, además de que con el NVR la grabación del video puede ser en formato digital en disco interno, dispositivo de almacenamiento portátil, o masivo. (Navarro, 2010) (Lin, Yuan, Leu, & Tsai, 2012)

4.1.2 Diferenciación de los sistemas de videovigilancia

A continuación, se describirá los dos tipos de sistemas de videovigilancia que han sido utilizados, estos son los Sistemas Analógicos y los Sistemas Digitales.

4.1.2.1 Sistemas Analógicos

En estos sistemas, las cámaras ‘analógicas’ estaban conectadas punto a punto al DVR, por medio de cables coaxiales de 75 ohms; adicional del cable coaxial, estas cámaras también necesitaban de un cable para alimentación, y en ciertas cámaras otro cable extra, para el control de telemetría. El control de telemetría se lo realizaba por medio de cable UTP conectado en bus, con una longitud máxima de 1.2Km, que admitía hasta 256 cámaras, todo esto definido en el estándar físico de OSI RS-458.

En los sistemas analógicos la visualización de las imágenes solo se permitía para un público reducido, también existía el inconveniente de la saturación de cables en el DVR, ya que todas las cámaras y otras clases de dispositivos se conectaban directamente a él (Simpson).

4.1.2.2 Sistemas Digitales

También conocidos como Sistemas de videovigilancia IP, se han expandido rápidamente por sus ventajas a los sistemas analógicos, que veremos más adelante. Actualmente por su característica de compresión de video y transmisión por redes LAN o WAN típicas se convierten en la opción más rentable.

Por su seguridad y flexibilidad es común que los Sistemas de videovigilancia digitales (IP) sean instalados en áreas como: Educación, transporte, entornos empresariales, etc. (Simpson)

4.1.3 Componentes de los sistemas de videovigilancia IP

Dentro de un Sistema de videovigilancia IP, comúnmente encontramos los siguientes elementos que conforman un sistema básico de videovigilancia.

Cabe resaltar que los sistemas de videovigilancia IP se encuentran instalados sobre sistemas de datos comunes, los únicos elementos exclusivos de estos sistemas son las cámaras, el decodificador y el software de gestión.

4.1.3.1 Cámara IP

Una cámara IP o cámara de red, es un dispositivo con la capacidad de captar y transmitir señales digitales de audio y video, por medio de una red WAN o LAN hacia una PC o más comúnmente a un dispositivo NVR.

Este tipo de cámara permiten la gestión y visualización en tiempo real de manera remota o loca, al trabajar de manera conjunta con una dirección IP dedicada, un servidor web y los protocolos de streaming de video.

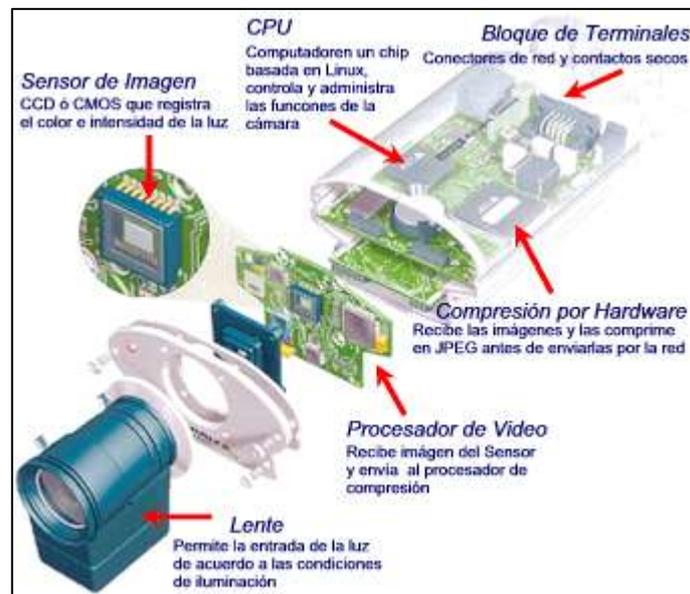


Figura 1. Componentes de una cámara IP (Martí, 2013).

Los componentes principales de las cámaras de video son: lente, sensor de imagen, CPU, procesador de imagen, dispositivo de compresión de video y tarjeta ethernet (Martí, 2013).

- **Lente:** podría considerarse el ojo del sistema, su trabajo es el determinar la escena que se muestra en el monitor, y controlar la cantidad de luz que llega al sensor. Existen dos clases de lentes para cámaras, estas son: las lentes fijas, que son las más simples y baratas, las lentes vari focales, que tiene un costo económico mayor, son las más usadas ya que tiene la capacidad de enfocar a distintas distancias, aumentando la precisión de la escena, y las lentes zoom, que son las

complejas, este tipo de cámara vienen con la ventaja de poder ajustar la distancia focal de manera remota (Martí, 2013; Arrobo Fernandez, 2019).



Figura 2. Lentes de cámara IP (Fotonostra, s.f.).

Otra característica de las lentes es la corrección IR, que es la capacidad de las cámaras para ver un espectro de luz mayor que la que ve la visión humana.

- **Sensor de imagen:** el sensor de imagen es el encargado de transformar las ondas de luz que entran por el lente a un conjunto de señales eléctricas, de forma más técnica, el sensor de imagen acumula carga eléctrica en las celdas de una matriz o pixeles dependiendo de la intensidad lumínica, a mayor intensidad mayor es la carga eléctrica en el pixel.



Figura 3. Sensores de imagen (Santos, 2011).

Existen dos clases de sensores de imagen, los CCD (Charge Coupled Device) y CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor), ambos son semiconductores metal-oxido (MOS) y están distribuidos en forma de matriz de celdas o pixeles. (Arrobo Fernandez, 2019)

- **CPU:** La CPU al igual que en cualquier otro dispositivo inteligente, es quien se encarga de controlar y administras las funciones internas de la cámara, como pueden ser: la compresión de imágenes, envío de las imágenes, autorización de

visualización, gestión de alarmas y avisos, y de establecer una configuración interna. (Del Valle, 2013)

- **Procesador de imagen:** como su nombre mismo lo indica, es el dispositivo encargado de procesar la imagen, es decir de recibe la imagen ya digitalizada del sensor de imagen y la procesa para su posterior envío al compresor de video una característica de este elemento de la cámara IP, es que gracias a él, se puede utilizar la detección de movimiento, también durante el procesado de la imagen este elemento puede mejorar la calidad de la misma al aplicar ajustes a los parámetros de las imágenes como, iris, ganancia, luz de fondo, rango dinámico, etc. (Martí, 2013)
- **Compresión de video:** este elemento tiene gran importancia, ya que sin el los datos enviados por la cámara IP simplemente saturarían la red IP a la que se encuentran conectadas, para evitar esta saturación de la red, existen varios algoritmos de compresión utilizados para reducir el ancho de banda ocupado por la transmisión de video por parte de las cámaras IP.

En la siguiente grafica podemos ver los estándares más comúnmente usados para la transmisión video por redes IP. (rnds)

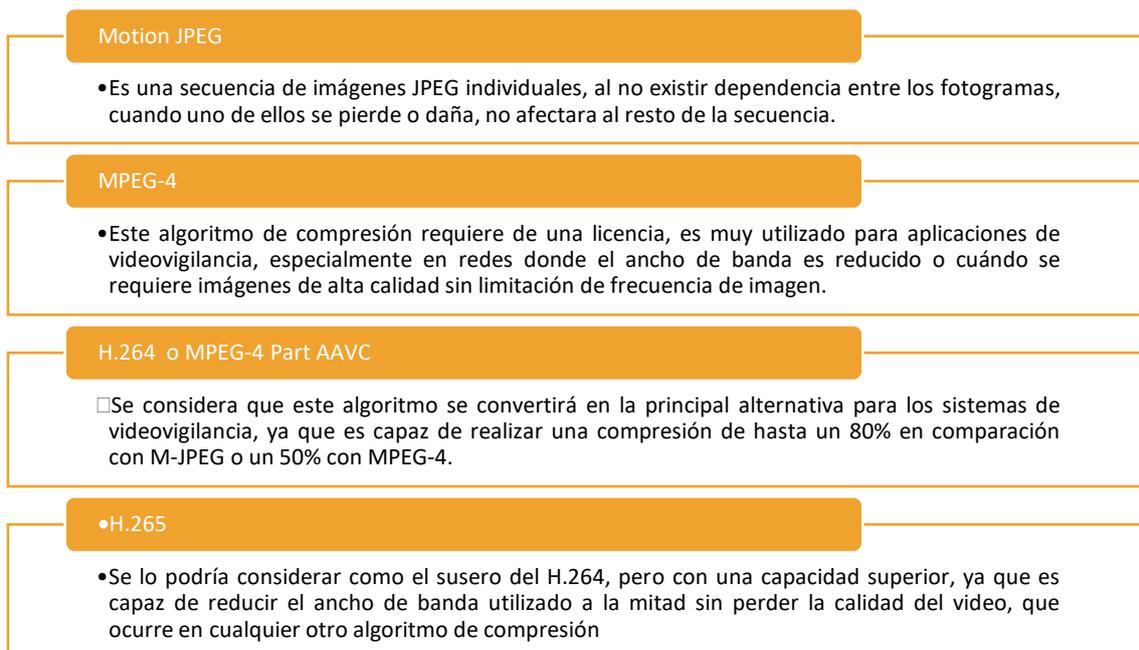


Figura 4. Algoritmos de compresión de video más comunes (rnds).

- **Tarjeta Ethernet:** es el dispositivo que brinda el puerto por el cual la cámara puede conectarse a una red IP, las cámaras modernas cuentan con Tarjetas

Ethernet que soportan el estándar 802.3af, o también conocido como POE (Power Over Ethernet). (Chimbroazo, 2015)

4.1.3.2 Clasificación de cámaras IP

A continuación, veremos la clasificación de cámaras IP más comunes:

- **Cámaras Box:** en esta clase de cámara el cuerpo y la óptica de la cámara se encuentran separadas, son normalmente usadas en sistemas que necesiten ópticas muy específicas. (Martí, 2013)



Figura 5. Cámara box (Cyberpuerta, s.f.).

- **Cámaras de red PTZ:** las cámaras PTZ (Pan-Tilt Zoom), tienen la capacidad de poderse mover en forma horizontal y vertical, y su lente dispone de un zoom ajustable. Todo esto puede ser controlado de manera manual o remotamente. (Chimbroazo, 2015)



Figura 6. Cámara PTZ (Made-in-China, s.f.).

- **Cámara Bullet:** es un tipo de cámara para interiores y exteriores, generalmente usadas a la intemperie por su gran resistencia, usadas para captar video de áreas extensas de terreno. (Buenaventura, 2013)



Figura 7. Cámara Bullet (SEGURIDADTV, s.f.).

- **Cámara mini domo:** son cámaras de pequeño tamaño que pueden ser utilizadas en exteriores e interiores, suelen ser antivandálicas y pueden o no tener visión nocturna. (Chimbroazo, 2015)



Figura 8. Cámara mini-domo (tiendadealarmas.com, s.f.).

4.1.3.3 Carcasas y montajes

Una parte importante en el diseño de un sistema de videovigilancia, incluye la selección de las caracas y los montajes de las cámaras. Esta selección depende de varios factores como: temperaturas de operación, humedad, niveles de corrosión, estética del hardware, exposiciones a exteriores, tiempos de mantenimiento, entre otros. (Homeland Security, 2013)



Figura 9. Carcasa para cámaras (Alibaba.com, s.f.).

4.1.3.4 Switch y multiplexores

Es común que existan más cámaras que dispositivos de visualización como un monitor en un sistema de videovigilancia, por lo que existe la necesidad de encontrar un dispositivo que se capaz de centralizar todas las señales enviadas por las cámaras y retransmitirlas al dispositivo de visualización. Para este propósito se utilizan los Switchs y Multiplexores, ambos dispositivos realizan el trabajo de centralizar las señales enviadas por las cámaras, pero se diferencian en:

Los Multiplexores, reciben las señales de video analógicas de varias cámaras y digitalizan esta señal, estos dispositivos pueden ser previamente programados para que den prioridad

a ciertas señales de video que sean de interés para el usuario. Muchos multiplexores han incluido software de detección y análisis de movimiento para poder ofrecer servicios de imágenes por detección de movimiento. (Homeland Security, 2013)



Figura 10. Multiplexor (PicUK, s.f.).

Los Switch o Conmutadores, tienen un concepto más simple, estos pueden ser configurados de manera manual o automática para reenviar las señales de video digital o analógica a un monito o una grabadora. Ciertos conmutadores con capacidades superiores pueden enviar los cuadros de imágenes de varias cámaras de forma secuencial. (Homeland Security, 2013)



Figura 11. Conmutador PoE (DHgate.com, s.f.).

4.1.3.5 NVR

Es el elemento dentro del sistema de videovigilancia que se encarga de grabar y administrar las imágenes procedentes de una o múltiples cámaras locales o remotas a través de internet. Los NVR pueden ser un hardware con software embebido o un software puro que se ejecuta en un hardware común. Los NVR pueden ser configurados y gestionados de forma remota, esto permite la visualización de videos en tiempo real por parte de los usuarios en cualquier parte del mundo. (Homeland Security, 2013)



Figura 12. NVR para videovigilancia (Alibaba.com, s.f.).

4.1.3.6 Monitor

Es el elemento de la red que nos permite la visualización de los videos capturados por las cámaras, existe una gran variedad de marcas modelos, tipos de pantallas, debido a los avances tecnológico actualmente los monitores no son los únicos elementos con capacidad de presentar los videos capturados, ahora también los dispositivos de bolsillo inteligentes como Smartphone o Tablet cuentan con la tecnología suficiente para poder visualizar estas grabaciones.

Debido que los monitores son los dispositivos generalmente utilizados para un sistema de videovigilancia, a continuación, se detallaran algunas clases de monitores según la tecnología que usan para sus pantallas. (informaticaabece.com, 2013)

Monitor CRT: su tecnología está basado en tubos de rayos catódicos, de ahí su nombre (Cathode Ray Tube), es el más muy conocido y en la actualidad está siendo desplazado por tecnologías más modernas. (informaticaabece.com, 2013)



Figura 13. Monitor CRT clásico (ONLINETECHTIPS, 2019).

Características:

- Imágenes de baja calidad.
- Económico.
- Tecnología robusta.
- gran tamaño y peso.

Monitor LCD: este tipo de pantallas suelen ser utilizadas en dispositivos portátiles como Laptops, cámaras fotográficas, entre otros. Sus siglas LCD provienen de “Liquid Crystal Display” o en español ‘Pantalla de Cristal Líquido’. (informaticaabece.com, 2013)



Figura 14. Monitor LCD (LG.com, s.f.).

Características:

- Peso ligero y tamaño reducido.
- Colores de buena calidad.
- Bajo consumo de energía.
- Reducida generación de calor.
- No generador de radiación eléctrica/magnética.
- Limitado ángulo de visibilidad
- Brillo limitado

Monitor LED: se encuentran formados por diminutos LEDs, que en conjunto forman una gran matriz, estos leds reciben unas cargas eléctricas que los encienden y de esta manera forman la imagen en la pantalla (informaticaabece.com, 2013).



Figura 15. Monitor LED (casaNISSEI.com, s.f.).

Características:

- Pantallas extremadamente planas
- Gran calidad de imagen
- Bajo consumo de energía

- Precio elevado
- Vida útil reducida

4.1.3.7 Software de gestión de video

El software de gestión de video, permite administrar los videos capturados por el sistema, gestionar el almacenamiento que puede ser local o remoto, gestionar los privilegios de usuario, gestionar la realización del monitoreo local y remoto de las cámaras, y gestionar si el hardware de la cámara lo permite el movimiento de las misma.

Las compañías desarrolladoras de cámaras IP y codificadores generalmente entregan un software para el control y gestión de las cámaras de su respectiva marca (Del Pezo, 2015).

Las características comunes para los softwares de gestión de video son:

- Visualización simultanea y registro en video en vivo.
- Grabación continua, manual o programada
- Acceso remoto
- Control de cámaras PTZ y domo
- Soporte para audio

4.1.4 Medios de transmisión

Hoy en día podemos encontrar una gran variedad de elementos para la transmisión de información de Sistemas de videovigilancia. Para este propósito se necesita que los elementos de transmisión tengan una calidad aceptable, además, se debe tener especial cuidado en la selección del medio de transmisión, ya que su efectividad podría verse afectado al ser aplicado en distancias o en un medio no favorable.

A continuación, se describirán las opciones más comúnmente utilizadas para los sistemas de videovigilancia, sus características pueden facilitar el seleccionar el adecuado para una instalación efectiva. (Homeland Security, 2013)

4.1.4.1 Guiados

En este grupo están todos aquellos medios de transmisión en los que la señal viaja a través de un medio físico previamente instalado, como pueden ser:

4.1.4.2 Cable coaxial

El cable coaxial consiste un solo cable compuesto de varias capas de materiales, en la parte exterior tenemos el recubrimiento o aislante, en la siguiente capa un blindaje de alambre trenzado seguido por una cubierta plástica que separa al núcleo de cobre en el cable. Para mayor entendimiento se muestra su composición en la gráfica. Con cables coaxiales de buena calidad se pueden alcanzar distancias de hasta 600m, y si se tiene la ayuda de un amplificador de señal, se podría aumentar aún más las distancias de cobertura. Este medio de transmisión puede llegar a tener una capacidad de transmisión de Mbps en distancias de hasta 3km. Es necesario que el cable coaxial tenga una impedancia de 75 ohms debido a que las cámaras colocadas en este tipo de sistema se corresponden con esta impedancia. (Homeland Security, 2013)

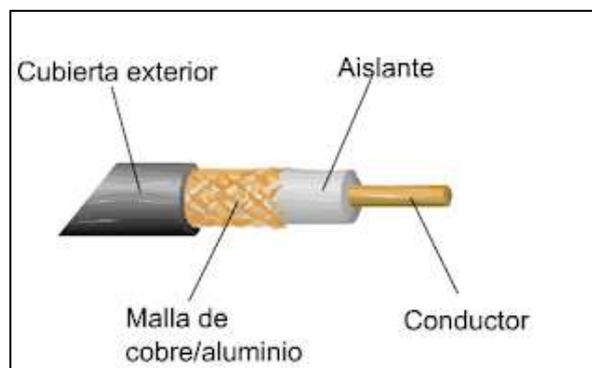


Figura 16. Componentes de cable coaxial (Redes locales LauraHyNereaM, s.f.).

4.1.4.3 UTP

En casos donde el cable coaxial no es practico se puede optar por los cables UTP, utilizados comúnmente para redes IP, al ser muy utilizados, muchas veces estos cables ya se encuentran instalados y sin ser utilizados, en casos como estos es preferible utilizar estas líneas de transmisión ya que ahorran gastos y tiempos de instalación. (Homeland Security, 2013)

El cable UTP, está constituido por un conjunto de pares de hilos trenzados entre sí, el más comúnmente utilizado por la naturaleza de las redes ese el UTP de 4 pares trenzados. Existe una gran variedad de este tipo de cables, podemos ver a continuación una lista de ellos con sus características más importantes. La familia de los UTP se expande a varios

más, que prácticamente tiene las mismas características de transmisión pero que vienen con recubrimientos especiales como son: (Arrobo Fernandez, 2019)

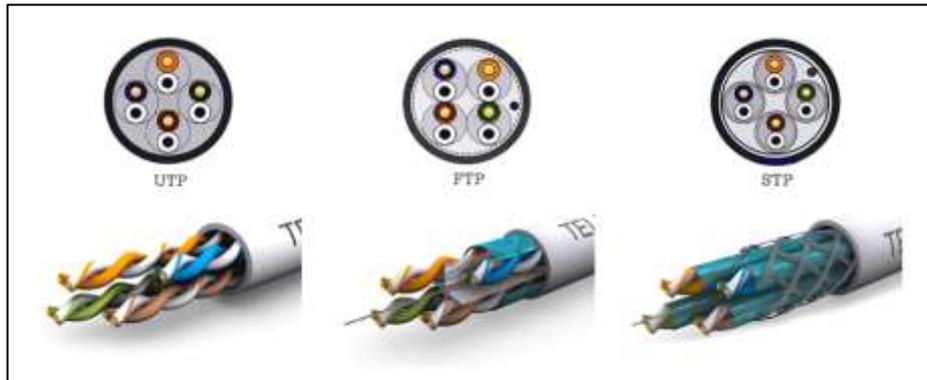


Figura 17. Clases de cable par-trenzado (telecable.com, s.f.).

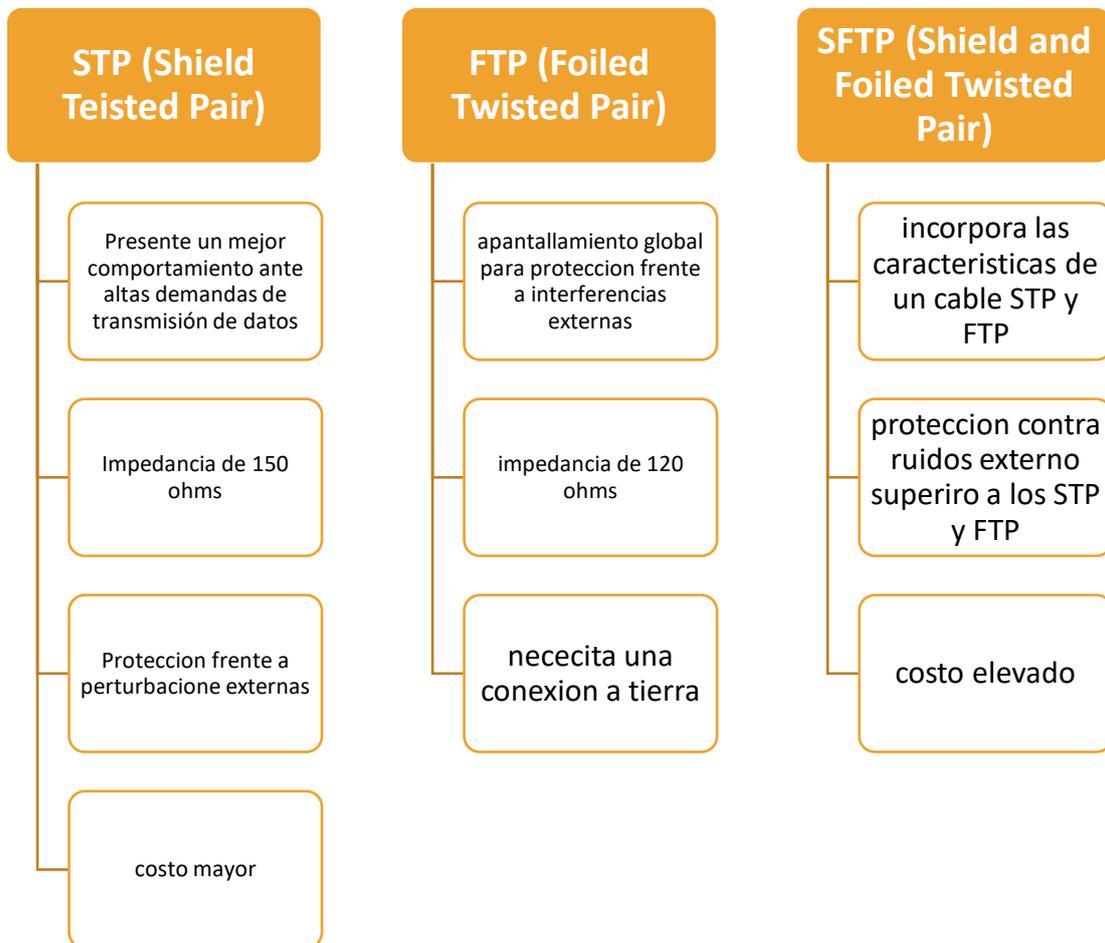


Figura 18. Características de cable STP, FTP y SFTP (Castillo, 2019).

