

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA**



**MEJORAR LA SEGURIDAD INFRAESTRUCTURAL Y  
PERSONAL MEDIANTE EL DISEÑO DE UNA RED DE  
CÁMARAS DE SEGURIDAD PARA EL MÓDULO 2 DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS INTEGRADAS DE LA UAJMS EN  
LA CIUDAD DE BERMEJO**

**Por:**

**JUAN MARCELO NAVARRO SANCHEZ**

Trabajo Final presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
“JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar al Grado académico de  
Licenciatura en Ingeniería Informática.

**GESTIÓN 2024**

**TARIJA-BOLIVIA**

### **DEDICATORIA**

Este proyecto de grado se lo dedico especialmente a mi querida mamá María que, a lo largo de esta travesía académica, ha sido mi inspiración, ejemplo de fuerza y sacrificio. Tu amor y apoyo incondicional han sido la mayor motivación para alcanzar este logro.

A mi padre que, aunque ya no estés aquí tus enseñanzas perduran en mí y tu recuerdo me da fuerza para seguir adelante. A mi tía Esther, quien me abrió las puertas de su hogar y me brindó amor y apoyo en momentos difíciles, te estoy eternamente agradecido.

## ÍNDICE GENERAL

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Capítulo 1: Generalidades.....                                                              | 1  |
| I.1 Presentación del proyecto .....                                                         | 1  |
| I.2 Perfil de proyecto .....                                                                | 1  |
| I.2.1 Introducción.....                                                                     | 1  |
| I.2.2 Justificación del Proyecto .....                                                      | 2  |
| I.2.2.1 Justificación Tecnológica: .....                                                    | 2  |
| I.2.2.2 Justificación Económica: .....                                                      | 2  |
| I.2.2.3 Justificación Social: .....                                                         | 2  |
| I.2.3 Planteamiento del problema .....                                                      | 3  |
| I.2.4 Árbol de problemas .....                                                              | 3  |
| I.2.5 Árbol de objetivos .....                                                              | 4  |
| I.3 Objetivos .....                                                                         | 5  |
| I.3.1 Objetivo General.....                                                                 | 5  |
| I.3.2 Objetivos Específicos .....                                                           | 5  |
| I.3.3 Metodología de desarrollo del proyecto (detallar las etapas, métodos y técnicas)..... | 5  |
| I.3.3.1 Top-down.....                                                                       | 5  |
| I.3.3.2 Métodos .....                                                                       | 6  |
| I.3.3.3 Técnicas .....                                                                      | 7  |
| I.3.4 Población y muestra.....                                                              | 7  |
| I.3.4.1 Población .....                                                                     | 7  |
| I.3.4.2 Muestra .....                                                                       | 7  |
| I.3.5 Descripción de la propuesta.....                                                      | 8  |
| I.3.6 Beneficiarios.....                                                                    | 9  |
| I.3.6.1 Beneficiarios Directos .....                                                        | 9  |
| I.3.6.2 Beneficiarios indirectos .....                                                      | 10 |
| I.3.7 Resultados esperados.....                                                             | 10 |
| I.3.8 Cronograma de Actividades .....                                                       | 11 |
| I.3.9 Presupuesto general .....                                                             | 14 |
| I.4 Marco Teórico.....                                                                      | 15 |
| I.4.1 Antecedentes.....                                                                     | 15 |
| I.4.2 Red de cámaras de seguridad.....                                                      | 15 |
| I.4.2.1 Definición .....                                                                    | 15 |

|             |                                                                                     |    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I.4.3       | Sistemas de red seguridad existentes.....                                           | 15 |
| I.4.3.1     | Sistemas CCTV .....                                                                 | 15 |
| I.4.3.1.1   | Definición .....                                                                    | 15 |
| I.4.3.1.2   | Componentes de un CCTV .....                                                        | 16 |
| I.4.3.1.3   | Tipos de cctv existentes .....                                                      | 17 |
| I.4.3.1.3.1 | Sistemas analógicos.....                                                            | 18 |
| I.4.3.1.3.2 | Sistemas Digitales IP .....                                                         | 20 |
| I.4.3.1.3.3 | Sistema CCTV Analógico/IP.....                                                      | 21 |
| I.4.4       | Características de un sistema de video vigilancia .....                             | 21 |
| I.4.5       | Aplicaciones de los Sistemas de Video Vigilancia .....                              | 22 |
| I.4.6       | Tecnologías en video-vigilancia.....                                                | 23 |
| I.4.6.1     | Tecnologías de cámara.....                                                          | 24 |
| I.4.6.2     | Tecnologías de almacenamiento .....                                                 | 24 |
| I.4.6.3     | Tecnologías de red .....                                                            | 25 |
| I.4.6.4     | Tecnologías de software .....                                                       | 25 |
| I.4.7       | Componentes de un sistema de seguridad .....                                        | 26 |
| I.4.7.1     | NVR (network video recorder).....                                                   | 26 |
| I.4.7.1.1   | Definición .....                                                                    | 26 |
| I.4.7.1.2   | Diferencias entre NVR (network video recorder) y DVR (digital video recorder) ..... | 27 |
| I.4.7.1.3   | Ventajas del NVR .....                                                              | 27 |
| I.4.7.1.4   | NVR PoE o estándar.....                                                             | 28 |
| I.4.7.2     | Switch .....                                                                        | 29 |
| I.4.7.2.1   | Definición .....                                                                    | 29 |
| I.4.7.2.2   | Switch con PoE.....                                                                 | 29 |
| I.4.7.2.3   | Switch con PoE vs Switch no PoE .....                                               | 29 |
| I.4.7.2.4   | Ventajas y limitaciones del switch con PoE .....                                    | 31 |
| I.4.7.2.5   | Switch administrable .....                                                          | 31 |
| I.4.7.3     | Cámaras de vigilancia.....                                                          | 34 |
| I.4.7.3.1   | Cámara de vigilancia Poe .....                                                      | 34 |
| I.4.7.3.1.1 | Beneficio de las cámaras Poe .....                                                  | 34 |
| I.4.7.3.1.2 | Características más importantes de las cámaras PoE .....                            | 35 |
| I.4.7.3.2   | Tipos de cámara de vigilancia .....                                                 | 36 |
| I.4.7.3.2.1 | Cámaras de interior .....                                                           | 36 |