Los anchos de banda soportados por los cables UTP los podemos ver en la siguiente table, en la notamos que al aumentar de categoría aumenta el ancho de banda.

Categoría	AB (MHz)	Velocidad de Transmisión
Cat 3	16	10Mbps
Cat 5	100	100Mbps
Cat 5e	100	1000Mbps
Cat 6	250	10Gbps
Cat 6a	500	10Gbps
Cat 7	600	10Gbps
Cat 7a	1000	10Gbps

Tabla 1. Ancho de banda según la categoría del cable UTP (Arrobo Fernandez, 2019).

4.1.4.4 Fibra Óptica

El cable de fibra óptica este compuesto de una fina fibra de vidrio o plástico por el cual viaja un haz de luz, esta fibra también se la llama núcleo; el núcleo se encuentra cubierta por un revestimiento comúnmente de vidrio, a la vez este revestimiento está cubierto por un búfer, y posteriormente por una fibra de aramida, y como capa externa se encuentra la envoltura de PVC. Lo podemos ver en la siguiente imagen.

La señal de video que viene en forma de pulsos eléctricos debe ser transformada por medio de un transceiver a un haz de luz para que pueda transmitirse por medio de la Fibra óptica. El cable de fibra óptica al no ser un material conductor de pulsos eléctricos, no se ve afectado por ondas de radiofrecuencia ni electromagnéticas. (Homeland Security, 2013)

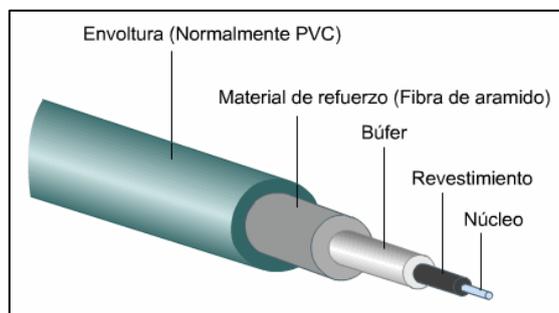


Figura 19. Partes del cable de fibra óptica (Chen k, 2015).

La fibra óptica se divide en dos clases: en Monomodo en el que se transmite un solo haz de luz por la fibra, puede recorrer distancias de hasta 300km; y la Multimodo en la que

se emplean varios haces de luz por un solo hilo de fibra, tiene distancias de 2Km a 3Km. (Homeland Security, 2013)

Las ventajas de la Fibra óptica, son las siguientes:

- Es multiprotocolo (TCP/IP, SCSI, etc.)
- Es muy escalaba
- Seguridad elevada
- Cable liviano y de baja corrosión
- Baja atenuación de la señal

Las desventajas son:

- Conectores, cables, dispositivos, entre otros tienen un costo elevado
- Instalación complicada por su fragilidad
- Necesidad de un conversor de señal óptico-eléctrico

4.1.4.5 No Guiados

Las opciones inalámbricas para la transmisión de video pueden ser ventajosa por su facilidad de instalación y a los pocos requisitos que necesita, por otro lado, existe la necesidad de una frecuencia dedicada para la transmisión de las señales. (Homeland Security, 2013)

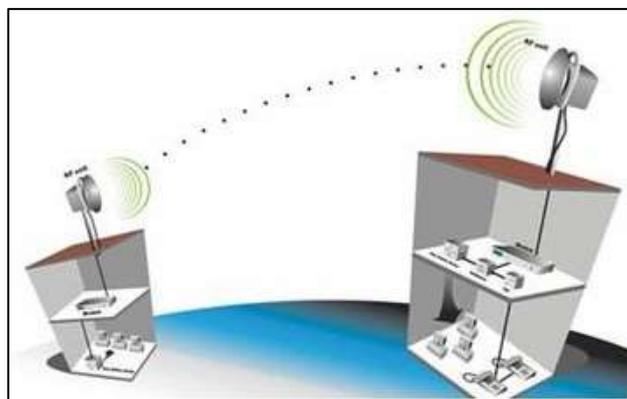


Figura 20. Ejemplo de comunicación por medio no guiado (ararjuan.blogspot.com, 2017).

A continuación, se describen varias opciones de transmisión no guiada para CCTV.

4.1.4.6 Laser

Cuando el medio no permite la instalación de líneas de transmisión físicas o cuando es mayormente favorable la instalación de líneas de transmisión no guiadas, se puede optar por transmisión laser o IR. Podemos ver las características de las transmisiones por láser a continuación: (Homeland Security, 2013)

- Distancia de transmisión de 20m hasta 2Km
- Velocidad de datos de 25MB a 1.2GB
- Manejo de desalineaciones de 2.4 grados Horizontal y vertical
- Aplicación en interiores con protecciones de vidrio
- No necesita licencia ni permiso

4.1.4.7 Infrarrojo

Otra alternativa a las líneas de transmisión cableadas es el infrarrojo, estos sistemas pueden tener un costo inferior a los sistemas Laser, pero tiene distancias de transmisión menores, igualmente su ancho de banda es reducido. Los receptores de infrarrojo no deben estar orientados en dirección al sol, bombillas incandescentes u otras fuentes de luz infrarroja. (Homeland Security, 2013)

4.1.4.8 Radiofrecuencia

La modulación de RF (Radiofrecuencia) de las señales de videovigilancia suelen ocupar el espectro dedicado para las señales de TV es decir las bandas UHF (Ultra High Frequency) y VHF (Very High Frequency). Las transmisiones son normalmente haces enfocados, que tiene mayor eficiencia cuando están respaldados por una línea de vista; las obstrucciones físicas que pueda haber entre el transmisor y el receptor degradaran la señal de radiofrecuencia.

Un sistema de CCTV puede operar en bandas de 24 a 5.8 GHz o interfaces con puntos de acceso 802.11, para operar en el espacio necesita de licencias entregado por los entes reguladores.

A menudo se utilizan sistemas de RF cuando no es practico el arrendar o implantar líneas de transmisión guiadas. Con un sistema de radiofrecuencia se puede transmitir hasta 7 millas con antenas direccionales. (Homeland Security, 2013)

4.1.4.9 Microondas

Es un sistema que tiene muchas similitudes a los señas con Laser, un sistema de Microondas puede transmitir cualquier tipo de dato digital. Las características de las transmisiones por microondas son: (Homeland Security, 2013)

- Transmisiones de 300m hasta 32km pudiendo aumentar esta distancia utilizando repetidoras.
- Las transmisiones pueden necesitar de una licencia.
- Tiene mayor resistencia a las adversidades del tiempo o clima.
- Emisiones de baja energía, normalmente menores a 1 mW/cm^2
- Suelen tener un costo elevado

4.1.5 Topología

La topología describe como los elementos de la red se encuentran dispuestos en ella, ya conocemos que los sistemas de videovigilancia son servicio que puede ser montado sobre redes LAN o WAN, por lo que trabajan con las mismas topologías de Ethernet, esta es, la topología en Bus de Datos y topología en Estrella. (Chimbroazo, 2015)

4.1.5.1 Topología en Bus

La podemos ver representada en el siguiente dibujo, en esta topología cada dispositivo final se encuentra conectada aun línea troncal central de datos, al compartir esta línea de datos, se entiende que todos estos dispositivos tendrán que esperar su turno para transmitir sus datos. (Chimbroazo, 2015)

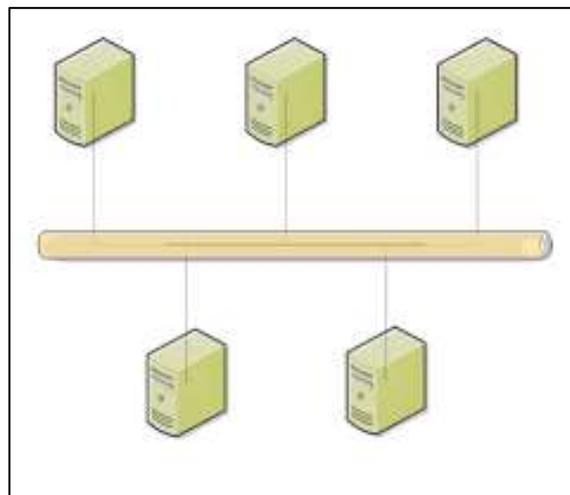


Figura 21. Ejemplo de topología en Bus (redesinalambricasycableadas.wordpress.com, s.f.).

4.1.5.2 Topología en estrella

En la topología en estrella todos los dispositivos finales se conectan un punto central que serían el conmutador o el multiplexor, esta topología es la más ampliamente utilizada para en las redes Ethernet. Podemos ver un gráfico ilustrativo a continuación. (Chimbroazo, 2015)

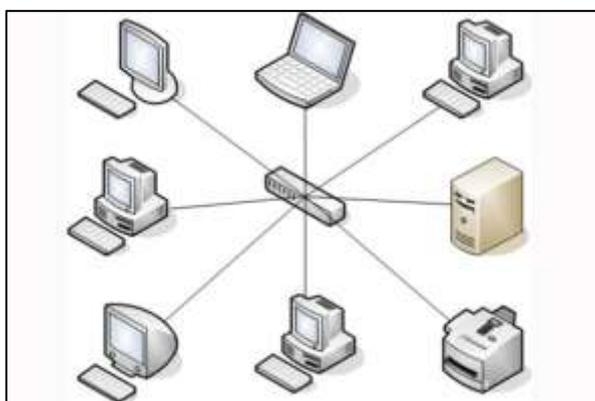


Figura 22. Ejemplo de topología en Estrella (Corvo, Helmut, s.f.).

4.1.6 Parámetros de selección de cámaras IP

Considerando la gran variedad de cámaras IP disponibles en el mercado, es útil el tener un conjunto de parámetros que nos permitan realizar una selección más acertada del equipo.

4.1.6.1 Resolución

La resolución de la imagen que se recibe en el monitor se encuentra sujeta a las capacidades de la cámara y del grabador de video, por lo que es natural seleccionar cámaras que no sobrepasen la capacidad de resolución del grabador, ya que se consideraría un gasto completamente innecesario. La resolución de la cámara indica el nivel de detalle que esta puede entregar en una imagen, cuanto mayor es el número de píxeles o líneas de TV (TVL), la imagen será más nítida (Martí, 2013)

En las cámaras IP la resolución es de Alta Definición y Ultra Alta Definición estas son por mucho muy superior a las cámaras analógicas, a adicional al número de píxeles en los videos también es muy importante los 'fps' en los que se actualiza la imagen de video, esto brinda un video que muestra movimientos a velocidad natural.

4.1.6.2 Nivel de Compresión

Como ya hemos descritos, dentro de los componentes de la cámara existe el módulo de compresión de imagen, este módulo permite reducir el tamaño del archivo de video que se enviara por la red, generalmente los estándares que utilizan las cámaras son: H.264 MPEG-4 y M-JPEG, en el cuadro de características podemos informarnos mejor sobre estos algoritmos de compresión. El seleccionar el algoritmo de compresión adecuado dependerá de los requerimientos y limitaciones que se tengan en el proyecto. (Arrobo Fernandez, 2019)

4.1.6.3 Campo de visión

Este parámetro establece el nivel de información capturado por la cámara, este valor se lo determina por la amplitud focal y tamaño del sensor de imagen (Majidimehr, 2019)

4.1.6.4 Rango dinámico amplio (WDR)

El WDR es la característica de las cámaras para poder compensar y ajustar el nivel de luz en la imagen, el uso del WDR en cámaras CCTV permite dotarlas de una característica de corrección de iluminación de imagen sin aumentar su costo; por lo genera una cámara WDR, cuenta también con la función de AutoIris y BLC (Compensación de Luz de Fondo) (Chimbroazo, 2015)

4.1.6.5 Grados de protección

Se define como los niveles de protección que deben tener las cámaras para no verse afectados directamente por las adversidades del ambiente en el que se encuentran establecidas.

La IEC (International Electrotechnical Commission o Comisión Electrónica Internacional), ha definido dos normas para medir el grado de protección de las cámaras IP y se describen a continuación: (Martí, 2013)

4.1.6.6 Código IP

El Código IP (Ingress Protection o Protección de ingreso), que se encuentra incluido en la Norma IEC 6059; es el encargado de clasificar el nivel de protección proporcionado por el material envolvente ‘carcasa’ frente a líquidos y/o sólidos. En el siguiente cuadro podemos ver esta clasificación: (UNE-EN, 2018)

Protección contra Acceso de Cuerpos solidos		Protección contra el acceso de líquidos	
Primer digito	Descripción	Segundo digito	Descripción
0	Sin protección	0	Sin protección
1	Protección contra cuerpos solidos con un tamaño superior a 50mm	1	Protección contra la caída vertical de gotas de agua (condensación)
2	Protección contra cuerpos solidos con un tamaño superior a 12mm	2	Protección contra gotas de agua que caen con hasta 15° respecto a la vertical
3	Protección contra cuerpos solidos con un tamaño superior a 2.5mm	3	Protección contra gotas de agua que caen con hasta 60° respecto a la vertical
4	Protección contra cuerpos solidos con un tamaño superior a 1mm	4	Protección contra gotas de agua en todas las direcciones sobre la envolvente
5	Protección contra cuerpos solidos con un tamaño superior a 50mm	5	Protección a la proyección de agua a chorros sobre la envolvente
6	Protección total contra el polvo	6	Protección a la proyección de agua a chorros fuerte sobre la envolvente desde todas las direcciones
		7	Protección contra los efectos de la inmersión en agua
		8	Protección contra los efectos de inmersión bajo presión

Tabla 2. Grados de protección IP contra cuerpos sólidos y líquidos según la Norma IEC 6059 (UNE-EN, 2018)

4.1.6.7 Código IK

El código IK, sirve para indicar el nivel de protección de la envolvente contra impactos mecánicos. Se designan niveles que van desde 0 hasta 10, a medida que aumenta el nivel quiere decir que la envolvente recibe un impacto mayor.

Generalmente, el grado de protección se aplica a toda la envolvente, en caso de que alguna de las partes de la envolvente tenga un grado de protección diferente debe ser notificado. En la siguiente tabla podemos visualizar los diferentes grados de protección IK (UNE-EN, 2018).

Grado IK	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Energía (J)	--	015	0.2	0.35	0.5	0.7	1	2	5	10	20
Masa y altura de la pieza de golpeo	--	0.2Kg 70mm	0.2Kg 100mm	0.2Kg 175mm	0.2Kg 250mm	0.2Kg 350mm	0.5Kg 200mm	0.5Kg 400mm	1.7Kg 295mm	5Kg 200mm	5Kg 400mm

Tabla 3. Grados de protección IK contra impactos según la Norma IEC 6059 (UNE-EN, 2018)

4.2 Sistemas de control de acceso

Definición. – Los sistemas de control de acceso constan de varios mecanismos que permiten la verificación de identidad de un usuario con la finalidad de permitir o denegar el ingreso del mismo a recursos físicos o lógicos.

Comprobar los accesos a recursos de importancia es esencial para que su manipulación sea acorde a la función que han sido destinados, en la implementación de un sistema de control de acceso se puede apreciar 3 mecanismos fundamentales:

- a. **Mecanismo de autenticación:** Verifica la información del usuario que puede ser una clave alfanumérica, sensores biométricos o tarjetas RFID.
- b. **Mecanismo de autorización:** Se encarga de permitir o denegar el acceso después de la autenticación.
- c. **Mecanismo de trazabilidad:** Se encarga de complementar el sistema en casos de fallo del mecanismo de autorización.

4.2.1 Evolución de los sistemas de control de acceso

La humanidad ha venido tratando de controlar el acceso a sus propiedades desde hace cientos de años con el objetivo de obtener seguridad y poder llevar una vida más pasiva.

Los primeros mecanismos de control de acceso fueron los grandes muros erigidos en ciudades con algunas pocas entradas controladas por personas. Así mismo, castillos o viviendas de gente importantes también contaban con personal que vigilaba y controlaba el ingreso y salida (admin, 2016).

Conforme ha transcurrido el tiempo y gracias a los avances tecnológicos se ha llegado a entender la importancia del control de acceso dando lugar a la optimización de los mismos. La implementación de un sistema de control de acceso busca dar conocimiento de que personas entran a cierto lugar de manera libre o restringida.

El desarrollo de tarjetas RFID como uno de los primeros avances en el control de acceso ha reducido drásticamente el uso de recursos humanos agilizando el proceso de control y cuenta con varias generaciones a lo largo de su desarrollo.

- **Primera generación:** Permiten una identificación básica que se determina con un lector de proximidad de baja frecuencia en el rango de los 125 kHz. El identificador de dicha tarjeta es estático y se lee en abierto. Estas tarjetas se pueden copiar o falsificar de manera muy sencilla, no se pueden encriptar con varias variables u otros atributos de datos.
- **Segunda generación:** Son tarjetas que trabajan a alta frecuencia, generalmente a 13,56 MHz. Sus mejoras en relación a la primera generación evitan la clonación de estas con un sistema de autenticación bidireccional donde la tarjeta confía en su lector y viceversa, siempre y cuando se mantenga las claves criptográficas de manera robusta y segura. Además, cuentan con la funcionalidad de lectura y escritura, añadiendo la posibilidad de generar IDs únicos en la tarjeta.
- **Tercera generación:** En estas tarjetas añaden la posibilidad de escribir los datos de identidad del usuario encapsulado en un objeto de identidad segura (SIO™ - Secure Identity Object). Este paquete de datos es firmado y encriptado dando mayor seguridad, el uso de este encapsulado marca el inicio de la estandarización de los datos de las tarjetas RFID, pero al nivel de hardware y comunicación aún depende de cada fabricante.
- **Cuarta generación:** Estas últimas satisfacen necesidades de empresas con visión a futuro. Incluyen una capa de software que se ejecuta en el nivel superior del microchip, el cual añade un encapsulado de seguridad para almacenar y usar de

manera segura las identidades múltiples. Estas características proporcionan capacidades y beneficios únicos a un precio cercano a las de tercera generación (Centinel, 2017).

4.3 Situación actual de la infraestructura FEIRNNR de la UNL

A continuación, se detalla la infraestructura a la cual está orientado el siguiente estudio, la cual cuenta de 7 bloques a los cuales se brindará seguridad de manera continua.

4.3.1 Ubicación de la zona de estudio

La Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja, se encuentra ubicada en la provincia de Loja, cantón Loja, parroquia urbana Punzara, en el barrio La Argelia, coordenadas UTM WDS84: Este: 699865,1 y Norte: 9554229,7; Indicado en la figura a continuación



Figura 23. Ortofoto de la FEIRNNR (sigtierras.gob.ec, 2019)

5 MATERIALES Y MÉTODOS

En el desarrollo de la siguiente investigación se usó de varios métodos y herramientas que dieron lugar a un cumplimiento satisfactorio de todas las actividades planificadas. A continuación, se detallan cada una de estas.

5.1 Materiales

El objetivo de esta investigación es presentar una propuesta técnica de diseño para el sistema de videovigilancia y control de acceso de la FEIRNNR, que evidencie de forma

precisa y clara, el dimensionamiento de la red del sistema, los equipos e implementos, siguiendo las normativas correspondientes.

5.1.1 AutoCAD

Para el desarrollo del presente proyecto, se hizo uso del software AutoCAD 2019, para el desarrollo de los planos arquitectónicos de la facultad en general y de los diferentes bloques, en los cuales se puede apreciar las dependencias de estos. Basado en los planos de cada inmueble a brindar protección, se determinó la ubicación de las diferentes cámaras y controles de acceso, para un correcto monitoreo y control del personal en los sitios prioritarios previamente determinados.

Asimismo, se usó la herramienta de dibujo por capas con diferentes colores que brinda este software; para un fácil reconocimiento de los diferentes componentes que conforman el sistema de videovigilancia y control de acceso.

A continuación, se muestra una imagen de la interfaz de este programa de diseño.

5.1.2 IP Video System Design Tool

El siguiente software se encarga de determinar varios parámetros técnicos de cámaras de video, con una base de datos actualizada, permitiendo seleccionar los equipos óptimos a usarse en el diseño del sistema de videovigilancia.

Con la ayuda de este programa se pudo establecer los modelos a usarse, el fabricante y alturas óptimas para la instalación de las cámaras; proporcionando de esta manera información como: distancia focal del lente, ángulo de colocación, zonas de identificación, detección, reconocimiento, y observación; además de la longitud de la “zona muerta”. La interfaz del mencionado programa se muestra a continuación.

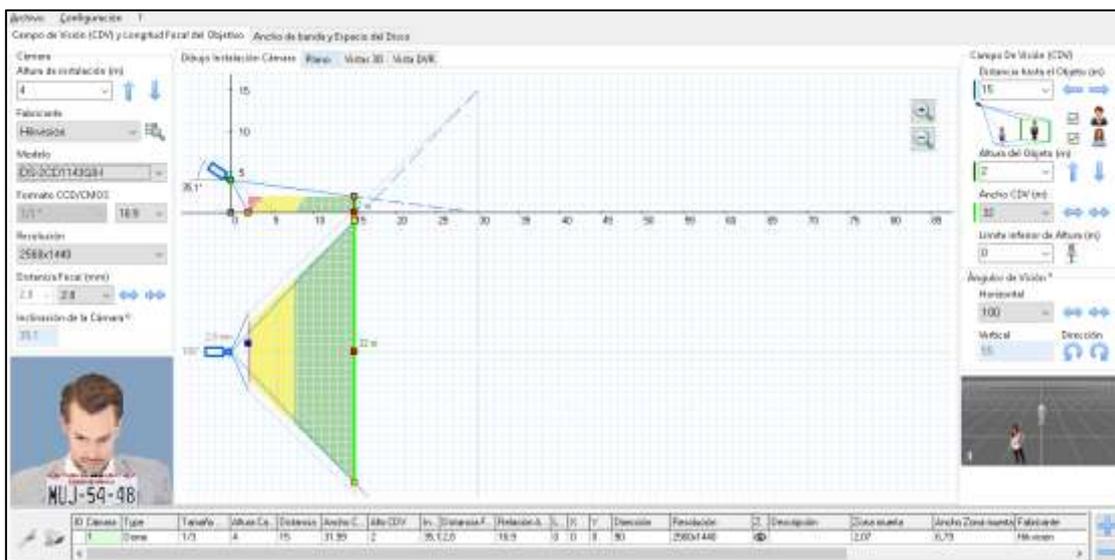


Figura 24. Imagen de la interfaz de selección de cámara de red en el software de diseño IP Video System Design Tool (IP Video System Design Tool, s.f.)

5.2 Métodos

Para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos planteados en este proyecto, se usó los métodos: investigativo, deductivo y analítico, que se describen a continuación:

5.2.1 Método investigativo

Este método se usó para la recopilación de información bibliográfica, proveyendo conocimientos sobre los requerimientos técnicos de diseño, planos arquitectónicos de las instalaciones, beneficiarios de este estudio y la situación actual de la infraestructura de red de la FEIRNNR.

5.2.2 Método deductivo

El método deductivo, permitió determinar: tipos de cámaras, localización de racks, rutas de cableado horizontal, tendido de fibra óptica para la conexión integral del sistema y la ubicación del centro de monitoreo planificado en base a los planos arquitectónicos; todo esto basado en los sitios prioritarios y el estado actual de la facultad a la fecha de inicio de este estudio.

5.2.3 Método analítico

A través del uso del método analítico, se realizó la valoración técnico-económica del sistema de videovigilancia y control de acceso expuesto en este proyecto, con la cual, se establece los parámetros recomendados para su implementación, la relación costo-

beneficio, el cronograma constructivo valorado; lo que en conjunto permitió obtener un proyecto en línea con estándares de calidad y factibilidad.

5.3 Plan de trabajo

Para el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio de este proyecto, se desarrolló un plan de trabajo listando las actividades planificadas para un resultado óptimo. A continuación, se detallan cada una de estas.



Figura 25. Diagrama de bloques del plan de trabajo (Autor, s.f.)

5.3.1 Investigación bibliográfica del tema de estudio

El primer paso para el desarrollo de actual proyecto de investigación fue una exhaustiva búsqueda bibliográfica de libros, tesis, artículos científicos y estándares de diseño, con el objetivo de conocer las normativas técnicas relacionadas a los sistemas de videovigilancia y control de acceso.

Además de conocer el significado y valores nominales de los diferentes parámetros provistos por los equipos utilizados para el diseño, permitiendo identificar las diferencias entre fabricantes.

5.3.2 Planos arquitectónicos

Como requisito primordial previo al desarrollo del proyecto, se adquirió y verificó los planos arquitectónicos de los diferentes bloques a proveer seguridad; y se desarrolló

aquellos bloques que no contaban con plano digital. De esta manera de determinó las diferentes dependencias de cada uno de los bloques con sus respectivas dimensiones actuales.

5.3.3 Establecimiento de los sitios prioritarios

Estos lugares fueron determinados según los planos arquitectónicos y las visitas de campo realizadas a las instalaciones, se establecieron los sitios de importancia que requerían monitoreo y control. Se consideró el monitoreo de entradas principales y corredores de mayor concurrencia de parte del personal que hace uso de las instalaciones.

Gracias a este análisis se consiguió reducir de manera considerable los gastos finales del diseño, evitando la colocación de cámaras en sitios irrelevantes de la zona de estudio.

5.3.4 Elección de equipos para el sistema de videovigilancia y control de acceso

La elección de equipos necesarios para el desarrollo del presente proyecto se basó en un monitoreo constante de los sitios prioritarios y de gran concurrencia anteriormente determinados, escalabilidad del diseño, instalación y mantenimiento sencillo de los equipos.

Entre estos equipos encontramos conmutadores de distribución y acceso, monitores, módulos de pantallas, cámaras, grabador de video, fuentes de alimentación, controles de acceso, chapas eléctricas, cables de red, canaletas y conectores RJ54.

5.3.5 Cableado horizontal

En base a los estándares ANSI/TIA/EIA-568-B y ANSI/TIA/EIA-569-A, los planos arquitectónicos, las visitas de campo y las zonas críticas, se ubicó las cámaras, controles de acceso y la trayectoria que sigue el cableado hasta su respectivo rack de telecomunicaciones que de igual manera se ubicó de manera estratégica. El respectivo cableado horizontal se encuentra adjuntado en Anexos.

5.3.6 Conexión integral

Para la conexión integral de sistema, se planteó el tendido subterráneo de fibra óptica conforme la normativa ANSI/TIA/EIA 568-B.3 por medio del cable drop de 2 hilos entre el rack principal de 24 UR ubicado en la planta baja del bloque 7, con los racks o armarios secundarios de telecomunicaciones situados en los demás bloques de la facultad.

5.3.7 Cálculo del ancho de banda

Con ayuda del software IP Video Design Tool v10.0, se calculó el ancho de banda mínimo para la transmisión de video, haciendo uso del formato de compresión de video H.265, sumado al ancho de banda de los equipos de control de acceso se obtuvo el ancho de banda total necesario de la red y almacenamiento.

5.3.8 Cuantificación de materiales

El propósito de la cuantificación de materiales fue proporcionar conocimiento del volumen total de la obra, para estar al tanto de los costos de equipos, elementos y herramientas requeridos para el funcionamiento óptimo de los sistemas.

5.3.9 Análisis de precios unitarios

Se realizó un análisis detallado del costo de instalación por punto de red para la colocación de cámaras o controles de acceso, proporcionando una idea clara de la economía necesaria para la implementación.

5.3.10 Cronograma valorado

El cronograma valorado se realizó con el objetivo de conocer el tiempo constructivo semanal de cada uno de los rubros obtenidos en este estudio, así como, el planillaje de obra necesario a lo largo del tiempo total de implementación futura del sistema de videovigilancia.

5.3.10.1 Redacción de memoria técnica

En esta fase se fijaron parámetros y requerimientos de diseño, detallando especificaciones técnicas para una implementación óptima y sencilla de los controles de acceso, cámaras, medios de transmisión y equipos de red.

6 RESULTADOS

Los resultados del análisis y diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso para la Facultad de la Energía, las Industrias y los recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja fueron determinados por medio del desarrollo de los planos arquitectónicos de cada bloque, en los cuales, las cámaras IP necesarias fueron ubicadas según las zonas de mayor importancia determinadas.

Se realizó un cálculo del costo total del proyecto para su implementación a futuro, a través del desarrollo del análisis del costo unitario.

Los resultados conseguidos se exponen a continuación de manera ordenada con sus correspondientes datos obtenidos.

6.1 Levantamiento arquitectónico

Los planos arquitectónicos en los cuales se representan la distribución de los diferentes bloques de la FEIRNNR fueron adquiridos de los planos existentes en el departamento de Desarrollo físico de la Universidad, añadiendo planimetrías realizadas desde cero de los bloques que no contaban con plano digital.

Bloque	Nombre	Autor
3	Aulas de la carrera de Electromecánica	El Autor
4	Aulas de la carrera de Sistemas Biblioteca	Departamento de Desarrollo Físico
7	Aulas de la carrera de Sistemas	Departamento de Desarrollo Físico
8	Aulas de la carrera de Telecomunicaciones	Departamento de Desarrollo Físico
10	Museo de rocas Aulas de la carrera de Electrónica	Departamento de Desarrollo Físico
12	Casa autosustentable Bodega geología	El Autor
13	Administración central	Departamento de Desarrollo Físico

Tabla 4. Detalle del levantamiento arquitectónico (Autor, s.f.)

6.2 Diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso

Para el diseño realizado se tomó en cuenta los lugares de mayor importancia, monitoreando los accesos principales y dependencias con bienes materiales de la Universidad y de los estudiantes.

El monitoreo se realizó a accesos, corredores y parqueaderos, usando cámaras acordes a las características de la zona a brindar monitoreo; con el objetivo de captar rostros y matriculas de forma clara. Los controles de acceso, en cambio, se ubicaron en la mayoría de dependencias para controlar el acceso de docentes y estudiantes a sus respectivas aulas, laboratorios o cubículos.

6.2.1 Requisitos mínimos del sistema

Para el sistema de videovigilancia de la FEIRNNR de la Universidad Nacional de Loja, se usó cámaras IP de alta resolución para exteriores, con el objetivo de obtener imágenes claras de las diferentes zonas y garantizar robustez física en caso de actos vandálicos contra los equipos.

En cuanto al cableado horizontal para cámaras y controles de acceso se hizo uso de cable UTP categoría 6A, tomando en cuenta las normas de los estándares ANSI/TIA/EIA 568-A y 568-B, además del uso de canaletas plásticas para su protección.

La instalación de equipos de red se hizo en racks de telecomunicaciones de acero laminado con puerta abatible ubicados dentro de los bloques, en zonas libres de humedad y con buena ventilación, debido a que estos no cuentan con cuarto de telecomunicaciones.

6.2.2 Topología física del sistema

Para el diseño actual se usó la topología estrella, ubicando todos los switches de acceso (capa 2) conectados a un solo switch de distribución (capa 3).

Este diseño nos brinda las ventajas de escalabilidad de la red, fácil instalación, adaptabilidad y flexibilidad.

En esta topología se conectan las cámaras y los controles de acceso a un switch de acceso (capa 2) por bloque, estos últimos se conectan a un switch de distribución (capa 3) ubicado en un rack principal.

El grabador de video se conecta directamente a switch de distribución recibiendo toda la información de video de las cámaras, este se encarga de administrar las cámaras y almacenar los datos en un disco duro.

En la figura siguiente podemos observar los dispositivos que conforman el sistema de videovigilancia y control de acceso desarrollado para este proyecto.

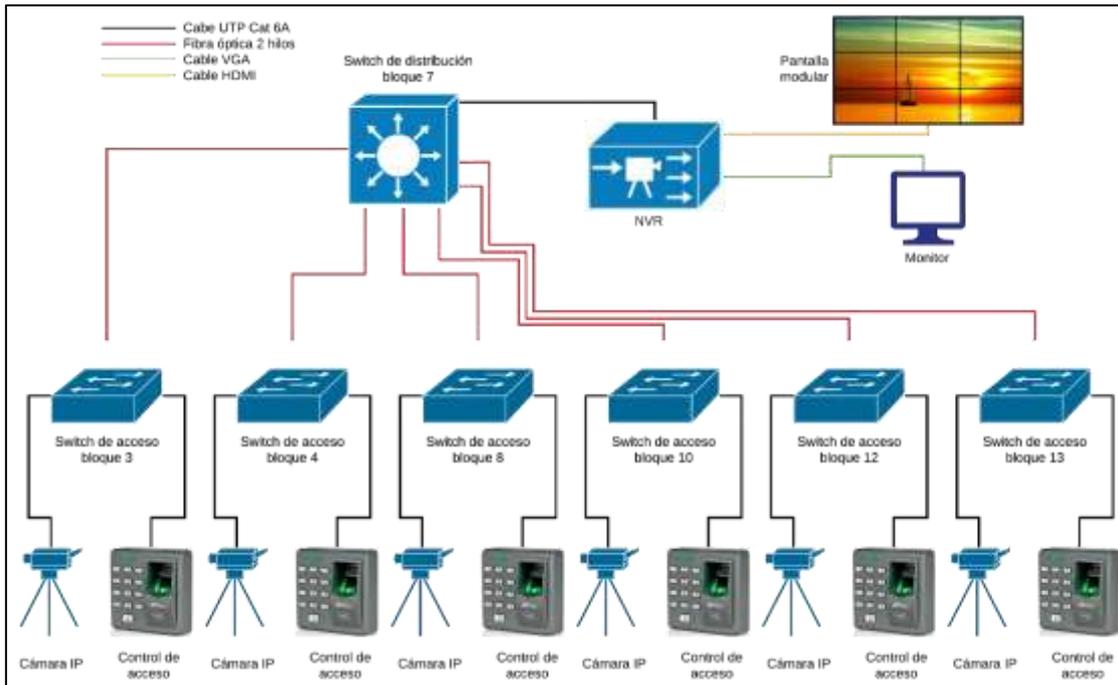


Figura 26. Topología física del Sistema de Videovigilancia de la FEIRNNR (Autor, s.f.)

6.2.3 Selección y descripción de equipos

Los equipos para seleccionados para este estudio se mencionan a continuación y fueron escogidos según las necesidades del lugar y con la finalidad de que provean escalabilidad, fácil implementación, viabilidad técnica y económica, de los sistemas diseñados en este estudio.

Se especificaron las marcas y modelos de distintos proveedores, debido a que la Unidad de Telecomunicaciones e Información de la Universidad Nacional de Loja, solicitó como requerimiento mencionar tanto en el análisis de precios unitarios como en la memoria técnica, con la finalidad de conocer diferencias del equipo propuesto.

6.2.3.1 Cámara IP tipo Domo

Antes de seleccionar un fabricante para el diseño de videovigilancia, se efectuó una comparativa entre varias marcas que cuentan con los requisitos para este proyecto. La comparativa detalla las características relevantes de cámaras de video de tres diferentes fabricantes.

MARCA	HIKVISION	DAHUA	VIVOTEK
MODELO	DS-2CD1143G0-I	N41BK22	FD8177-H
SENSOR DE IMAGEN	1/3" CMOS	1/3" CMOS	1/3" CMOS
RESOLUCIÓN	4MP (2560x1440)	4MP (2688x1520)	4MP (2688x1520)
CAMPO DE VISIÓN VERTICAL	55°	47°	45°
CAMPO DE VISIÓN HORIZONTAL	100°	95°	90°
DISTANCIA DE VISIÓN NOCTURNA	30m	15m	25m
DISTANCIA FOCAL	2,8mm	2,8mm	2,8mm
COMPRESIÓN DE VIDEO	H.264, H.264+, H.265, H.265+	H.265, H.264, H.264+, M-JPEG	H.264, M-JPEG

Tabla 5. Comparación de marcas y características técnicas de cámaras tipo domo

Como se puede observar en la tabla anterior, el fabricante HIKVISION nos brinda mayor cobertura y flexibilidad con las características de: sensor de imagen CMOS de 1/3", resolución de 4MP (2560x1440), campos de visión vertical y horizontal de 55° y 100° respectivamente, visión nocturna de hasta 30 m, además de alimentación PoE.

Además de las características antes mencionadas la elección de este fabricante se vio favorecida por la fiabilidad de su recurso técnico, facilidad de instalación, agilidad en la cotización e importación en el mercado nacional.

6.2.3.2 Cámara IP tipo Bala

Se decidió usar cámaras tipo bala para el monitoreo en exteriores, que en este caso serán para el sector de parqueaderos.

De igual manera que en la sección se realizó una comparativa de 3 distintos proveedores de cámaras de video IP descritas en la tabla a continuación.

MARCA	HIKVISION	DAHUA	VIVOTEK
MODELO	DS-2CD1043G0-I	HAC-HFW1400T	IP8377-EHTV
SENSOR DE IMAGEN	1/3" CMOS	1/3" CMOS	1/3" CMOS
RESOLUCIÓN	4MP (2560x1440)	4MP (2560x1440)	4MP (2688x1520)
CAMPO DE VISIÓN VERTICAL	55°	47°	50°
CAMPO DE VISIÓN HORIZONTAL	100°	95°	93°
DISTANCIA DE VISIÓN NOCTURNA	30m	20m	25m
DISTANCIA FOCAL	2,8mm	3,6mm	2,8mm
COMPRESIÓN DE VIDEO	H.264, H.264+, H.265, H.265+	H.264, M-JPEG	H.264, M-JPEG

Tabla 6. Comparación de marcas y características técnicas de cámaras tipo bala

La marca de cámaras a usada al igual que el apartado anterior es HIKVISION por las características siguientes: Sensor de imagen 1/3" CMOS, resolución de 4MP (2560x1440), campos de visión focal vertical y horizontal de 55° y 100° respectivamente, distancia focal 2,8 mm y alimentación PoE.

6.2.3.3 Grabador de video en red (NVR)

Se tomaron en cuenta varias marcas de estos equipos para determinar el que mejor se acople a las necesidades del proyecto en cuanto a anchos de banda y cantidad de cámaras del diseño propuesto.

MARCA	HIKVISION	DAHUA	VIVOTEK
MODELO	DS-96128NI-I16	DH-NVR7464	ND9541P
ENTRADA DE CÁMARAS IP	64 canales	64 canales	32 canales
ANCHO DE BANDA ENTRANTE	512 Mbps	256 Mbps	192 Mbps
RESOLUCIÓN DE GRABACIÓN	12MP, 8MP, 6MP, 5MP, 4MP, 3MP	1920x1080, 1280x1024, 1280x720, 1024x768	8MP, 6MP, 5MP, 4MP, 2MP
MÉTODOS DE COMPRESIÓN	H.264, H.264+, H.265, H.265+, MPEG4	H.264/MJPEG	MJPEG, H.264, H.265

Tabla 7. Matriz comparativa entre tipos de NVR disponibles en tres marcas

Según los valores mostrados en la tabla anterior, se escogió el NVR del fabricante HIKVISION, Con sus valores de ancho de banda de 512 Mbps, mejor a los otros fabricantes comparados. Como característica adicional este equipo cuenta con la capacidad de hasta 10 TB de disco duro.

El equipo se ubicó en el rack principal del diseño y se designó el método de compresión H.265 reduciendo el tamaño de video un 70% para almacenar más horas de grabación.

6.2.3.4 Switch capa 3

Para la selección de este equipo se realizó una comparación entre tres fabricantes con características acordes a los requerimientos del diseño.

MARCA	HP	TP-LINK	MIKROTIK
MODELO	5130 (jg933a)	T3700G-28TQ	CRS326-24S+2Q+RM
PUERTOS	16 SFP 100/1000 Mbps puertos 8 SFP dual-personality puertos 10/100/1000BASE-T RJ-45 or 100/1000BASE-X Combo puertos 4 SFP+ 1000/10000 SFP+ puertos fijos, 1 puerto RJ-45 serial console	24 puertos RJ45 10/100/1000Mbps (Negociación automática/Auto MDI/MDIX), 4 ranuras Combo SFP 100/1000Mbps, 4 Ranuras de hasta 10G SFP (2 ranuras fijadas y 2 opcionales), 1 puerto de consola	24x 10/100/1000 Mbit/s Gigabit Ethernet with Auto-MDI/X

DIMENSIONES	17.32(w) x 14.17(d) x 1.72(h) in. (44 x 36 x 4.36 cm)	17.32(w) x 13(d) x 1.73 (h) in. (440 x 330 x 44 mm)	285x145x45mm
CAPACIDAD DE ROUTING	128 Gbps	128Gbps	128Gbps
TABLA DE ROUTING	512 entradas	128 entradas	512 entradas
TABLA DIRECCIONES MAC	16384 entradas	16000 entradas	16000 entradas

Tabla 8. Comparación entre marcas de los switch de capa 3

En base a la comparativa realizada en la tabla anterior, se seleccionó para el desarrollo de proyecto el switch de capa 3 del fabricante HP con las características de: 16 puertos SPF 100/1000 Mbps, 8 puertos SPF dual-personality 10/100/1000 BASE-T RJ-45 o 100/1000 BASE-X Combo puertos 4 SPF+ 1000/10000 SPF+ puertos fijos, 1 puerto RJ45 serial console, tabla de routing hasta de 512 entradas.

Las características requeridas para el switch de capa tres planteado en este proyecto son:

- Conmutador Gigabit Ethernet con 16 100/1000BASE-X.
- 4 puertos SFP+.
- 8 puertos de doble función SFP - puertos 10/100/1000BASE-T RJ-45 o puertos combos 100/1000BASE-X.
- Disponer de la tecnología Intelligent Resilient Framework (IRF) y enrutamiento de capa 3 de RIP y estático.
- Latencia de 10 Gbps: < 3 μ s.
- Latencia de 1.000 Mb: < 5 μ s.

6.2.3.5 Switch capa 2

De igual manera se realizó una comparación de equipos de varios fabricantes para la selección del switch de capa 2 señalando características relevantes de estos.

MARCA	HP	TP-LINK	MIKROTIK
MODELO	Aruba 2530 (J9773A)	TL-SG5428	CRS326
PUERTOS	24 puertos RJ-45 autosensing 10/100/1000 PoE+, 4 puertos Gigabit Ethernet SFP fijos, 1 puerto de consola serial	24 puertos RJ-45 de 10/100/1000 Mbps; 4 puertos Gigabit Ethernet SFP fijos, 1 puerto de consola	24 puertos RJ-45 de 10/100/1000 Mbps; 2 puertos Gigabit Ethernet SFP fijos, 1 puerto de consola

	dualpersonality (RJ-45 o USB micro-B)		
CAPACIDAD DE SWITCHING	56Gbps	46Gbps	46Gbps
DIMENSIONES	17.44 (w) x 13.00 (d) x 1.75 (h) in. (44.3 x 33.02 x 4.45 cm)	17.3 × 10.2 × 1.7 in. (440 × 260 × 44 mm)	17.3 × 10.2 × 1.7 in. (440 × 144 × 44 mm)

Tabla 9. Comparación entre marcas de los switch de capa 2

Analizando la tabla comparativa se seleccionó el fabricante HP por las características de 24 puertos de conexión, compatible con estándar 802.3af PoE para alimentación de los equipos conectados y capacidad de switching de 56 Gbps.

Las características que debe cumplir el equipo presentadas en este proyecto son las siguientes:

- IEEE 802.3 Type 10BASE-T
- IEEE 802.3u Type 100BASE-TX
- IEEE 802.3ab Type 1000BASE-T
- IEEE 802.3at PoE+, media type: Auto-MDIX; duplex: 10BASE-T/100BASE-TX: half or full; 1000BASE-T: full only
- Latencia de 1000Mb < 2.3 μs
- Latencia de 100Mb < 7.4 μs

6.2.3.6 Control de acceso

Los equipos que permiten el control de acceso se han desarrollado hasta ser compatibles con la tecnología IP, con lo cual se presenta a continuación las posibles alternativas.

Marca	ANVIZ	2N	SYSCA4R4D
Modelo	T5PRO	Access Unit 2.0	SYSKR602EKB
Sensor biométrico	SI	SI	NO
Lector de proximidad	SI	SI	SI
Acceso por teclado	NO	SI	SI
Voltaje	12V	12V	12V

Tabla 10. Comparación de equipos de control de acceso.

En base a la tabla comparativa se ha seleccionado el proveedor 2N ya que el equipo posee tres diferentes métodos de autenticación que son:

- Sensor Biométrico
- Lector de proximidad
- Acceso por teclado

Permitiendo de esta manera escoger el nivel de seguridad que se asignará a cada dependencia.

6.2.3.7 UPS

Para proveer una alta disponibilidad se requiere de un sistema alimentación ininterrumpido, evitando de esta manera el cese de funciones del sistema de videovigilancia y control de acceso en caso de cortes de energía por cualquier tipo de fallo.

Para la selección del equipo requerido se realizó un cálculo de la potencia aparente requerida para los racks de telecomunicaciones y el centro de monitoreo.

EQUIPOS PROTEGIDOS	CANTIDAD	POTENCIA (W)	FRECUENCIA (Hz)	VOLTAJE (V)	TOTAL
Switch de acceso	1	86	50/60	127/200	86
SUBTOTAL (Watts)					86
SUBTOTAL POTENCIA APARENTE (VA)					122.86
FACTOR DE CRECIMIENTO (25% DEL TOTAL)					30.71
POTENCIA APARENTE TOTAL REQUERIDA (VA)					153.57

Tabla 11. Cálculo de la potencia aparente requerida en los racks secundarios. (Autor, s.f.)

EQUIPOS PROTEGIDOS	CANTIDAD	POTENCIA (W)	FRECUENCIA (Hz)	VOLTAJE (V)	TOTAL
Switch de distribución	1	60	50/60	100/224	60
Grabador de video en red (NVR)	1	550	50/60	100/240	550
SUBTOTAL (Watts)					610
SUBTOTAL POTENCIA APARENTE (VA)					871.43
FACTOR DE CRECIMIENTO (25% DEL TOTAL)					217.86
POTENCIA APARENTE TOTAL REQUERIDA (VA)					1089.29

Tabla 12. Cálculo de la potencia aparente requerida en el rack principal. (Autor, s.f.)

EQUIPOS PROTEGIDOS	CANTIDAD	POTENCIA (W)	FRECUENCIA (Hz)	VOLTAJE (V)	TOTAL
Computador	1	200	50/60	100/240	200
Módulo de pantallas	1	600	50/60	100/240	600
SUBTOTAL (Watts)					800
SUBTOTAL POTENCIA APARENTE (VA)					1142.86
FACTOR DE CRECIMIENTO (25% DEL TOTAL)					285.71
POTENCIA APARENTE TOTAL REQUERIDA (VA)					1428.57

Tabla 13. Cálculo de la potencia aparente requerida en el Centro de Monitoreo. (Autor, s.f.)

Según los datos mostrados en las tablas anteriores se realiza una descripción de dos equipos que cuentan con los requerimientos necesarios para mantener una alimentación ininterrumpida de los equipos, los cuales son UPS FX-1500 LCD 1500VA, designado para racks secundarios, y Power Technologies FDC-2000T, designado para rack principal y central de monitoreo.

UPS FX-1500 LCD 1500VA	Power Technologies FDC-2000T
<ul style="list-style-type: none"> • 8 tomas de salida y supresor de picos. • Efectiva regulación de voltaje ante cambios bruscos de tensión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Respaldo de energía de 128 min. • Nivel de protección 6. • Interruptor, supresor de sobretensión, protector de voltaje, regulador de voltaje y doble conversión en línea.