|                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I.4.7.3.2.2 Cámaras con movimiento y zoom .....                                                                                                                                                                 | 36 |
| I.4.7.3.2.3 Cámara de visión nocturna .....                                                                                                                                                                     | 36 |
| I.4.7.3.2.4 Cámaras ocultas.....                                                                                                                                                                                | 36 |
| I.4.7.3.2.5 Cámaras ip.....                                                                                                                                                                                     | 36 |
| I.4.7.3.2.6 Cámaras antivandalicas .....                                                                                                                                                                        | 37 |
| I.4.7.3.2.7 Cámaras wifi.....                                                                                                                                                                                   | 37 |
| I.4.7.3.2.8 Cámaras exteriores .....                                                                                                                                                                            | 37 |
| I.4.7.3.2.9 Cámaras todo en uno .....                                                                                                                                                                           | 37 |
| I.4.7.3.3 Tipos de cámaras de vigilancia más usados.....                                                                                                                                                        | 38 |
| I.4.8 Fuente de alimentación del sistema PoE .....                                                                                                                                                              | 40 |
| I.4.9 Programas para el control de Cámaras .....                                                                                                                                                                | 42 |
| I.5 Matriz del marco Lógico (MML) .....                                                                                                                                                                         | 43 |
| Capítulo 2: Componentes.....                                                                                                                                                                                    | 49 |
| I.6 Componente I: Diseñar y simular un sistema de video vigilancia con el software Ip Video System Design Tool para el módulo 2 de la facultad de ciencias integradas de la UAJMS en la ciudad de Bermejo ..... | 49 |
| I.6.1 Resumen de la metodología para el diseño de red.....                                                                                                                                                      | 49 |
| I.6.2 Ingeniería de requerimientos .....                                                                                                                                                                        | 50 |
| I.6.2.1 Requerimientos funcionales .....                                                                                                                                                                        | 50 |
| I.6.2.2 Requerimientos no funcionales .....                                                                                                                                                                     | 50 |
| I.6.3 Desarrollo del componente de acuerdo a la metodología utilizada .....                                                                                                                                     | 51 |
| I.6.3.1 Fase 1: Análisis de los requerimientos .....                                                                                                                                                            | 51 |
| I.6.3.1.1 Análisis de metas del negocio.....                                                                                                                                                                    | 51 |
| II.1.3.1.1.1 Misión .....                                                                                                                                                                                       | 51 |
| II.1.3.1.1.2 Visión .....                                                                                                                                                                                       | 51 |
| II.1.3.1.1.3 Estructura organizacional.....                                                                                                                                                                     | 51 |
| I.6.3.1.2 Análisis de metas técnicas .....                                                                                                                                                                      | 53 |
| I.6.3.1.3 Análisis de la red existente .....                                                                                                                                                                    | 54 |
| II.1.3.1.3.1 Análisis físico de la infraestructura existente.....                                                                                                                                               | 54 |
| A. Planta baja .....                                                                                                                                                                                            | 54 |
| B. Primer piso.....                                                                                                                                                                                             | 56 |
| C. Segundo piso.....                                                                                                                                                                                            | 57 |
| I.6.3.2 Fase 2: Desarrollar diseño lógico .....                                                                                                                                                                 | 58 |