Tabla 14. Características operativas de los dispositivos UPS seleccionados (Autor, s.f.)

- Tiempo de duración del UPS

El tiempo de duración de cada UPS se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$Tiempo_D = \left(\frac{N \times V \times Ah \times Eff}{VA} \right) \times 60 \quad (1)$$

Donde:

N: El número de baterías del UPS.

V: Voltaje de las baterías.

Ah: Amperios-hora de las baterías.

Eff: Eficiencia del UPS.

VA: Capacidad del UPS.

Tomando como guía los datos provistos por las hojas de especificaciones técnicas de los equipos el tiempo de duración del equipo FX-1500 LCD 1500VA es de 8.21 min, y del equipo Power Technologies FDC-2000T es de 12.31 min.

$$Tiempo_{D1} = \left(\frac{2 \times 12V \times 9Ah \times 0.95}{1500} \right) \times 60$$

$$Tiempo_{D1} = 8.21 \text{ min}$$

$$Tiempo_{D2} = \left(\frac{4 \times 12V \times 9Ah \times 0.95}{2000} \right) \times 60$$

$$Tiempo_{D2} = 12.31 \text{ min}$$

6.2.3.8 Gestión de video

Para la evaluación, discretización y visualización del video de las cámaras de vigilancia se requiere de un software que facilite dichos procesos. Dicho software permitirá el registro de video y visión de imagen de manera concurrente, la grabación de alarmas y detección de movimiento, búsqueda de múltiples eventos almacenados, acceso remoto de varios usuarios, soporte de audio, etc.

6.2.3.8.1 Servidor de video

Una gestión optima del video solo puede realizarse con un equipo que pueda manejar esta cantidad de información, por lo que se requiere que cumpla con unas características mínimas que son:

- Una placa madre similar a ASRock Z390.
- Tarjeta de video de 6GB.
- Procesador Intel Core i7 9700K 8-Core 3.6GHz (4.9GHz TurboBoost).
- Memoria RAM de 8GB de 3000 MHz.
- Disco duro interno con particiones de 1 TB.

6.2.3.8.2 Módulo de pantallas

Para obtener una resolución nítida y amplia de las cámaras de video se propuso el uso de módulos de pantallas.

Se conforma por 4 pantallas de 55", con resolución de 1920x1080 y ángulo de visión horizontal y vertical de 178° a una tasa de actualización de 60Hz, dando como resultado unas dimensiones de 243.6 cm de ancho y 137 cm de altura.

6.2.4 Selección de medios de transmisión

En la sección siguiente se describe los medios de transmisión usados para el sistema de videovigilancia y control de acceso para la interconexión de los diferentes equipos.

6.2.4.1 Cable par trenzado

Para el tendido horizontal se propuso la utilización del cable par trenzado UTP categoría 6A; debido a sus características exigidas por los estándares ANSI-TIA-568-C.2, IEC 61156-5 Ed 2.0, ISO-IEC 11801 Ed 2.2, UL CMR y CSA FT4, UL CMR, IEC 60332-1, IEC 607054, IEC 61034.

Los estándares anteriormente mencionados permiten la aplicación de voz sobre IP, Video sobre IP y garantiza velocidades de hasta 10 Gbps. De esta forma las cámaras de vigilancia y los controles de acceso tienen garantizada la transmisión de sus datos a los equipos de red.

6.2.4.2 Cable drop de fibra óptica

Para la interconexión de los equipos de red capa 2 y capa 3, se propuso el uso de cable drop de fibra óptica de 2 hilos, en donde la ruta de cableado sigue los lineamientos propuestos por el instructivo de instalación de la CNT. Este tipo de cable cumple con el estándar ANSI/TIA/EIA 598 y soporta aplicaciones de 10 Gigabit Ethernet.

6.2.5 Ubicación de cámaras y controles de acceso

A continuación, se muestra la distribución de las cámaras de video y los controles de acceso en cada uno de los bloques que contempla este proyecto.

6.2.5.1 Bloque 3

El siguiente bloque ocupa el área de 294 m² y está conformado de tres plantas con una altura media de 3m. Este bloque cuenta con 10 aulas para estudiantes y 3 salas de docentes.



Figura 27. Bloque 3 FEIRNNR. (Autor, s.f.)

Para el bloque actual se designó el uso de 4 cámaras tipo domo destinadas a cubrir el acceso principal al bloque y entradas a cada aula o sala docente.

Por otra parte, los controles de acceso se ubicaron en cada uno de los accesos a las aulas y salas docentes para facilitar el acceso y brindar mayor seguridad.

La interconexión de las cámaras y controles de acceso con el switch de acceso, que se encuentra dentro del rack en la sala docente de la primera planta alta, se da a través de UTP CAT 6A, a través de canaletas plásticas.

Ubicación	Nombre	Cámara	Tipo	Resolución	Sensor	Longitud focal (mm)	Altura de montaje (m)	Ángulo de montaje (°)	Campo de visión vertical	Campo de visión horizontal	Zona muerta (m)	Altura de visión (m)
Planta baja(exterior)	CPB03-01	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.70	31.2	55	100	1.37	2
Planta baja	CPB03-02	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.70	31.2	55	100	1.37	2
Primera planta alta	CPP03-01	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.70	31.2	55	100	1.37	2
Segunda planta alta	CSP03-01	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.70	31.2	55	100	1.37	2

Tabla 15. Ubicación de los tipos de cámara de videovigilancia del bloque 3. (Autor, s.f.)

Ubicación	Nombre	Control de acceso	Altura de montaje (m)	Ubicación	Nombre	Control de acceso	Altura de montaje (m)
Planta baja	APB03-01	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Primera planta alta	APP03-04	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Planta baja	APB03-02	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Segunda planta alta	ASP03-01	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Planta baja	APB03-03	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Segunda planta alta	ASP03-02	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Planta baja	APB03-04	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Segunda planta alta	ASP03-03	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Planta baja	APB03-05	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Segunda planta alta	ASP03-04	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Primera planta alta	APP03-01	ACCESS UNIT 2.0	1.30				
Primera planta alta	APP03-02	ACCESS UNIT 2.0	1.30				
Primera planta alta	APP03-03	ACCESS UNIT 2.0	1.30				

Tabla 16. Ubicación de los controles de acceso del bloque 3. (Autor, s.f.)

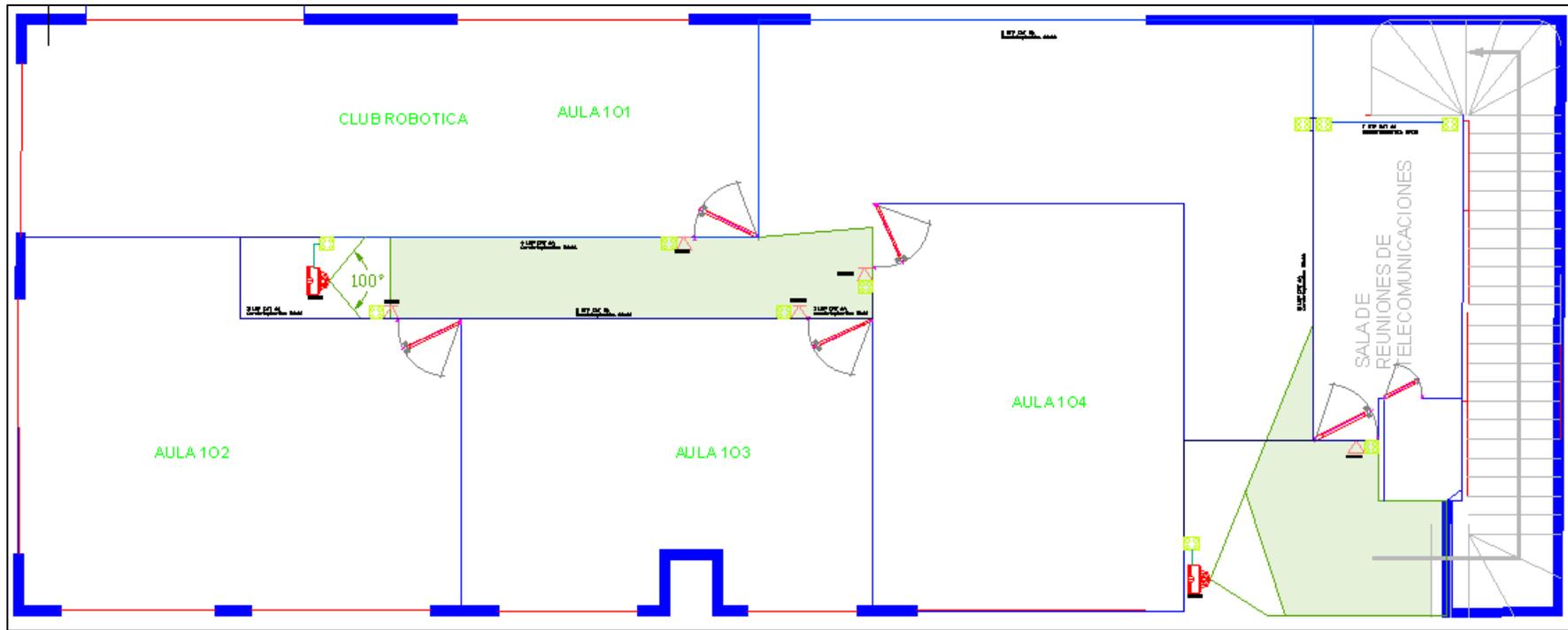


Figura 28. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la planta baja del bloque 3.

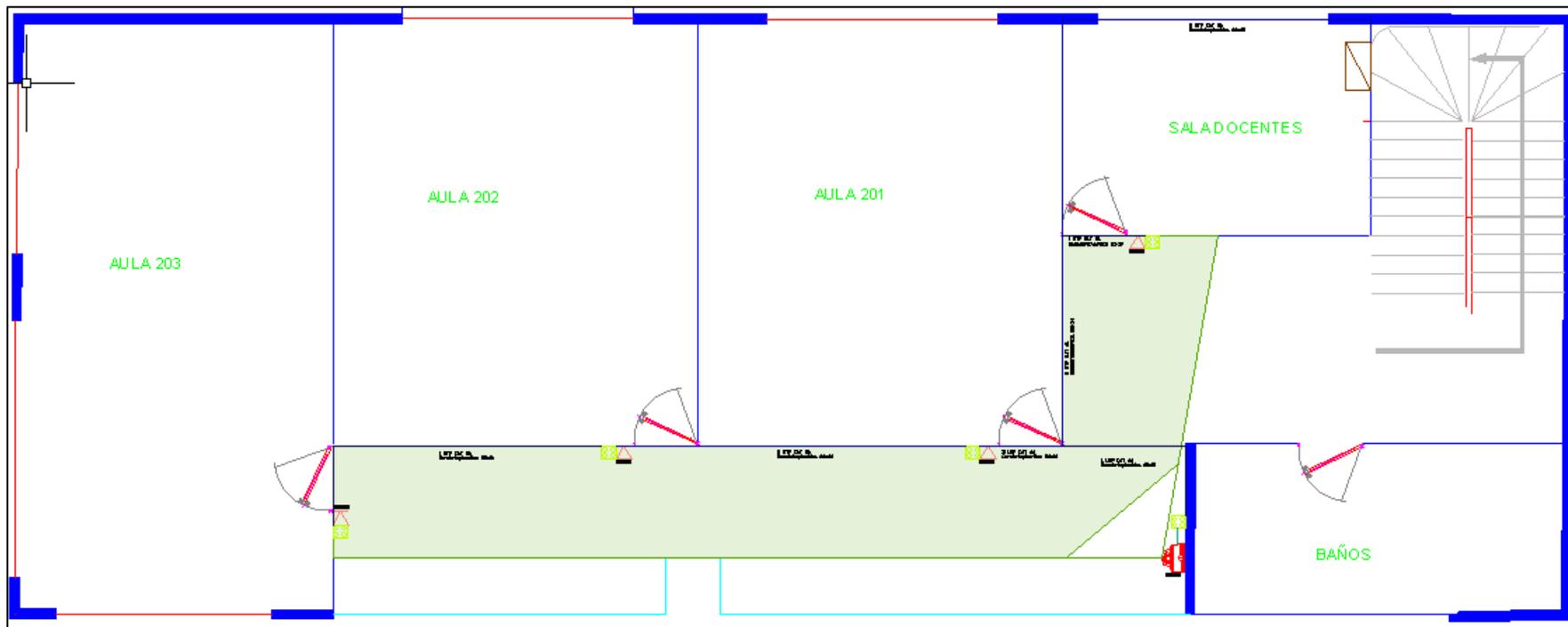


Figura 29. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la primera planta alta del bloque 3. (Autor, s.f.)

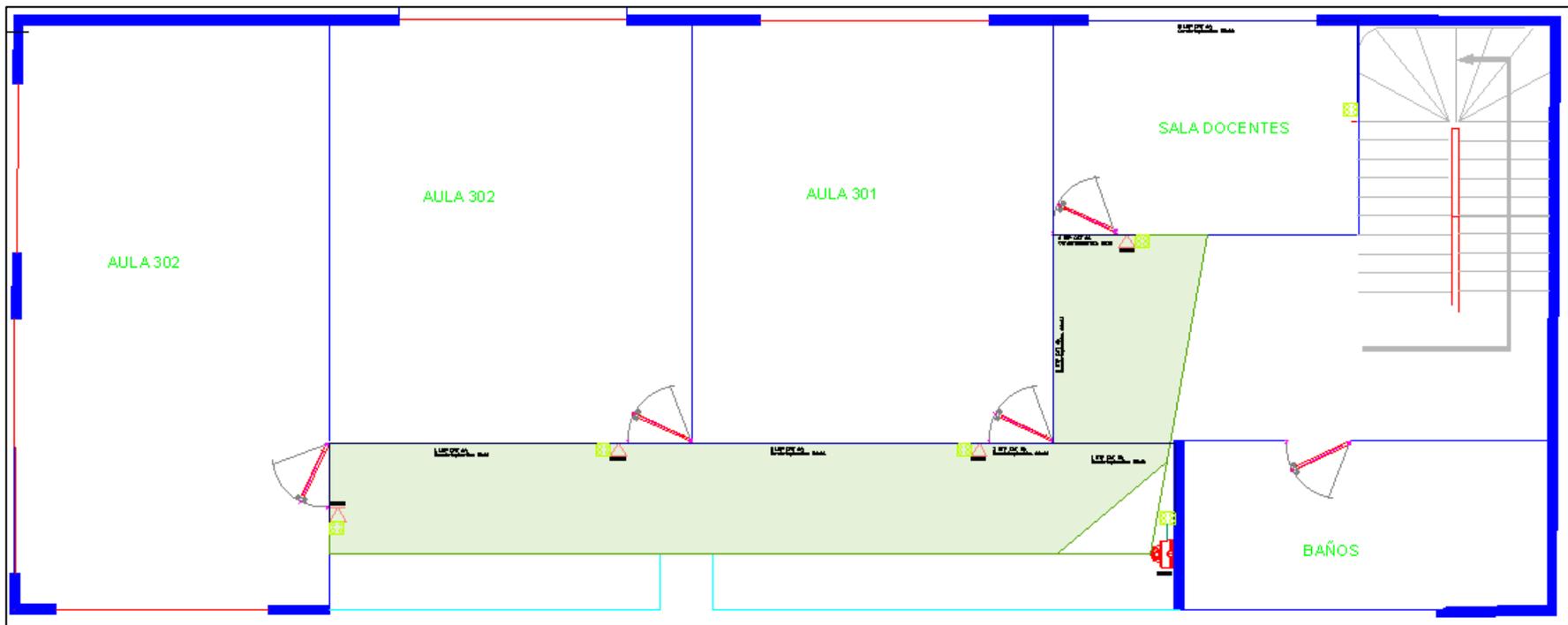


Figura 30. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la segunda planta alta del bloque 3. (Autor, s.f.)

6.2.5.2 Bloque 4

Este bloque cubre un área de 271.2 m² y cuenta con tres plantas con una altura promedio de 3m, su distribución está conformada por 6 aulas, 2 salas de docencia, biblioteca de la facultad y aula magna.



Figura 31. Bloque 4 FEIRNNR (Autor, s.f.)

Para este bloque se planificó el uso de 7 cámaras de video, así como el control de acceso para cada dependencia, las áreas que se toman en cuenta para el monitoreo son la entrada principal, biblioteca, graderíos y aula magna.

Ubicación	Nombre	Cámara	Tipo	Resolución	Sensor	Longitud focal (mm)	Altura de montaje (m)	Ángulo de montaje (°)	Campo de visión vertical	Campo de visión horizontal	Zona muerta (m)	Altura de visión (m)
Planta baja	CPB04-01	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.70	31.2	55	100	1.37	2
Planta baja	CPB04-02	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.70	31.2	55	100	1.37	2
Planta baja	CPB04-03	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.70	31.2	55	100	1.37	2
Planta baja	CPB04-04	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.70	31.2	55	100	1.37	2
Primera planta alta	CPP04-01	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.70	31.2	55	100	1.37	2
Segunda planta alta	CSP04-01	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.70	31.2	55	100	1.37	2
Segunda planta alta	CSP04-02	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.70	31.2	55	100	1.37	2
Segunda planta alta	CSP04-03	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.70	31.2	55	100	1.37	2

Tabla 17. Ubicación de los tipos de cámara de videovigilancia del bloque 4. (Autor, s.f.)

Ubicación	Nombre	Control de acceso	Altura de montaje (m)	Ubicación	Nombre	Control de acceso	Altura de montaje (m)
Planta baja	APB04-01	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Segunda planta alta	ASP04-02	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Planta baja	APB04-02	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Segunda planta alta	ASP04-03	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Primera planta alta	APP04-01	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Segunda planta alta	ASP04-04	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Primera planta alta	APP04-02	ACCESS UNIT 2.0	1.30				
Primera planta alta	APP04-03	ACCESS UNIT 2.0	1.30				
Primera planta alta	APP04-04	ACCESS UNIT 2.0	1.30				
Primera planta alta	APP04-05	ACCESS UNIT 2.0	1.30				
Segunda planta alta	ASP04-01	ACCESS UNIT 2.0	1.30				

Tabla 18. Ubicación de los controles de acceso del bloque 4. (Autor, s.f.)

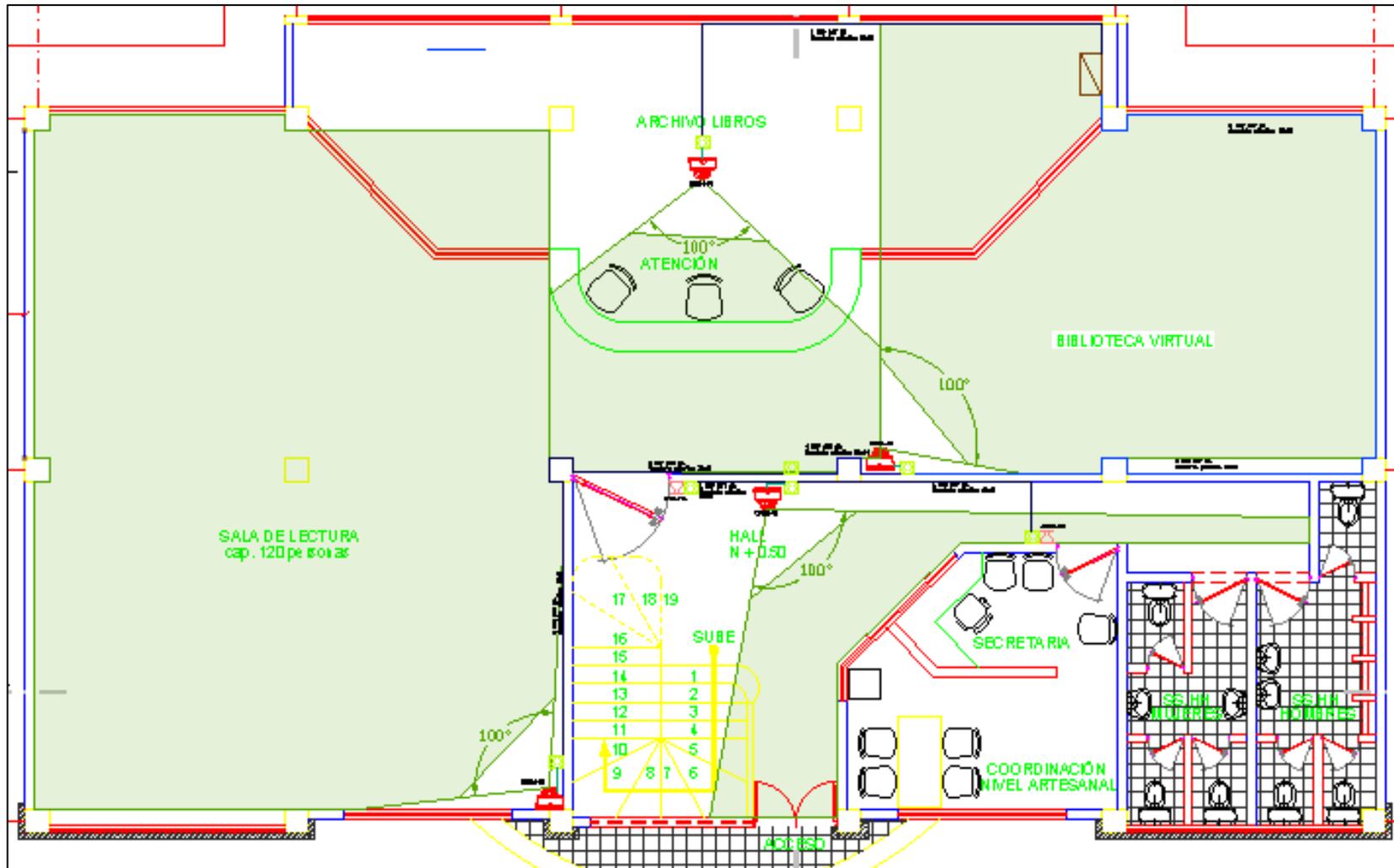


Figura 32. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la planta baja del bloque 4. (Autor, s.f.)

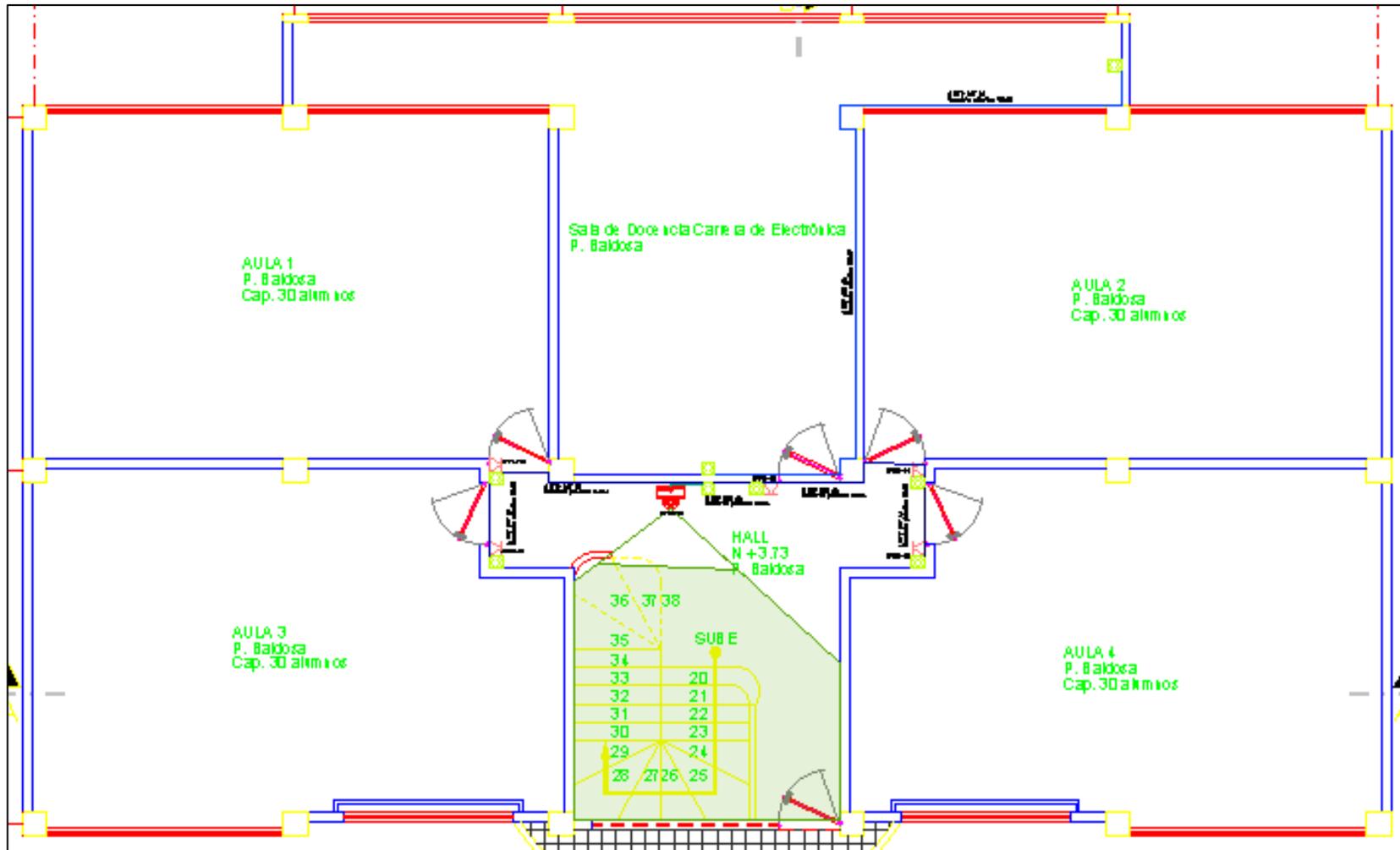


Figura 33. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la primera planta alta del bloque 4. (Autor, s.f.)

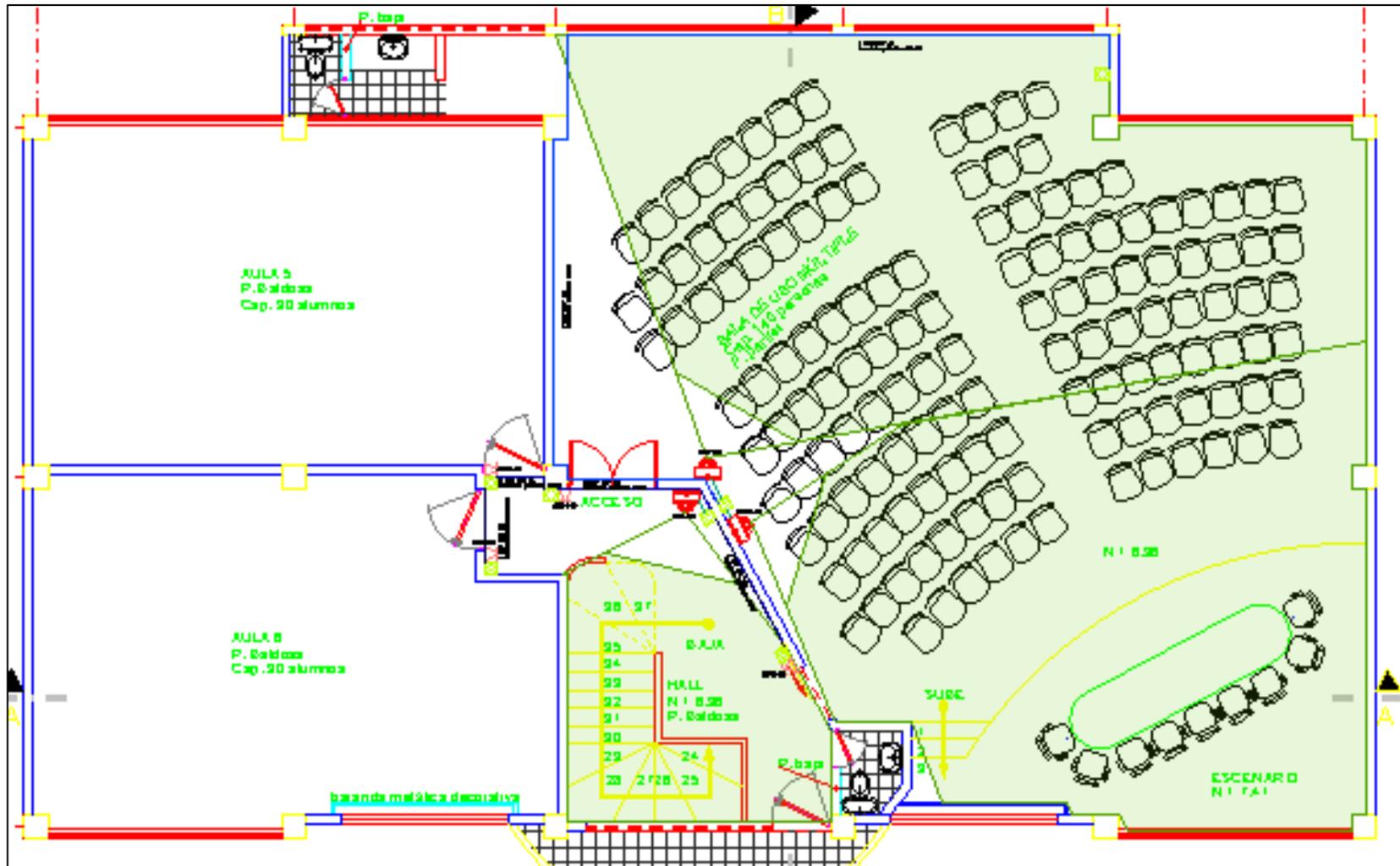


Figura 34. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la segunda planta alta del bloque 4.

6.2.5.3 Bloque 7

Para el bloque 7 se planificó una única cámara de video para controlar la entrada principal, este bloque tiene un área de 249 m² y una sola planta, con una altura de 2.75 m, Sus dependencias están adecuadas para una sala de docentes y un aula para estudiantes.



Figura 35. Bloque 7 FEIRNNR. (Autor, s.f.)

Ubicación	Nombre	Cámara	Tipo	Resolución	Sensor	Longitud focal (mm)	Altura de montaje (m)	Ángulo de montaje (°)	Campo de visión vertical	Campo de visión horizontal	Zona muerta (m)	Altura de visión (m)
Planta baja	CPB07-01	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.70	31.2	55	100	1.37	2

Tabla 19. Ubicación de los tipos de cámara de videovigilancia del bloque 7. (Autor, s.f.)

Ubicación	Nombre	Control de acceso	Altura de montaje (m)	Ubicación	Nombre	Control de acceso	Altura de montaje (m)
Planta baja	APB07-01	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Planta baja	APB07-02	ACCESS UNIT 2.0	1.30

Tabla 20. Ubicación de los controles de acceso del bloque 7. (Autor, s.f.)

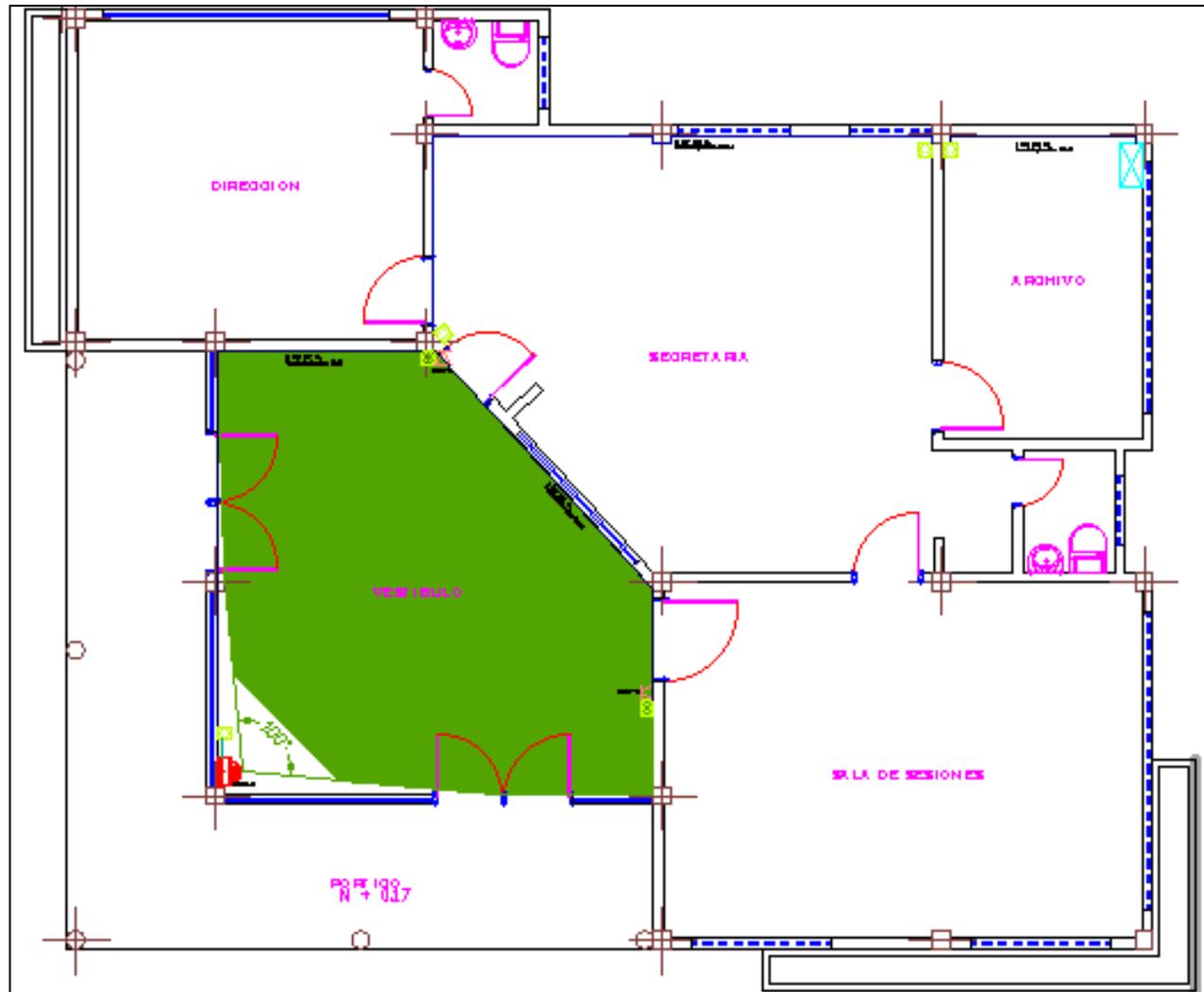


Figura 36. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la planta baja del bloque 7. (Autor, s.f.)

6.2.5.4 Bloque 8

El bloque 8 cuenta con un área de 326.37 m², está conformado por dos plantas en las cuales encontramos 6 aulas para estudiantes y 3 salas docentes y la altura promedio de cada planta es de 2.70 m.



Figura 37. Bloque 8 FEIRNNR. (Autor, s.f.)

En la planta baja se decidió monitorear el acceso principal al bloque y las entradas a las aulas y salas docentes, con un total de 3 cámaras para la planta baja, para la primera planta alta se requirió solo 2 cámaras para cubrir las entradas de todas las dependencias.

El rack secundario se encuentra ubicado en la segunda planta alta para facilitar la interconexión y evitar en cierta medida la posible manipulación de personal no autorizado.

Ubicación	Nombre	Cámara	Tipo	Resolución	Sensor	Longitud focal (mm)	Altura de montaje (m)	Ángulo de montaje (°)	Campo de visión vertical	Campo de visión horizontal	Zona muerta (m)	Altura de visión (m)
Planta baja	CPB08-01	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.65	31.2	55	100	1.37	2
Planta baja	CPB08-02	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.65	31.2	55	100	1.37	2
Planta baja	CPB08-03	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.65	31.2	55	100	1.37	2
Primera planta alta	CPP08-01	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.65	31.2	55	100	1.37	2
Primera planta alta	CPP08-01	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.65	31.2	55	100	1.37	2

Tabla 21. Ubicación de los tipos de cámara de videovigilancia del Bloque 8. (Autor, s.f.)

Ubicación	Nombre	Control de acceso	Altura de montaje (m)	Ubicación	Nombre	Control de acceso	Altura de montaje (m)
Planta baja	APB08-01	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Primera planta alta	APP08-05	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Planta baja	APB08-02	ACCESS UNIT 2.0	1.30				
Planta baja	APB08-03	ACCESS UNIT 2.0	1.30				
Planta baja	APB08-04	ACCESS UNIT 2.0	1.30				
Primera planta alta	APP08-01	ACCESS UNIT 2.0	1.30				
Primera planta alta	APP08-02	ACCESS UNIT 2.0	1.30				
Primera planta alta	APP08-03	ACCESS UNIT 2.0	1.30				
Primera planta alta	APP08-04	ACCESS UNIT 2.0	1.30				

Tabla 22. Ubicación de los controles de acceso del Bloque 8. (Autor, s.f.)

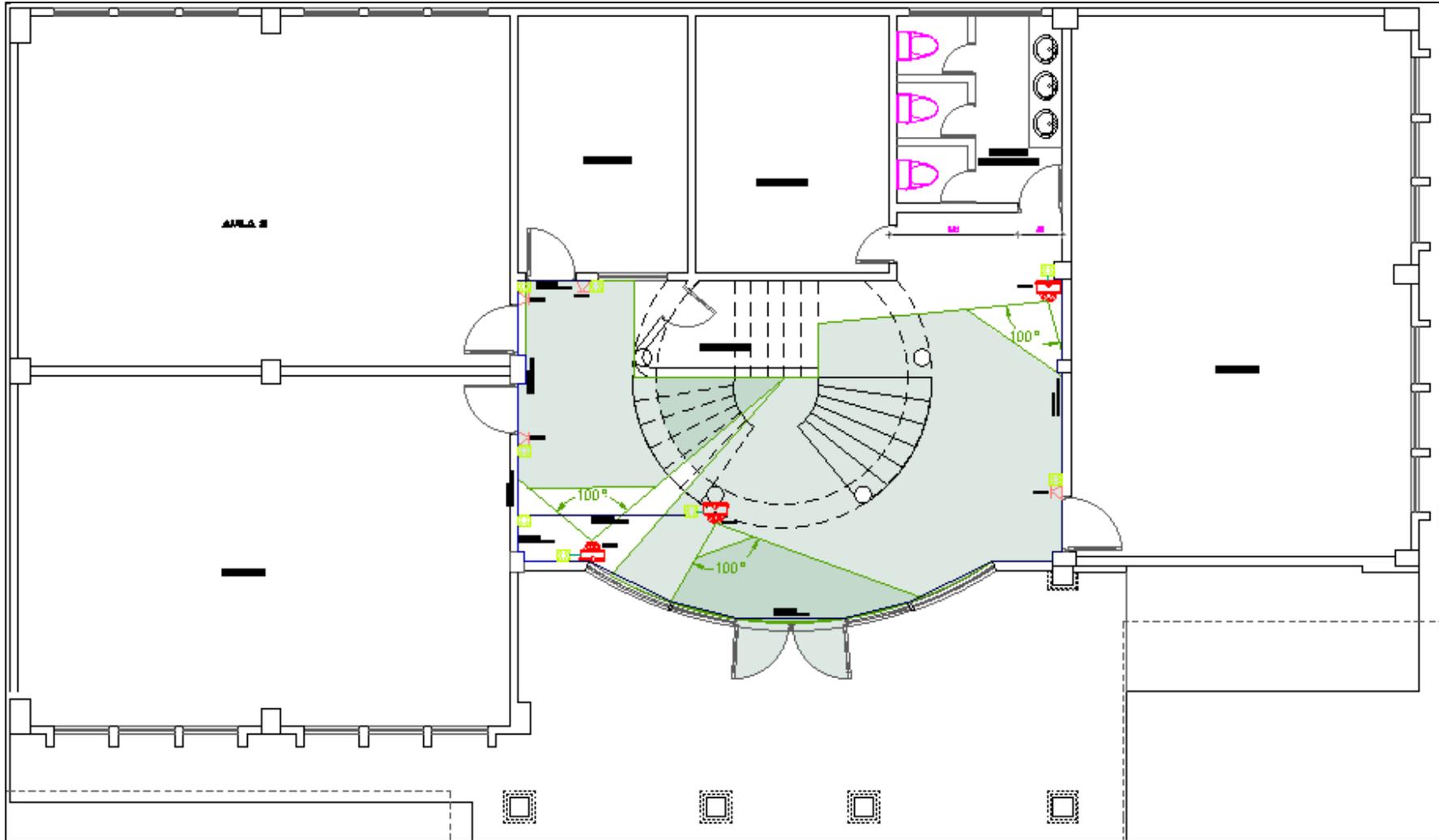


Figura 38. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la planta baja del bloque 8. (Autor, s.f.)

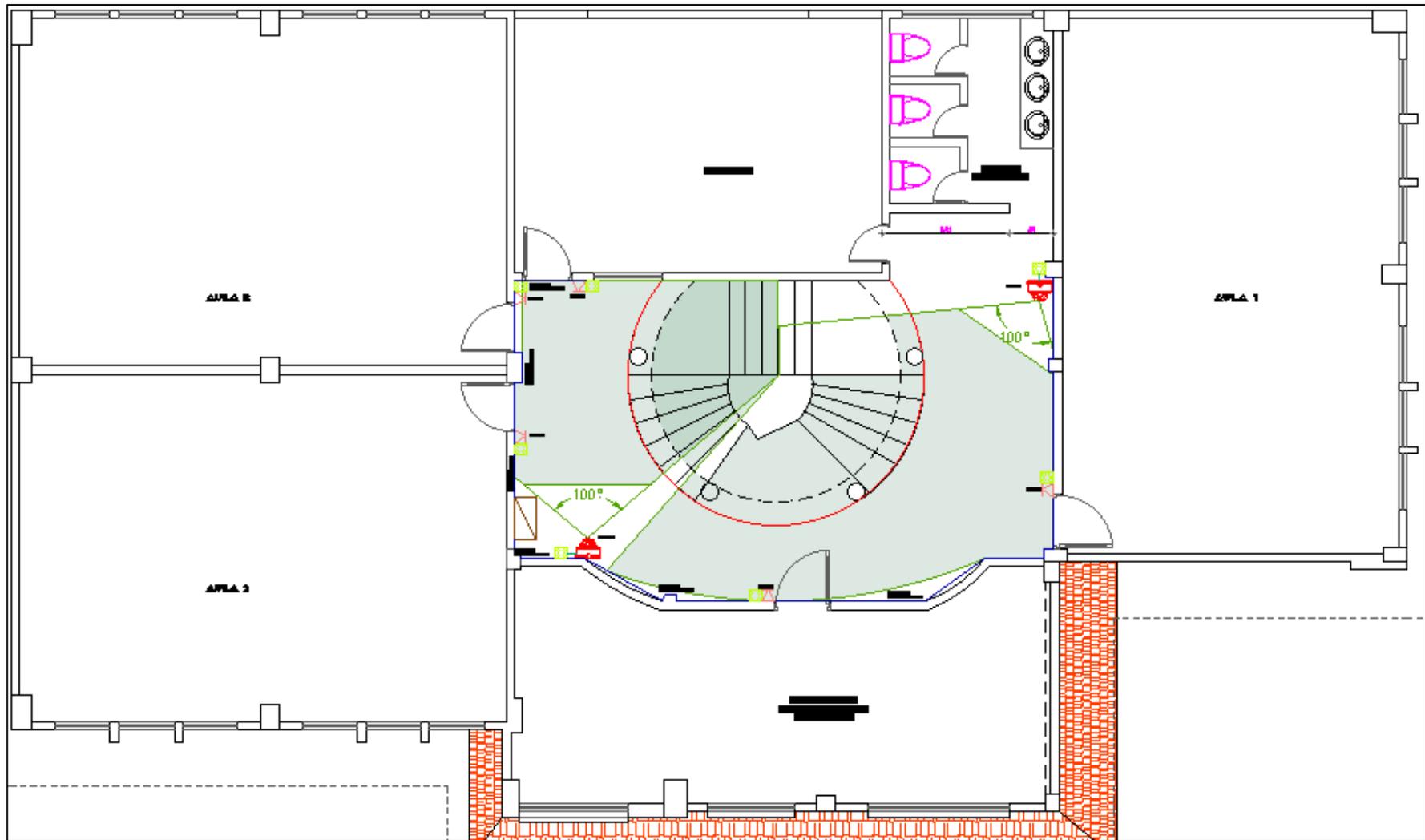


Figura 39. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la primera planta alta del bloque 8. (Autor, s.f.)

6.2.5.5 Bloque 10

El siguiente bloque es el más extenso, cubriendo un área de 1218.8 m², cuenta de una sola planta con una altura de 2.70 m.



Figura 40. Bloque 10 FEIRNNR. (Autor, s.f.)

A pesar de su extensión se requirieron 6 cámaras en total para cubrir las zonas críticas de esta edificación, en el ala derecha de este bloque se encuentra una entrada a aulas u laboratorios de la carrera de Geología y Minas, por lo cual se planificaron 2 cámaras, 1 para cubrir esta entrada y una adicional para un único corredor.

En la parte central del bloque se encuentra un auditorio para proyecciones y varias salas docentes, de igual manera que la sección anterior de este bloque se propuso el uso de dos cámaras ya que existe una única entrada y un corredor que da acceso a las dependencias.

El ala izquierda del bloque 10 Cuenta con 3 accesos, dos son a aulas estudiantiles y uno a un taller de electricidad, las dos primeras requieren del monitoreo desde fuera del bloque por lo que se usó una cámara tipo bala, y, para el taller de electricidad, una cámara tipo domo que asegura su único acceso.

Ubicación	Nombre	Cámara	Tipo	Resolución	Sensor	Longitud focal (mm)	Altura de montaje (m)	Ángulo de montaje (°)	Campo de visión vertical	Campo de visión horizontal	Zona muerta (m)	Altura de visión (m)
Planta baja	CPB10-01	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.65	31.2	55	100	1.37	2
Planta baja	CPB10-02	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.65	31.2	55	100	1.37	2
Planta baja	CPB10-03	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.65	31.2	55	100	1.37	2
Planta baja	CPP10-04	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.65	31.2	55	100	1.37	2
Planta baja (exterior)	CPP10-05	DS-2CD1043G0-I	Bala	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.65	31.2	55	100	1.37	2
Planta baja	CPP10-06	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.65	31.2	55	100	1.37	2

Tabla 23. Ubicación de los tipos de cámara de videovigilancia del Bloque 10. (Autor, s.f.)

Ubicación	Nombre	Control de acceso	Altura de montaje (m)	Ubicación	Nombre	Control de acceso	Altura de montaje (m)
Planta baja	APB10-01	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Planta baja	APB10-09	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Planta baja	APB10-02	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Planta baja	APB10-10	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Planta baja	APB10-03	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Planta baja	APB10-11	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Planta baja	APB10-04	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Planta baja	APB10-12	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Planta baja	APB10-05	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Planta baja	APB10-13	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Planta baja	APB10-06	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Planta baja	APB10-14	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Planta baja	APB10-07	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Planta baja	APB10-15	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Planta baja	APB10-08	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Planta baja	APB10-16	ACCESS UNIT 2.0	1.30

Tabla 24. Ubicación de los controles de acceso del Bloque 10. (Autor, s.f.)

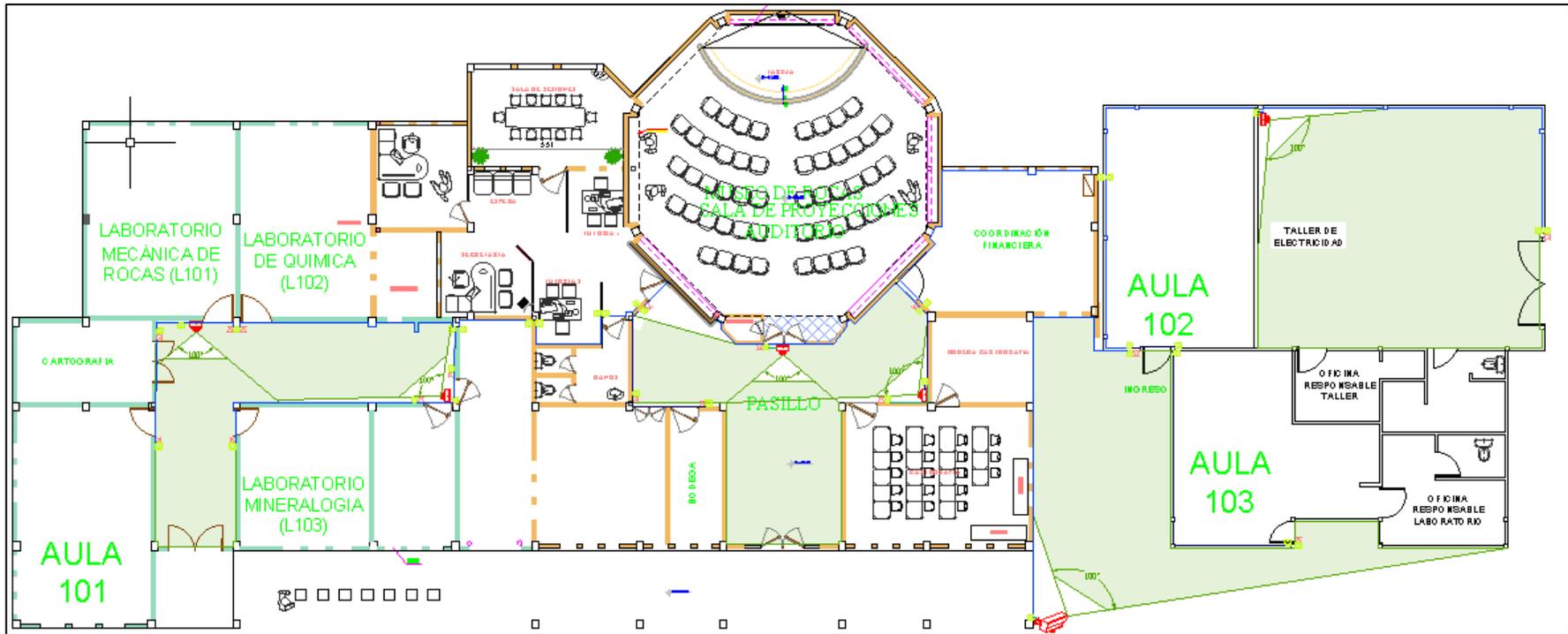


Tabla 25. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la planta baja del bloque 10. (Autor, s.f.)

6.2.5.6 Bloque 12

Este bloque denominado casa autosustentable hace las veces de bodega para la carrera de Geología y Mina, tiene un área de 80 m² y una altura de 3m.



Para este bloque se destinó una sola cámara al igual que control de acceso para monitoreo y control del acceso principal.

Ubicación	Nombre	Cámara	Tipo	Resolución	Sensor	Longitud focal (mm)	Altura de montaje (m)	Ángulo de montaje (°)	Campo de visión vertical	Campo de visión horizontal	Zona muerta (m)	Altura de visión (m)
Planta baja	CPB12-01	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.85	31.2	55	100	1.37	2

Tabla 26. Ubicación de los tipos de cámara de videovigilancia del bloque 12. (Autor, s.f.)

Ubicación	Nombre	Control de acceso	Altura de montaje (m)	Ubicación	Nombre	Control de acceso	Altura de montaje (m)
Planta baja	APB12-01	ACCESS UNIT 2.0	1.30				

Tabla 27. Ubicación de los controles de acceso del bloque 12. (Autor, s.f.)

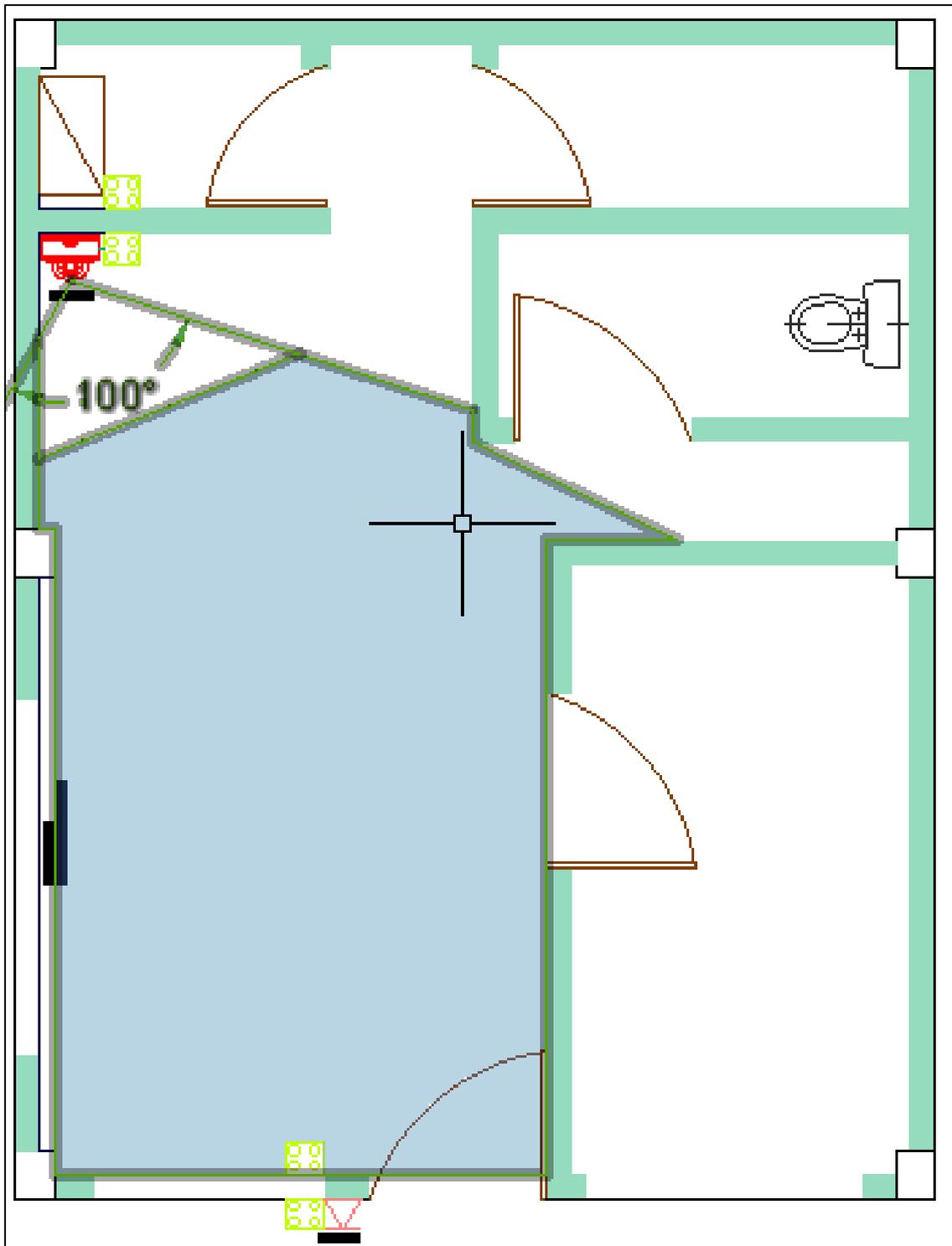


Figura 41. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la planta baja del bloque 12.

6.2.5.7 Bloque 13

Este bloque cuenta con un área de 675 m² y una altura de 3.5m, está destinado como centro de administración general del área, está formado por varias oficinas administrativas de cada carrera u algunas salas de docencia.



Figura 42. Bloque 13 FEIRNNR. (Autor, s.f.)

Para el monitoreo de este bloque se usaron 3 cámaras tipo domo las cuales cubren la entrada principal al bloque y un patio interno el cual da a todos los accesos a las dependencias.

Ubicación	Nombre	Cámara	Tipo	Resolución	Sensor	Longitud focal (mm)	Altura de montaje (m)	Ángulo de montaje (°)	Campo de visión vertical	Campo de visión horizontal	Zona muerta (m)	Altura de visión (m)
Planta baja	CPB13-01	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.85	31.2	55	100	1.37	2
Planta baja	CPB13-02	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.85	31.2	55	100	1.37	2
Planta baja	CPB13-03	DS-2CD1143G0-I	Domo	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.85	31.2	55	100	1.37	2

Tabla 28. Ubicación de los tipos de cámara de videovigilancia del bloque 13. (Autor, s.f.)

Ubicación	Nombre	Control de acceso	Altura de montaje (m)	Ubicación	Nombre	Control de acceso	Altura de montaje (m)
Planta baja	APB13-01	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Planta baja	APB13-09	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Planta baja	APB13-02	ACCESS UNIT 2.0	1.30	Planta baja	APB13-10	ACCESS UNIT 2.0	1.30
Planta baja	APB13-03	ACCESS UNIT 2.0	1.30				
Planta baja	APB13-04	ACCESS UNIT 2.0	1.30				
Planta baja	APB13-05	ACCESS UNIT 2.0	1.30				
Planta baja	APB13-06	ACCESS UNIT 2.0	1.30				
Planta baja	APB13-07	ACCESS UNIT 2.0	1.30				
Planta baja	APB13-08	ACCESS UNIT 2.0	1.30				

Tabla 29. Ubicación de los controles de acceso del bloque 13. (Autor, s.f.)

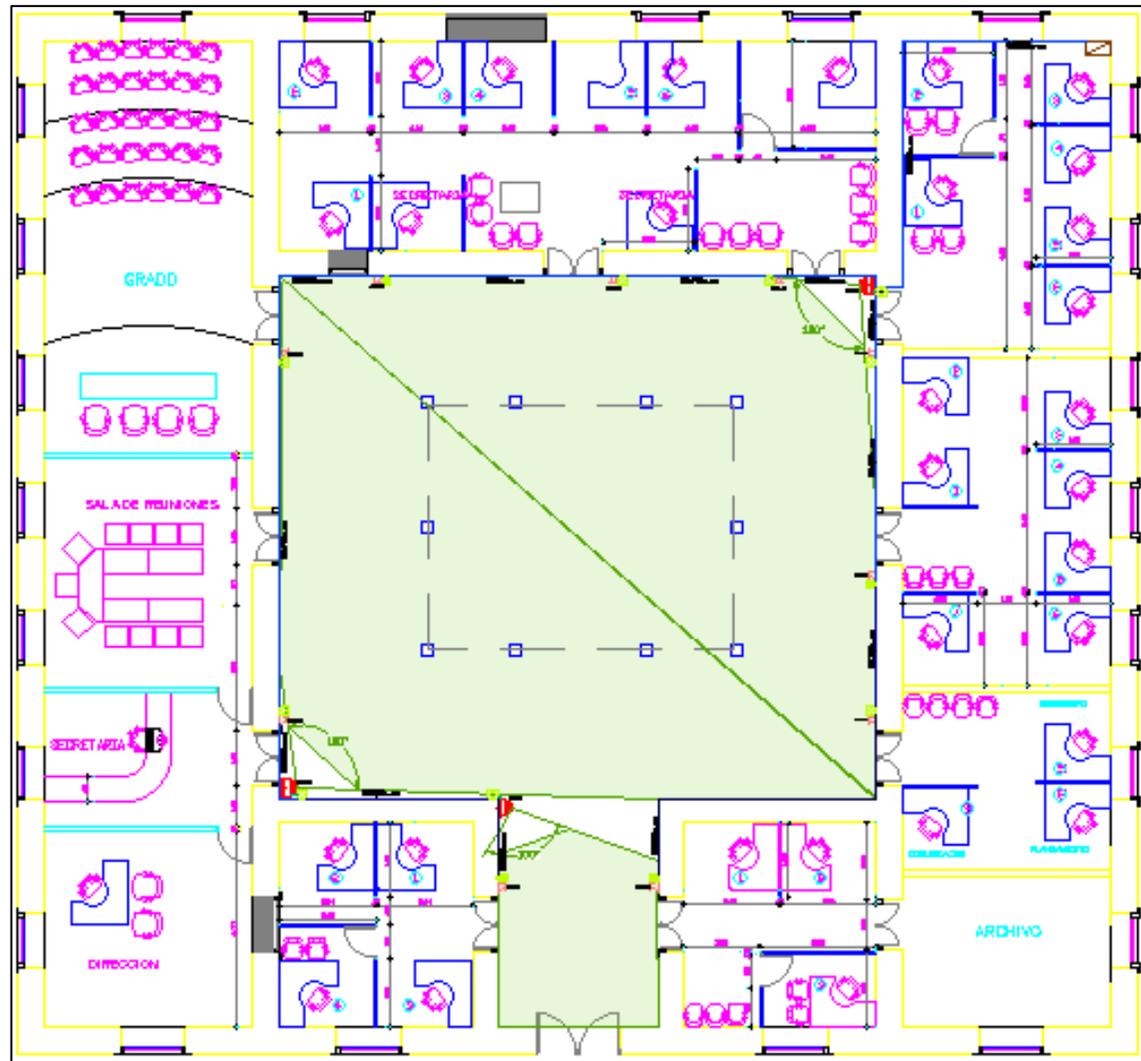


Figura 43. Planimetría de diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso de la planta baja del bloque 13. (Autor, s.f.)

6.2.5.8 Estacionamiento

La siguiente propuesta tiene como objetivo proveer seguridad a los vehículos, ya sea de estudiantes o docentes, con un área de 4900 m² se cubre con un total de 9 cámaras de video tipo bala.



Figura 44. Estacionamiento A FEIRNNR. (Autor, s.f.)



Figura 45. Estacionamiento B FEIRNNR. (Autor, s.f.)



Figura 46. Estacionamiento C FEIRNNR. (Autor, s.f.)

Además, se colocaron dos cámaras en acceso vehicular principal para obtener un registro de las placas de los mismos.

Ubicación	Nombre	Cámara	Tipo	Resolución	Sensor	Longitud focal (mm)	Altura de montaje (m)	Ángulo de montaje (°)	Campo de visión vertical	Campo de visión horizontal	Zona muerta (m)	Altura de visión (m)
Estacionamiento C	CEXT-01	DS-2CD1043G0-I	Bala	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.85	31.2	55	100	1.37	2
Estacionamiento C	CEXT-02	DS-2CD1043G0-I	Bala	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.85	31.2	55	100	1.37	2
Estacionamiento C	CEXT-03	DS-2CD1043G0-I	Bala	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.85	31.2	55	100	1.37	2
Estacionamiento B	CEXT-04	DS-2CD1043G0-I	Bala	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.85	31.2	55	100	1.37	2
Estacionamiento B	CEXT-05	DS-2CD1043G0-I	Bala	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.85	31.2	55	100	1.37	2
Estacionamiento A	CEXT-06	DS-2CD1043G0-I	Bala	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.85	31.2	55	100	1.37	2
Estacionamiento A	CEXT-07	DS-2CD1043G0-I	Bala	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.85	31.2	55	100	1.37	2
Estacionamiento A	CEXT-08	DS-2CD1043G0-I	Bala	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.85	31.2	55	100	1.37	2
Estacionamiento A	CEXT-09	DS-2CD1043G0-I	Bala	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.85	31.2	55	100	1.37	2
Acceso Principal	CEXT-10	DS-2CD1043G0-I	Bala	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.85	31.2	55	100	1.37	2
Acceso Principal	CEXT-11	DS-2CD1043G0-I	Bala	4MP (2560x1440)	1/3	2.8	2.85	31.2	55	100	1.37	2

Figura 47. Ubicación de los tipos de cámara de videovigilancia de los estacionamientos. (Autor, s.f.)

6.2.6 Distribución de las tomas de video

A continuación, se presentan en tablas la ubicación de cada toma de video dentro del diseño, la nomenclatura se puede apreciar en los planos arquitectónicos adjuntos del proyecto.

Número	Toma de video	Rack	Ubicación	
1	CPB03-01	SWA03-01	Exterior	Planta baja
2	CPB03-02	SWA03-01	Pasillo	Planta baja
3	CPP03-01	SWA03-01	Pasillo	Primera planta alta
4	CSP03-01	SWA03-01	Pasillo	Segunda planta alta
5	CEXT-01	SWA03-01	Exterior	Estacionamiento C
6	CEXT-02	SWA03-01	Exterior	Estacionamiento C

Tabla 30. Distribución de las tomas de video en el bloque 3. (Autor, s.f.)

Número	Toma de video	Rack	Ubicación	
1	CPB04-01	SWA04-01	Vestíbulo	Planta baja
2	CPB04-02	SWA04-01	Biblioteca	Planta baja
3	CPB04-03	SWA04-01	Biblioteca	Planta baja
4	CPB04-04	SWA04-01	Biblioteca	Planta baja
5	CPP04-01	SWA04-01	Vestíbulo	Primera planta alta
6	CSP04-01	SWA04-01	Vestíbulo	Segunda planta alta
7	CSP04-02	SWA04-01	Aula Magna	Segunda planta alta
8	CSP04-03	SWA04-01	Aula Magna	Segunda planta alta

Tabla 31. Distribución de las tomas de video en el bloque 4. (Autor, s.f.)

Número	Toma de video	Rack	Ubicación	
1	CPB07-01	SWA07-01	Vestíbulo	Planta baja
2	CEXT-03	SWA07-01	Exterior	Estacionamiento C
3	CEXT-04	SWA07-01	Exterior	Estacionamiento B

Tabla 32. Distribución de las tomas de video en el bloque 7. (Autor, s.f.)

Número	Toma de video	Rack	Ubicación	
1	CPB08-01	SWA08-01	Vestíbulo	Planta baja
2	CPB08-02	SWA08-01	Ingreso	Planta baja
3	CPB08-03	SWA08-01	Vestíbulo	Planta baja
4	CPP08-01	SWA08-01	Vestíbulo	Primera planta alta
5	CPP08-01	SWA08-01	Vestíbulo	Primera planta alta
6	CEXT-05	SWA08-01	Exterior	Estacionamiento B
7	CEXT-07	SWA08-01	Exterior	Estacionamiento A

Tabla 33. Distribución de las tomas de video en el bloque 8. (Autor, s.f.)

Número	Toma de video	Rack	Ubicación	
1	CPB10-01	SWA10-01	Ingreso	Planta baja
2	CPB10-02	SWA10-01	Vestíbulo	Planta baja
3	CPB10-03	SWA10-01	Ingreso	Planta baja
4	CPB10-04	SWA10-01	Vestíbulo	Planta baja
5	CPB10-05	SWA10-01	Exterior	Planta baja

6	CPB10-06	SWA10-01	Taller de electricidad	Planta baja
7	CEXT-06	SWA10-01	Exterior	Estacionamiento A
8	CEXT-08	SWA10-01	Exterior	Estacionamiento A

Tabla 34. Distribución de las tomas de video en el bloque 10. (Autor, s.f.)

Número	Toma de video	Rack	Ubicación	
1	CPB12-01	SWA12-01	Ingreso	Planta baja
2	CEXT-09	SWA12-01	Exterior	Estacionamiento A

Tabla 35. Distribución de las tomas de video en el bloque 12. (Autor, s.f.)

Número	Toma de video	Rack	Ubicación	
1	CPB13-01	SWA13-01	Ingreso	Planta baja
2	CPB13-02	SWA13-01	Vestíbulo	Planta baja
3	CPP13-03	SWA13-01	Vestíbulo	Planta baja
4	CEXT-10	SWA13-01	Acceso Principal	Estacionamiento
5	CEXT-11	SWA13-01	Acceso Principal	Estacionamiento

Tabla 36. Distribución de las tomas de video en el bloque 13. (Autor, s.f.)

6.2.7 Distribución de las tomas para controles de acceso

En las tablas siguientes, se menciona la ubicación de cada toma de control de acceso dentro del diseño, la nomenclatura se puede apreciar en los planos arquitectónicos adjuntos del proyecto.

Número	Toma de control de acceso	Rack	Ubicación	
1	APB03-01	SWA03-01	Ambiente 5	Planta baja
2	APB03-02	SWA03-01	Ambiente 2	Planta baja
3	APB03-03	SWA03-01	Ambiente 3	Planta baja
4	APB03-04	SWA03-01	Ambiente 4	Planta baja
5	APB03-05	SWA03-01	Ambiente 1	Planta baja
6	APP03-01	SWA03-01	Ambiente 4	Primera planta alta
7	APP03-02	SWA03-01	Ambiente 3	Primera planta alta
8	APP03-03	SWA03-01	Ambiente 2	Primera planta alta
9	APP03-04	SWA03-01	Ambiente 1	Primera planta alta
10	ASP03-01	SWA03-01	Ambiente 4	Segunda planta alta
11	ASP03-02	SWA03-01	Ambiente 3	Segunda planta alta
12	ASP03-03	SWA03-01	Ambiente 2	Segunda planta alta

13	ASP03-04	SWA03-01	Ambiente 1	Segunda planta alta
-----------	----------	----------	------------	---------------------

Tabla 37. Distribución de las tomas de control de acceso en el bloque 3. (Autor, s.f.)

Número	Toma de control de acceso	Rack	Ubicación	
1	APB04-01	SWA04-01	Ambiente 2	Planta baja
2	APB04-02	SWA04-01	Ambiente 1	Planta baja
3	APP04-01	SWA04-01	Ambiente 5	Primera planta alta
4	APP04-02	SWA04-01	Ambiente 4	Primera planta alta
5	APP04-03	SWA04-01	Ambiente 3	Primera planta alta
6	APP04-04	SWA04-01	Ambiente 2	Primera planta alta
7	APP04-05	SWA04-01	Ambiente 1	Primera planta alta
8	ASP04-01	SWA04-01	Ambiente 3	Segunda planta alta
9	ASP04-02	SWA04-01	Ambiente 2	Segunda planta alta
10	ASP04-03	SWA04-01	Ambiente 1	Segunda planta alta
11	ASP04-04	SWA04-01	Ambiente 1	Segunda planta alta

Tabla 38. Distribución de las tomas de control de acceso en el bloque 4. (Autor, s.f.)

Número	Toma de control de acceso	Rack	Ubicación	
1	APB07-01	SWA07-01	Ambiente 2	Planta baja
2	APB07-02	SWA07-01	Ambiente 1	Planta baja

Tabla 39. Distribución de las tomas de control de acceso en el bloque 7. (Autor, s.f.)

Número	Toma de control de acceso	Rack	Ubicación	
1	APB08-01	SWA08-01	Ambiente 4	Planta baja
2	APB08-02	SWA08-01	Ambiente 3	Planta baja
3	APB08-03	SWA08-01	Ambiente 2	Planta baja
4	APB08-04	SWA08-01	Ambiente 1	Planta baja
5	APP08-01	SWA08-01	Ambiente 4	Primera planta alta
6	APP08-02	SWA08-01	Ambiente 5	Primera planta alta
7	APP08-03	SWA08-01	Ambiente 1	Primera planta alta

8	APP08-04	SWA08-01	Ambiente 2	Primera panta alta
9	APP08-05	SWA08-01	Ambiente 3	Primera panta alta

Tabla 40. Distribución de las tomas de control de acceso en el bloque 8. (Autor, s.f.)

Número	Toma de control de acceso	Rack	Ubicación	
1	APB10-01	SWA10-01	Ambiente 14	Planta baja
2	APB10-02	SWA10-01	Ambiente 7	Planta baja
3	APB10-03	SWA10-01	Ambiente 6	Planta baja
4	APB10-04	SWA10-01	Ambiente 11	Planta baja
5	APB10-05	SWA10-01	Ambiente 10	Planta baja
6	APB10-06	SWA10-01	Ambiente 9	Planta baja
7	APB10-07	SWA10-01	Ambiente 8	Planta baja
8	APB10-08	SWA10-01	Ambiente 4	Planta baja
9	APB10-09	SWA10-01	Ambiente 5	Planta baja
10	APB10-10	SWA10-01	Ambiente 5	Planta baja
11	APB10-11	SWA10-01	Ambiente 3	Planta baja
12	APB10-12	SWA10-01	Ambiente 1	Planta baja
13	APB10-13	SWA10-01	Ambiente 2	Planta baja
14	APB10-14	SWA10-01	Ambiente 12	Planta baja
15	APB10-15	SWA10-01	Ambiente 13	Planta baja
16	APB10-16	SWA10-01	Ambiente 15	Planta baja

Tabla 41. Distribución de las tomas de control de acceso en el bloque 10. (Autor, s.f.)

Número	Toma de control de acceso	Rack	Ubicación	
1	APB12-01	SWA12-01	Ambiente 1	Planta baja

Tabla 42. Distribución de las tomas de control de acceso en el bloque 12. (Autor, s.f.)

Número	Toma de control de acceso	Rack	Ubicación	
1	APB13-01	SWA13-01	Ambiente 9	Planta baja
2	APB13-02	SWA13-01	Ambiente 7-8	Planta baja
3	APB13-03	SWA13-01	Ambiente 6	Planta baja
4	APB13-04	SWA13-01	Ambiente 5	Planta baja
5	APB13-05	SWA13-01	Ambiente 5	Planta baja
6	APB13-06	SWA13-01	Ambiente 5	Planta baja
7	APB13-07	SWA13-01	Ambiente 4	Planta baja
8	APB13-08	SWA13-01	Ambiente 3	Planta baja
9	APB13-09	SWA13-01	Ambiente 2	Planta baja
10	APB13-10	SWA13-01	Ambiente 1	Planta baja

Tabla 43. Distribución de las tomas de control de acceso en el bloque 13. (Autor, s.f.)

6.2.8 Tendido de fibra óptica

Para la conexión integral del sistema se propuso usar la red existente de fibra óptica que posee actualmente la facultad.

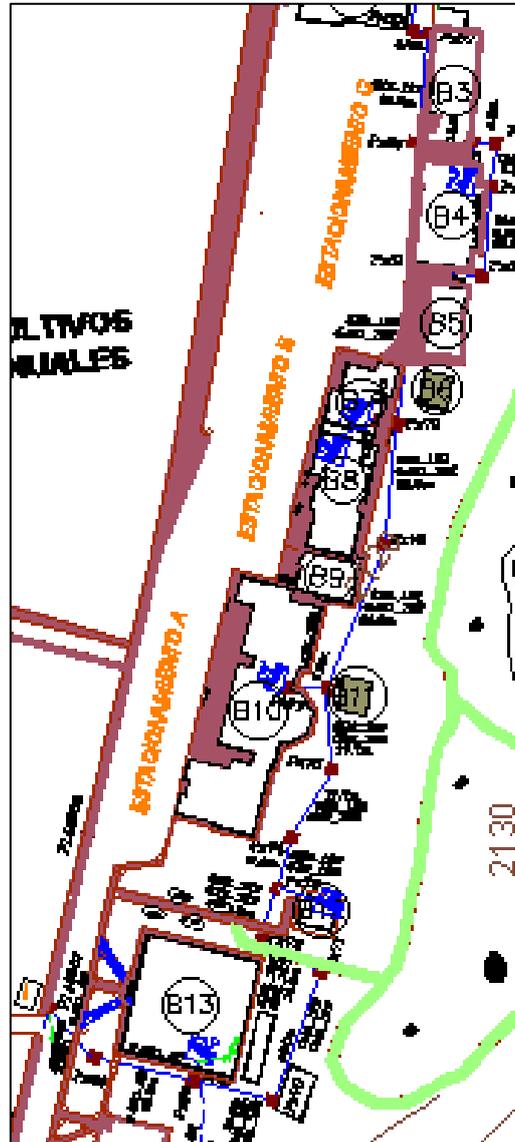


Figura 48. Planimetría del tendido de fibra óptica existente en la FEIRNNR.

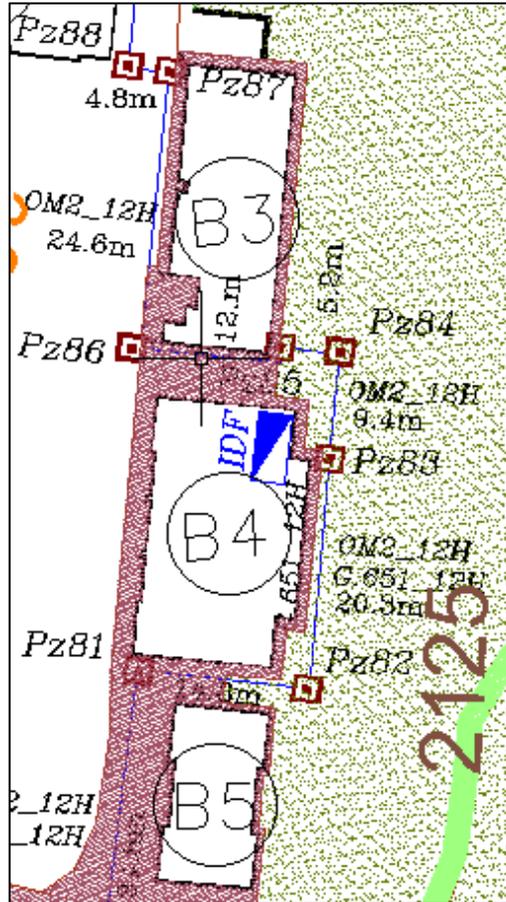


Figura 49. Planimetría del recorrido de fibra óptica existente bloques 3 y 4. (Autor, s.f.)

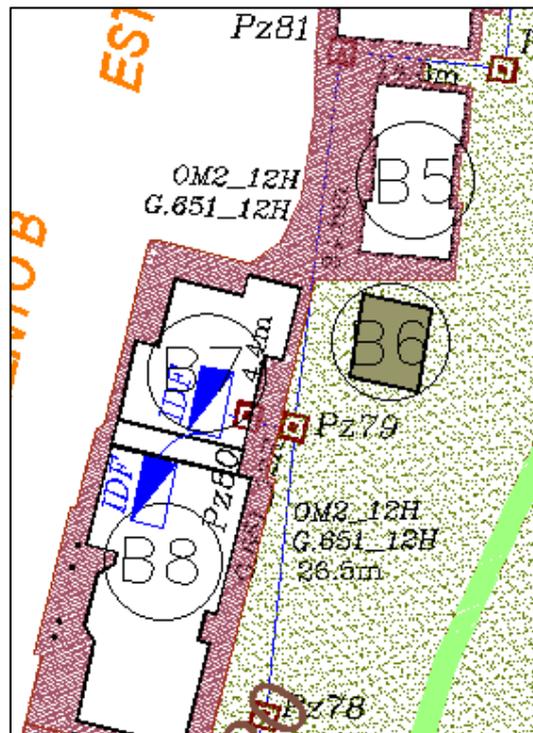


Figura 50. Planimetría del recorrido de fibra óptica existente bloques 7 y 8. (Autor, s.f.)

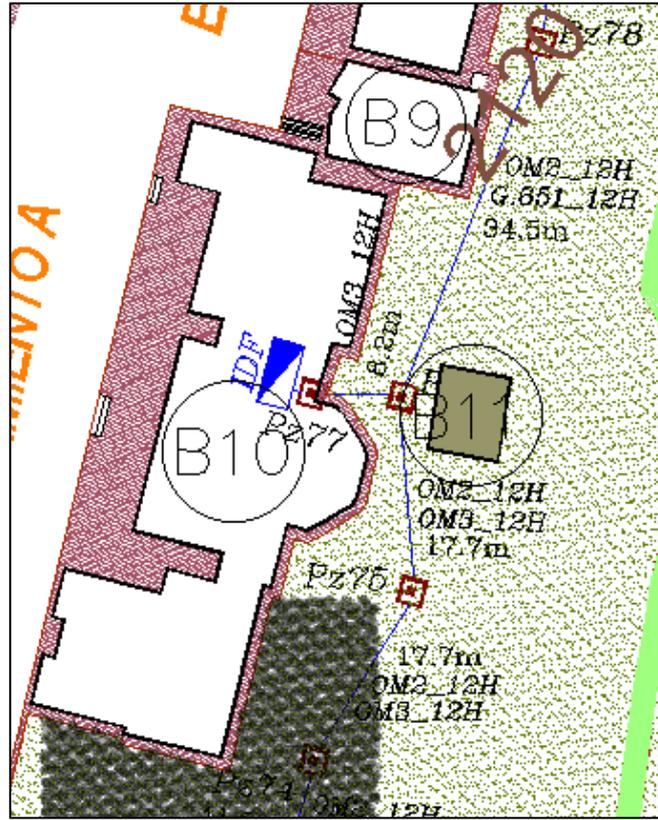


Figura 51. Planimetría del recorrido de fibra óptica existente bloque 10. (Autor, s.f.)

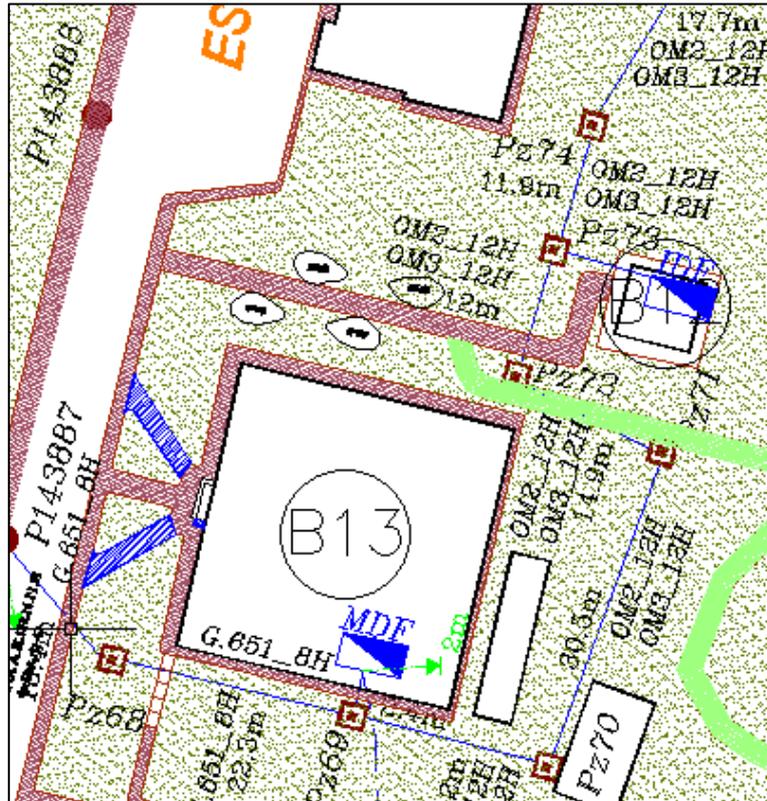


Figura 52. Planimetría del recorrido de fibra óptica existente bloques 12 y 13. (Autor, s.f.)

6.2.9 Sistema de puesta a tierra

Como parte de las normas de seguridad de instalaciones eléctricas se realiza la propuesta de un sistema de conexión a tierra, con la finalidad de conducir eventuales desvíos de la corriente de los equipos hacia la tierra. Según la normativa ANSI/TIA/EIA 607, que establece que todas las edificaciones que cuenten con instalaciones de telecomunicaciones deben disponer de dicha conexión.

Se designó el uso de una barra de tierra para telecomunicaciones (RGB), con una longitud igual a la abertura del rack, un ancho de 50.8 mm y espesor de 7.2 mm para todos los racks de telecomunicaciones.



Figura 53. Barra RGB para sistemas de puesta a tierra. (CIDEP, 2015)

De igual manera se definió la interconexión de la barra RGB con la barra principal de puesta a tierra para telecomunicaciones (TMGB), para cada uno de los bloques contemplados en este diseño.

6.2.10 Cálculo del ancho de banda

El ancho de banda para el diseño propuesto se determinó a través de la formulación teórica propuesta en Villamar Chamba (2018), además del uso de las herramientas del software IP Video System Design Tool v 10.0, tomando en cuenta las siguientes características técnicas:

- Resolución de imagen (píxeles).
- Número de cuadros por segundo (fps).
- Formatos de compresión.

6.2.10.1 Ancho de banda teórico

Este valor pudo ser determinado a partir de la siguiente ecuación:

Tamaño de la imagen en píxeles captada por una cámara de red de 4MP (2560x1440).

$$tamaño_{(píxeles)} = 2560 \times 1440 \quad (2)$$

$$tamaño_{(píxeles)} = 3686400 \text{ píxeles}$$

1 píxel es equivalente a 3 Bytes, por lo tanto:

$$tamaño_{(Bytes)} = píxel \times 3Bytes \quad (3)$$

$$tamaño_{(Bytes)} = 3686400 \text{ píxeles} \times 3Bytes$$

$$tamaño_{(Bytes)} = 11059200Bytes$$

1 byte es equivalente a 8 bits, por lo tanto:

$$tamaño_{(bits)} = 11059200Bytes \times 8bits \quad (4)$$

$$tamaño_{(bits)} = 88473600 \text{ bits}$$

Realizamos la conversión a Megabits:

$$tamaño_{(Mbits)} = 88473600bits \times \frac{1 \text{ Mbits}}{1000000 \text{ bits}} \quad (5)$$

$$tamaño_{(Mbits)} = 88.4736 \text{ Mbits}$$

Realizamos el cálculo de ancho de banda suponiendo una velocidad de cuadros por segundo de 10.

$$AB_{cámara} = fps \times tamaño_{(Mbits)} \quad (6)$$

$$AB_{cámara} = 10 \frac{\text{cuadro}}{\text{segundo}} \times 88.4736 \frac{\text{Mbit}}{\text{cuadro}}$$

$$AB_{cámara} = 884.736 \text{ Mbps}$$

El resultado obtenido define el ancho de banda para un único equipo, por lo tanto, se procede a calcular el total en base al número de cámaras del diseño:

$$AB_{total} = AB_{cámara} \times No. Camaras_{total} \quad (7)$$

$$AB_{total} = 884.736 Mbps \times 39$$

$$AB_{total} = 34504.704Mbps = 34.505Gbps$$

El resultado obtenido define el ancho de banda requerido en la red sin considerar métodos de compresión alguno.

6.2.10.2 Ancho de banda considerando método de compresión

Una estimación del ancho de banda real del sistema puede ser calculada con el uso del software IP Video System Desing Tool versión 10.0, el cual realiza el computo de los valores incluyendo el método de compresión, para este estudio se seleccionó el método de compresión H.265-50 de baja calidad.

Proporcionando los valores usados en el apartado anterior para cámaras de 4MP de resolución y 10 fps, el software arrojó los siguientes valores:

Resolución	Compresión	Tamaño Frame*, KB	FPS	Días	Cámaras	Ancho de banda*, Mbit/s	Espacio del disco, GB
2560x1440	H.265-50	18	10	30	1	1.47	477.8

Tabla 44. Ancho de banda requerido para una cámara del sistema de videovigilancia. (Autor, s.f.)

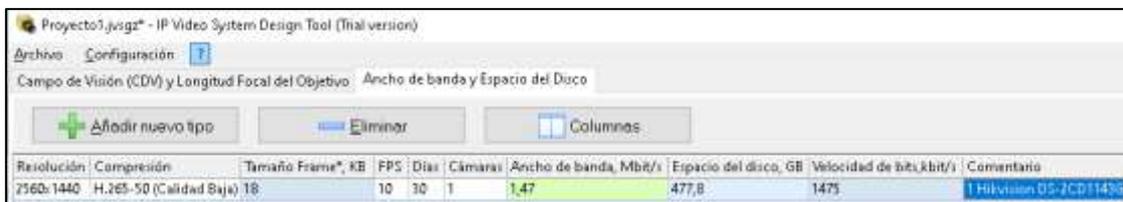


Figura 54. Ancho de banda 1 cámara calculado por el programa IPVSDT. (IP Video System Design Tool, s.f.)

Los valores que nos dio el software para una cámara de 4MP es de 1.47 Mbts de ancho de banda, además de la información de disco necesaria para almacenar un total de 30 días ininterrumpidos de video que es de 447.8 GB.

Resolución	Compresión	Tamaño Frame*, KB	FPS	Días	Cámaras	Ancho de banda, Mbit/s	Espacio del disco, GB	Velocidad de bit, kbit/s	Comentario
2560x1440	H.265-50 (Calidad Baja)	18	10	30	27	39,81	12899,5	1475	DS-2CD1143G0-I
2560x1440	H.265-50 (Calidad Baja)	18	10	30	12	17,69	5733,1	1475	DS-2CD1043G0-I

Figura 55. Determinación del ancho de banda y espacio de disco. (IP Video System Design Tool, s.f.)

Según los datos que proporciona el software el ancho de banda total que requiere el sistema resulta de la suma de los diferentes anchos de banda

$$AB_{total} = 39.81Mbps + 17.69Mbps = 57.5Mbps \quad (8)$$

Adicional a esto se tiene el total de almacenamiento necesario para respaldar 30 días de video ininterrumpido:

$$Espacio\ del\ disco_{total} = 12899.5GB + 5733.1 = 18632.6Gb \quad (9)$$

6.3 Presupuesto del sistema de videovigilancia y control de acceso

El valor monetario necesario para la implementación del proyecto se determinó a partir del análisis de precios unitarios que se encuentra en la sección de anexos.

La información detallada a continuación se generó en base a los procesos constructivos que conlleva la implementación de un sistema de videovigilancia y control de acceso, se tomó en cuenta cotizaciones actuales de los implementos entre las fechas de inicio y fin del desarrollo de este proyecto, Salarios por mano de obra del año 2020 y precios de distribuidor de cada elemento, esto en base al Código Ecuatoriano de la Construcción para obras internas de edificaciones.

Código	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
VVG-01	CAMARA DOMO IP 4MPX POE	u	28	\$250.35	\$7009.80
VVG-02	CAMARA TUBO IP PARA EXTERIORES 4MPX POE	u	11	\$250.35	\$2753.85
VVG-03	CAJA DE PASO GALVANIZADA CON TAPA	u	115	\$18.51	\$2128.65
VVG-04	PUNTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO CAT 6A BLINDADO CERTIFICADO PARA CAMARA INCLUYE PATCH CORD CAT 6A 2M	u	39	\$65.03	\$2536.17
VVG-05	CABLE PAR TRENZADO UTP DE 4 PARES CAT 6A	u	11	\$489.75	\$5387.25
VVG-06	RACK DE TELECOMUNICACIONES DE 12 UR PARA MONTAJE EN PARED	u	1	\$391.78	\$391.78

VVG-07	RACK DE TELECOMUNICACIONES DE 24 UR, INCLUYE ACCESORIOS DE MONTAJE	u	1	\$1185.06	\$1185.06
VVG-08	SWITCH CAPA 2 10/100/1000 DE 24 PUERTOS PoE 4SFP	u	7	\$1485.06	\$10395.42
VVG-09	SWITCH DE 8 PUERTOS PoE Y 2 PUERTOS DE DOBLE FUNCIÓN (CAPA 2)	u	2	\$1242.66	\$2485.32
VVG-10	SWITCH DE CAPA 3 DE 24G SFP 4SFP+ INCLUYE 8 MÓDULOS SFP	u	1	\$11576.58	\$11576.58
VVG-11	ORGANIZADOR HORIZONTAL DE 1 UR	u	16	\$48.21	\$771.36
VVG-12	PATCH PANEL 24 PUERTOS CAT6A BLINDADO	u	7	\$290.00	\$2030.00
VVG-13	PATCH CORD 1M CAT 6A BLINDADO PARA CRUZADAS EN RACK	u	101	\$13.45	\$1358.45
VVG-14	MULTITOMA PARA RACK DE 8 PUERTOS	u	7	\$44.12	\$308.84
VVG-15	CANAleta PLÁSTICA PVC DE 15mm x 10mm	m	224	\$4.16	\$931.84
VVG-16	CANAleta PLÁSTICA PVC DE 24mm x 14mm	m	178	\$4.40	\$783.20
VVG-17	CANAleta PLÁSTICA PVC DE 39mm x 19mm	m	224	\$6.69	\$1498.56
VVG-18	UPS FX-1500 LCD 1500VA 840W 8 Out 120V US plug	u	7	\$373.06	\$2611.42
VVG-19	UPS POWER TECHNOLOGIES FDC-2000T	u	1	\$757.06	\$757.06
VVG-20	GRABADOR CENTRAL DE RED (NVR) 64 CANALES	u	1	\$11167.64	\$11167.64
VVG-21	COMPUTADOR DE ESCRITORIO CORE I7, 1TB DD, 8GB RAM INCLUYE TECLADO Y MONITOR	u	1	\$2260.63	\$2260.63
VVG-22	MÓDULO DE PANTALLAS	u	1	\$11311.35	\$11311.35
VVG-23	CABLE DROP DE 2 HILOS (FIBRA ÓPTICA)	m	655	\$22.35	\$14639.25
VVG-24	FUSIÓN DE CABLE CON PIGTAIL	u	14	\$14.48	\$202.72
VVG-25	MODULO DE TRANSCPTRO SFP (miniGBIC) GIGABIT ETHERNET	u	7	\$276.00	\$1932.00
VVG-26	TOMA ELÉCTRICA	u	1	\$62.43	\$62.43
VVG-27	ODF 12 PUERTOS SC PARA FIBRA ÓPTICA	u	6	\$232.53	\$1395.18
VVG-28	ODF 24 PUERTOS	u	1	\$411.46	\$411.46
VVG-29	PATCH CORD 2M DE FIBRA ÓPTICA	u	14	\$16.82	\$235.48
VVG-30	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA TMGB CON VARILLA 6 AWG (16mm ²) x 3.000 mm	u	7	\$42.48	\$297.36
VVG-31	FABRICACIÓN DE DADOS DE HORMIGÓN IN SITU PARA	u	7	\$28.49	\$199.43

	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA DE 0.4m x 0.4m x 0.4m, INCLUYE ENCOFRADO DE DADOS				
VVG-32	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA EN RACK MEDIANTE VARILLA RIEL RGB DE 490mm x 7.2mm x 50.8mm	m	7	\$111.57	\$780.99
VVG-33	PUNTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO CAT 6A BLINDADO CERTIFICADO PARA CONTROL DE ACCESO	u	62	\$66.24	\$4106.88
VVG-34	CONFIGURACIÓN DE NVR Y PUESTA EN MARCHA DE SISTEMA CCTV (unidad: global)	u	1	\$850.00	\$850.00
VVG-35	FUENTE DE PODER 12V 5A INCLUYE BATERIA DE RESPALDO	u	62	\$150.97	\$9360.14
VVG-36	LECTORA DE HUELLA Y PROXIMIDAD SOBREPUESTO	u	62	\$156.19	\$9683.78
VVG-37	TARJETAS DE PROXIMIDAD	u	3000	\$1.92	\$5760.00
VVG-38	INSTALACIÓN DE SISTEMA DE ACCESOS POR PUERTA INCLUYE CABLEADO ENTRE DISPOSITIVOS	u	62	\$118.19	\$7327.78
VVG-39	CONFIGURACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1	\$650.00	\$650.00
PRESUPUESTO REFERENCIAL TOTAL GENERADO (USD)					134147,86

Tabla 45. Presupuesto referencial del proyecto estudio y diseño de un sistema de videovigilancia y control de acceso. (Autor, s.f.)

6.4 Cronograma constructivo valorado

El cronograma constructivo valorado presentado a continuación, se generó a partir de cada uno de los rubros establecidos para este proyecto detallados en la Tabla 45, y en el cual se establece el tiempo máximo requerido para el cumplimiento de cada uno de estos. La duración tentativa de cada fue estimada a partir de los rendimientos promedio de la mano de obra y equipos utilizados, en donde se contempla, las inclemencias climáticas, demoras constructivas y permisos de implantación necesarios.

Además, mediante el cronograma, se estableció los valores de planilla semanal para los 60 días de construcción del proyecto, que requieren ser cancelados al constructor, encargado de realizar el emplazamiento de este sistema de videovigilancia diseñado.

Código del rubro	Nombre del rubro	MES 1				MES 2			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
VVG-06	RACK DE TELECOMUNICACIONES DE 12 UR PARA MONTAJE EN PARED	\$391.78							
VVG-07	RACK DE TELECOMUNICACIONES DE 24 UR, INCLUYE ACCESORIOS DE MONTAJE	\$1185.06							
VVG-27	ODF 12 PUERTOS SC PARA FIBRA ÓPTICA	\$1395.18							
VVG-28	ODF 24 PUERTOS	\$411.46							
VVG-29	PATCH CORD 2M DE FIBRA ÓPTICA	\$235.48							
VVG-11	ORGANIZADOR HORIZONTAL DE 1 UR	\$771.36							

VVG-12	PATCH PANEL 24 PUERTOS CAT6A BLINDADO	\$2030.00							
VVG-09	SWITCH DE 8 PUERTOS PoE Y 2 PUERTOS DE DOBLE FUNCIÓN (CAPA 2)		\$2485.32						
VVG-08	SWITCH CAPA 2 10/100/1000 DE 24 PUERTOS PoE 4SFP		\$10395.42						
VVG-10	SWITCH DE CAPA 3 DE 24G SFP 4SFP+ INCLUYE 8 MÓDULOS SFP		\$11576.58						
VVG-14	MULTITOMA PARA RACK DE 8 PUERTOS		\$308.84						
VVG-18	UPS FX-1500 LCD 1500VA 840W 8 Out 120V US plug		\$1305.71	\$1305.71					
VVG-19	UPS POWER TECHNOLOGIES FDC- 2000T		\$378.53	\$378.53					

VVG-15	CANALETA PLÁSTICA PVC DE 15mm x 10mm		\$465.92	\$465.92					
VVG-16	CANALETA PLÁSTICA PVC DE 24mm x 14mm		\$391.60	\$391.60					
VVG-17	CANALETA PLÁSTICA PVC DE 39mm x 19mm		\$749.28	\$749.28					
VVG-03	CAJA DE PASO GALVANIZADA CON TAPA			\$2128.65					
VVG-05	CABLE PAR TRENZADO UTP DE 4 PARES CAT 6A			\$5387.25					
VVG-04	PUNTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO CAT 6A BLINDADO CERTIFICADO PARA CAMARA INCLUYE PATCH CORD CAT 6A 2M				\$1268.09	\$1268.08			
VVG-26	TOMA ELÉCTRICA					\$62.43			
VVG-13					\$679.23	\$679.22			

	PATCH CORD 1M CAT 6A BLINDADO PARA CRUZADAS EN RACK								
VVG-01	CAMARA DOMO IP 4MPX POE				\$3504.90	\$3504.90			
VVG-02	CAMARA TUBO IP PARA EXTERIORES 4MPX POE				\$1376.93	\$1376.92			
VVG-24	FUSIÓN DE CABLE CON PIGTAIL					\$202.72			
VVG-23	CABLE DROP DE 2 HILOS (FIBRA ÓPTICA)					\$7319.63	\$7319.62		
VVG-25	MODULO DE TRANSCPTRO SFP (miniGBIC) GIGABIT ETHERNET						\$1932.00		
VVG-20	GRABADOR CENTRAL DE RED (NVR) 64 CANALES						\$11167.64		
VVG-21	COMPUTADOR DE ESCRITORIO CORE I7,						\$2260.63		

	1TB DD, 8GB RAM INCLUYE TECLADO Y MONITOR								
VVG-22	MÓDULO DE PANTALLAS							\$11311.35	
VVG-30	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA TMGB CON VARILLA 6 AWG (16mm ²) x 3.000 mm							\$297.36	
VVG-32	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA EN RACK MEDIANTE VARILLA RIEL RGB DE 490mm x 7.2mm x 50.8mm							\$780.99	
VVG-31	FABRICACIÓN DE DADOS DE HORMIGÓN IN SITU PARA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA DE 0.4m x 0.4m x 0.4m, INCLUYE ENCOFRADO DE DADOS							\$199.43	

VVG-33	PUNTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO CAT 6A BLINDADO CERTIFICADO PARA CONTROL DE ACCESO							\$4106.88	
VVG-35	FUENTE DE PODER 12V 5A INCLUYE BATERIA DE RESPALDO							\$4680.07	\$4680.07
VVG-36	LECTORA DE HUELLA Y PROXIMIDAD SOBREPUESTO							\$4841.89	\$4841.89
VVG-38	INSTALACIÓN DE SISTEMA DE ACCESOS POR PUERTA INCLUYE CABLEADO ENTRE DISPOSITIVOS							\$3663.89	\$3663.89
VVG-37	TARJETAS DE PROXIMIDAD								\$5760.00
VVG-39									\$650.00

	CONFIGURACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS								
VVG-34	CONFIGURACIÓN DE NVR Y PUESTA EN MARCHA DE SISTEMA CCTV (unidad: global)								\$850.00
Sumatoria parcial de volumen de obra		\$6420.32	\$28057.20	\$5419.69	\$6829.14	\$14413.90	\$22679.90	\$29881.86	\$20445.85
Porcentaje parcial de volumen de obra		4.79%	20.92%	4.04%	5.09%	10.74%	16.91%	%22. 28	15.24%
Sumatoria acumulada de volumen de obra		\$6420.32	\$34477.52	\$39897.21	\$46726.35	\$61140.26	\$83820.15	\$113702.01	\$134.147.86
Porcentaje acumulado de volumen de obra		4.79%	25.70%	29.74%	34.83%	45.58%	62.48%	84.76%	100%

Tabla 46. Cronograma constructivo valorado para el sistema de videovigilancia y control de acceso de la FEIRNNR. (Autor, s.f.)

7 DISCUSIÓN

Con la finalidad de generar una propuesta que cumpla con los requerimientos normativos y constructivos, el presente diseño del sistema de videovigilancia y control de acceso para la Facultad de la Energía, Las Industrias y Los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja, se lo realizó mediante el planteamiento de tres objetivos puntuales, en los cuales se establece cada una de las fases requeridas para su ejecución. Cada objetivo planteado propone, actividades secuenciales de carácter técnico-investigativo, técnico-científico y técnico-normativo, que posibiliten estructurar el estudio, de tal manera que este posea claridad conceptual, versatilidad constructiva, facilidad de implementación, y viabilidad técnica y económica.

Para el efecto, a continuación, se indica cada uno de los aspectos considerados, analizados y contrastados en cada objetivo, para su adecuado cumplimiento, acorde con los diferentes estándares relacionados al estudio presentado; lo que conlleva a una solución integral de la problemática planteada al inicio del proyecto.

Objetivo 1: Determinar las necesidades en materia de videovigilancia y control de acceso de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

Para cumplir con este objetivo, se consideró en el diseño del sistema, la colocación de las cámaras de videovigilancia en los sitios críticos de cada bloque de la facultad, en donde la altura de montaje que se especificó, se la obtuvo por medio de la medición de campo de los niveles a los que se encuentran cada una de las plantas de los diferentes edificios de la zona de estudio; y los controles de acceso para Aulas, Salas Docentes, Administrativos, Laboratorios y Auditorios.

Como parte de esta fase del proyecto, se reunió las planimetrías de los edificios de la facultad, existentes en el Departamento de Desarrollo Físico de la Universidad, pero no se pudo conseguir todos los planos arquitectónicos de los bloques requeridos. Se efectuó el correspondiente levantamiento de la distribución interna de sus dependencias, conforme se especifica en la Tabla 4, correspondiente a la sección 6.1 del levantamiento

arquitectónico, con lo que se pudo diseñar el sistema de videovigilancia y control de acceso a instalar en los siete bloques de la Facultad, materia de mi trabajo de grado.

Objetivo 2: Identificar los equipos necesarios para satisfacer los requerimientos de videovigilancia y control de acceso.

Para el cumplimiento de este objetivo, se seleccionó los equipos como se detalla en la sección 6.2.3 que permitan la necesaria funcionalidad tecnológica del sistema proyectado, mínima dificultad constructiva, escalabilidad para un futuro crecimiento de la red, construcción o remodelación de nuevas edificaciones resultando en un incremento del número de cámaras o controles de acceso, así como la factibilidad técnica y económica de su implementación.

Objetivo 3: Desarrollar los planos de cableado estructurado para videovigilancia y control de acceso.

Para cumplir con este objetivo, se consideró en el diseño, la colocación de las cámaras de videovigilancia en los sitios críticos de cada bloque de la facultad, en donde la altura de montaje que se especificó, se la obtuvo por medio de la medición en campo de los niveles a los que se encuentran cada una de las plantas de los diferentes edificios de la zona de estudio.

Se añadió de igual manera controles de acceso para todas las dependencias que han sido asignadas como Aulas, Laboratorios, Salas Docentes, Auditorios y Funciones Administrativas o Financieras.

Como parte de este objetivo, se propuso las rutas de conexión entre las cámaras IP y los controles de acceso con sus respectivos switches de acceso localizados en cada bloque a través de cable UTP CAT 6A, como se especifica en la sección 6.2.5 de este proyecto. Conforme las visitas de campo realizadas, se constató la inexistencia de ductos y canalizaciones para realizar un correcto cableado horizontal como se establece en el estándar TIA/EIA-569, por lo que se planteó el uso de canaletas plásticas.

Para la conexión integral entre los bloques de la facultad que se visualiza desde la Figura 48 hasta la Figura 52, se planteó como medio de transmisión el cable de fibra óptica de dos hilos, el cual se diseñó a través de la canalización de fibra óptica existente de la Facultad para cada enlace de fibra óptica.

Objetivo 4: o Implementar el sistema de videovigilancia para uno de los bloques y control de acceso para un aula.

Para la realización de este objetivo se procedió realizar una instalación piloto del sistema; se adquirió los equipos del sistema de videovigilancia listados en este diseño para el bloque 8 (Aulas Telecomunicaciones) y un control de acceso para la sala de reuniones de Telecomunicaciones ubicada en el bloque 3; se realizó la canalización a través de canaletas plásticas y los equipos de video fueron instalados en el rack existente con un NVR de 8 canales. Todo esto con la finalidad de incentivar la futura implementación total del sistema.

8 CONCLUSIONES

Se evaluó la situación actual de la infraestructura de red de cada edificio, para realizar un diagnóstico del sistema de vigilancia existente en la facultad. Con base en este análisis, se determinó que el sistema, únicamente posee un área de cobertura externa equivalente al 10% de superficie de la facultad, por lo que se planteó el diseño integral de un sistema de videovigilancia que permita el monitoreo continuo de los sitios prioritarios, y de concurrencia masiva, tales como: pasillos, graderíos, accesos y estacionamientos; y control de acceso de estudiantes a sus respectivas aulas y de personal docente a sus cubículos.

Se diseñó un sistema de videovigilancia para la Facultad de la Energía, Las Industrias y Los Recursos No Renovables de la Universidad Nacional de Loja, que incorpora los criterios técnicos y normativos establecidos en cada uno de los apartados de la presente investigación, con el propósito de obtener un proyecto integralmente funcional, con facilidad y efectividad constructiva, y viabilidad técnica y económica para su correcta implementación futura.

Se efectuó el análisis de precios unitarios, a partir del cual se determinó el costo total del proyecto correspondiente a \$134147,86; en el cual se consideró cada uno de los equipos, materiales, mano de obra y transporte requeridos para cada rubro generado a partir del volumen de obra necesario para la construcción futura del proyecto.

Para este estudio, se eligió el diseño de un sistema de videovigilancia con tecnología IP, por sobre un sistema CCTV analógico, debido a que posee una mayor flexibilidad en el crecimiento de la red, gestión centralizada de las cámaras de red desde un monitor, y alta calidad de la imagen; sistema para el cual, se planificó que la alimentación de las cámaras de red se efectúe por medio de la tecnología PoE, con el propósito de optimizar los costos de instalación reduciendo la cantidad de fuentes de alimentación y cables.

Se consideró para el diseño del sistema de videovigilancia, el uso de un método de compresión H.265, con el objetivo acoplar a la red los controles de acceso y de reducir el ancho de banda requerido por cada cámara para la transmisión de la señal de video y su almacenamiento; optimizando la capacidad de los medios de transmisión.

Para un correcto desarrollo, se generó los planos de diseño para cada planta de los bloques de la facultad, donde se indica: la posición de las cámaras y controles de acceso, así como las rutas del cableado horizontal y del tendido de fibra óptica propuesto en este estudio. Se realizó una instalación piloto en los bloques 3 y 8 los sistemas de control de acceso y videovigilancia respectivamente, contemplando una futura implementación.

Se elaboró una memoria técnica, que contempla los requerimientos de diseño y normativos establecidos en este estudio, la tipología de red seleccionada y los diversos equipos y materiales necesarios, para una correcta implementación en campo del sistema de videovigilancia y control de acceso planteado en este trabajo de Grado.

9 RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar la implementación del sistema de vigilancia y control de acceso de acuerdo al diseño establecido en el presente proyecto, con el fin de preservar la infraestructura física de los edificios, equipos de laboratorio y bienes muebles existentes de la Facultad, para que cada una de las personas que acuden a las instalaciones de la facultad se sientan seguras; por cuanto a la fecha de la presentación del Proyecto de grado no se contaba con un sistema como el propuesto.

Se recomienda que, para el diseño de nuevos bloques, dentro de la Facultad de la Energía, Las Industrias y Los Recursos No Renovables o en algún otro sector de la Universidad Nacional de Loja; se considere la construcción un cuarto específico para la colocación, instalación y mantenimiento de los equipos de control y telecomunicaciones.

Para la fase de implementación, se recomienda que se tome en cuenta cada una de las especificaciones técnicas adjuntas a este estudio, con la finalidad de colocar e instalar los equipos planificados que se requirieren, de forma correcta conforme las indicaciones correspondientes, con el objetivo de garantizar el correcto funcionamiento de la red diseñada; como es demostrado con la instalación piloto.

Es recomendable realizar un reconocimiento visual y detallado de cada uno de los edificios que se requiere monitorear y las dependencias a controlar el acceso, dentro de los cuales se establezca de forma precisa los sitios prioritarios en función de los aspectos que se necesita preservar tales como: implementos tecnológicos, bienes personales tanto de docentes como de los estudiantes, bienes de larga duración de propiedad de la Universidad, zonas de masiva concurrencia esto con el propósito de colocar el número de cámaras y equipos requeridos, banda ancha necesaria; así como una eficiente conectividad integral del sistema.

10 BIBLIOGRAFÍA

- admin. (27 de Junio de 2016). *La evolución del control de accesos*. Obtenido de Nanotec:
<http://www.nanotec.es/la-evolucion-del-control-accesos/>
- Alano, F., Anzures, A., & Ondevilla, J. (07 de Enero de 2017). *ieexplore Digital Library*.
Recuperado el 17 de Octubre de 2019 , de ieexplore Digital Library.
- Alibaba.com. (s.f.). *Alibaba.com*. (Alibaba.com) Recuperado el 27 de Octubre de 2019,
de Alibaba.com: <https://spanish.alibaba.com>
- ararjuan.blogspot.com. (32 de Octubre de 2017). *ararjuan.blogspot.com*.
(ararjuan.blogspot.com) Recuperado el 6 de Noviembre de 2019, de
ararjuan.blogspot.com: <http://ararjuan.blogspot.com>
- Arias Quinatoa, M. A. (2015). *Implementación de un sistema de videovigilancia IP y alarma integrado, utilizando software libre sobre raspberry pi, para la seguridad en el sector de las Mipymes*. Chimborazo: Escuela Superior Politécnica de.
- Arrobo Fernandez, M. C. (2019). *Estudio y diseño de un sistema de videovigilancia para la Facultad de la Salud Humana de la Universidad Nacionalde Loja*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Autor. (s.f.). *Autor*.
- Buenaventura, H. (2013). *IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE MONITOREO Y SEGURIDAD BASADO EN CÁMARAS IP EN EL ALMACÉN LINDÓN GARCÍA REPRESENTACIONES DEL CANTÓN TOSAGUA*. Calceta: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ.
- casaNISSEI.com. (s.f.). *casaNISSEI.com*. (casaNISSEI.com) Recuperado el 2 de Noviembre de 2019, de casaNISSEI.com: <https://www.casanissei.com>
- Castillo, J. A. (26 de Enero de 2019). *Profesional Review*. Obtenido de Profesional Review: <https://www.profesionalreview.com/2019/01/26/cables-utp-cables-stp-cables-ftp/>

- Centinel. (18 de Julio de 2017). *Centinela Group*. Obtenido de Centinela Group: <http://centinelagroup.com/evolucion-en-control-de-acceso/>
- Chen k, J. (2 de Junio de 2015). *Apac Opto Electronics Inc.* (Apac Opto Electronics Inc.) Recuperado el 5 de Noviembre de 2019, de Apac Opto Electronics Inc.: <http://apacoe.weebly.com/>
- Chimbroazo, D. (2015). *Diseño de un sistema de videovigilancia con tecnología IP para el barrio La Delicia de la Ciddad de Ambato*. Ambato: Escuela Politécnica Nacional.
- CIDEP. (19 de Marzo de 2015). *CIDEP Seguridad*. Obtenido de CIDEPSA: <https://cidepsa.com.mx/producto/vp-grd-siemon-barra-de-cobre-de-puesta-a-tierra-para-gabinetes-y-racks-de-telecomunicaciones-de-19in/>
- Corvo, Helmut. (s.f.). *lifeder.com*. (lifeder.com) Recuperado el 8 de Noviembre de 2019, de lifeder.com: <https://www.lifeder.com>
- Cyberpuerta. (s.f.). *Cyberpuerta*. (Cyberpuerta) Recuperado el 23 de Octubre de 2019, de Cyberpuerta: <https://www.cyberpuerta.mx>
- Del Pezo, J. (2015). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA VIDEOVIGILANCIA UTILIZANDO TECNOLOGÍA IP, ENTRE LA FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES Y SUS LABORATORIOS*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Del Valle, J. G. (2013). *La Videovigilancia: Tecnologías Actuales y Aspectos*. Madrid: EUITT.
- DHgate.com. (s.f.). *DHgate.com*. (DHgate.com) Recuperado el 1 de Noviembre de 2019, de DHgate.com: <https://es.dhgate.com>
- Fotonostra. (s.f.). *Fotonostra*. (Fotonostra) Recuperado el 20 de Octubre de 2019, de Fotonostra.
- Garcia, F. (2010). *Videovigilancia:CCTV usando videos IP*. Vértice.
- Homeland Security. (2013). *CCTV Technology Handbook*. North Charleston: Homeland Security.

informaticaabece.com. (Septiembre de 2013). *informaticaabece.com*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2019, de *informaticaabece.com*: <https://informaticaabece.files.wordpress.com/>

IP Video System Design Tool. (s.f.).

ISEC. (5 de Octubre de 2015). *ISEC*. Obtenido de Control de acceso: qué es y para qué sirve: <http://www.isec.com.co/control-de-acceso-que-es-y-para-que-sirve/>

LG.com. (s.f.). *LG.com*. (LG.com) Recuperado el 2 de Noviembre de 2019, de LG.com: <https://www.lg.com>

Lin, C.-F., Yuan, S.-M., Leu, M.-C., & Tsai, C.-T. (18 de Octubre de 2012). *ieeexplore Digital Library*. Recuperado el 18 de Octubre de 2019, de *ieeexplore Digital Library*.

Made-in-China. (s.f.). *Made-in-China*. (Made-in-China) Recuperado el 24 de Octubre de 2019, de Made-in-China: <https://www.seguridadtv.com>

Majidimehr, A. (2019). *Monitor your Assets*. (Monitor your Assets) Recuperado el 10 de Noviembre de 2019, de Monitor your Assets: <https://www.monitoryourassets.com/>

Martí, S. (2013). *“Diseño de un sistema de televigilancia sobre IP para el edificio CRAI de la Escuela Politécnica Superior de Gandia*. Gandia: Escuela Politécnica Superior de Gandia.

Navarro, A. (28 de Mayo de 2010). *NETWORK WORLD*. (NETWORK WORLD) Recuperado el 15 de Octubre de 2019, de NETWORK WORLD: <https://www.networkworld.es/>

ONLINETECHTIPS. (25 de Septiembre de 2019). *ONLINETECHTIPS*. (ONLINETECHTIPS) Recuperado el 2 de Noviembre de 2019, de ONLINETECHTIPS: <https://www.online-tech-tips.com>

PicUK. (s.f.). *PicUK*. (PicUK) Recuperado el 29 de Octubre de 2019, de PicUK: <https://picclick.co.uk>

Redes locales LauraHyNereaM. (s.f.). *Redes locales LauraHyNereaM.* (Redes locales LauraHyNereaM) Recuperado el 4 de Noviembre de 2019, de Redes locales LauraHyNereaM: <https://sites.google.com/site/redeslocaleslaurahyneream>

redesinalambricasycableadas.wordpress.com. (s.f.).
redesinalambricasycableadas.wordpress.com.
(redesinalambricasycableadas.wordpress.com) Recuperado el 6 de Noviembre de 2019, de redesinalambricasycableadas.wordpress.com.

rnds. (s.f.). *rnds.* Recuperado el 22 de OCTubre de 2019, de rnds.

Santos, A. (11 de 7 de 2011). *Blog Tecnosinergia.* (Blog Tecnosinergia) Recuperado el 20 de Octubre de 2019, de Blog Tecnosinergia.

SEGURIDADTV. (s.f.). *SEGURIDADTV.* (SEGURIDADTV) Recuperado el 25 de Octubre de 2019, de SEGURIDADTV: <https://www.seguridadtv.com>

sigtierras.gob.ec. (5 de Octubre de 2019). *sigtierras.* Obtenido de [sigtierras: http://www.sigtierras.gob.ec/](http://sigtierras.gob.ec)

Simpson, W. (s.f.). *VIDEO SOBRE IP. UNA GUIA PRACTICA SOBRE TECNOLOGIAS Y APLICACIONES.* ANDOAIN: ESCUELA DE CINE Y VIDEO DE ANDOAIN.

telecable.com. (s.f.). *telecable.com.* (telecable.com) Recuperado el 3 de Noviembre de 2019, de telecable.com: <https://www.telecable.com>

tiendadealarmas.com. (s.f.). *tiendadealarmas.com.* (tiendadealarmas.com) Recuperado el 27 de Octubre de 2019, de tiendadealarmas.com: <https://www.tiendadealarmas.com>

UNE-EN. (Abril de 2018). *www.une.org.* (UNE-EN) Recuperado el 11 de Noviembre de 2019, de www.une.org: <http://www.une.org>

11 ANEXOS

ANEXO 1: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS

ANEXO 2: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 3: FICHAS DE DATOS TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS

ANEXO 4: FOTOGRAFÍAS DEL PROYECTO

ANEXO 5: PLANOS DEL PROYECTO