|              |                                                                                                |     |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| I.6.3.2.1    | Ubicación de las cámaras de seguridad .....                                                    | 58  |
| I.6.3.2.2    | Diseñar topología de red.....                                                                  | 62  |
| II.1.3.2.2.1 | Desarrollo de red planta baja .....                                                            | 63  |
| II.1.3.2.2.2 | Desarrollo de red primer piso.....                                                             | 66  |
| II.1.3.2.2.3 | Desarrollo de red segundo piso .....                                                           | 68  |
| I.6.3.2.3    | Desarrollo lógico .....                                                                        | 70  |
| I.6.3.2.4    | Descripción del diseño.....                                                                    | 70  |
| I.6.3.2.5    | Esquema del diseño lógico generalizado .....                                                   | 71  |
| I.6.3.2.6    | Diseñar modelos de direccionamiento y hostnames.....                                           | 72  |
| I.6.3.2.7    | Desarrollar estrategias de seguridad. ....                                                     | 74  |
| I.6.3.2.8    | Desarrollar estrategias de administración de red .....                                         | 75  |
| I.6.3.3      | Fase 3: Desarrollar diseño físico .....                                                        | 75  |
| I.6.3.3.1    | Comparación de equipos entre marcas de seguridad .....                                         | 75  |
| I.6.3.3.2    | Tecnologías y equipos a implementar.....                                                       | 79  |
| II.1.3.3.2.1 | Cámaras.....                                                                                   | 79  |
| II.1.3.3.2.2 | Equipos de grabación y switch.....                                                             | 80  |
| II.1.3.3.2.3 | Cableado.....                                                                                  | 80  |
| II.1.3.3.2.4 | Calidad de servicios en equipos .....                                                          | 86  |
| I.6.3.4      | Fase 4: Aprobar, optimizar y documentar diseño .....                                           | 86  |
| I.6.3.4.1    | Configuración e instalación de cámaras de seguridad .....                                      | 86  |
| I.6.3.4.1.1  | Añadir cámara ip y configuración de grupos .....                                               | 89  |
| I.6.3.4.2    | Testeo y resultados de las cámaras de seguridad .....                                          | 91  |
| II.1.2.4.2.1 | Testeo cámara interior tipo 1 .....                                                            | 92  |
| II.1.2.4.2.2 | Testeo cámara interior tipo 2.....                                                             | 95  |
| II.1.2.4.2.3 | Testeo cámara exterior .....                                                                   | 99  |
| II.1.2.4.2.4 | Testeo cámara ojo de pez .....                                                                 | 102 |
| I.6.3.4.3    | Diseño final y cableado .....                                                                  | 107 |
| I.6.3.4.4    | Diagrama de despliegue y componentes.....                                                      | 114 |
| I.6.3.4.5    | Cálculo de almacenamiento y ancho de banda .....                                               | 116 |
| I.6.3.4.6    | Presupuestos .....                                                                             | 120 |
| II.1.3.4.4.1 | Presupuesto de equipos .....                                                                   | 120 |
| II.1.3.4.4.2 | Presupuesto de mano de obra.....                                                               | 121 |
| I.7          | Componente II: Manual de procedimientos para el uso de cámaras de seguridad y vigilancia. .... | 122 |

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| Capítulo 3: Conclusiones y Recomendaciones .....         | 134 |
| I.8 Conclusiones.....                                    | 134 |
| I.9 Recomendaciones .....                                | 135 |
| Bibliografía .....                                       | 137 |
| ANEXO A INDICADORES .....                                | 140 |
| ANEXO B PROFORMAS DE EQUIPOS Y REPORTES DE EQUIPOS ..... | 149 |
| ANEXO C MEDIOS DE VERIFICACION .....                     | 154 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 1. Cronograma de actividades.....                                                  | 13  |
| Tabla 2. Presupuesto general .....                                                       | 14  |
| Tabla 3. Nvr independiente o estándar.....                                               | 28  |
| Tabla 4. Switch administrable vs no administrable .....                                  | 34  |
| Tabla 5. Matriz de marco lógico .....                                                    | 47  |
| Tabla 6. Puntos críticos y estratégicos planta baja.....                                 | 59  |
| Tabla 7. Puntos críticos y estratégicos primera planta.....                              | 60  |
| Tabla 8. Puntos críticos y estratégicos segunda planta .....                             | 61  |
| Tabla 9. Puertos reservados switch .....                                                 | 72  |
| Tabla 10. Puertos reservados nvr .....                                                   | 72  |
| Tabla 11. Direccionamiento de equipos en pasillos cortos .....                           | 73  |
| Tabla 12. Direccionamiento de equipos en pasillos largo .....                            | 73  |
| Tabla 13. Direccionamiento de equipos en terraza, patio de entrada y distribuidores..... | 74  |
| Tabla 14. Seguridad física y lógica .....                                                | 74  |
| Tabla 15. Software de administración.....                                                | 75  |
| Tabla 16. Equipos a usar y sus características .....                                     | 85  |
| Tabla 17. Calidad de servicios .....                                                     | 86  |
| Tabla 18. Descripción de parámetros.....                                                 | 91  |
| Tabla 19. Fabricante y modelo cámara interior tipo 1 .....                               | 92  |
| Tabla 20. Parámetros cámara interior tipo 1 .....                                        | 93  |
| Tabla 21. Fabricante y modelo cámara interior tipo 2 .....                               | 95  |
| Tabla 22. Parámetros cámara interior tipo 2.....                                         | 96  |
| Tabla 23. Fabricante y modelo cámara exterior.....                                       | 99  |
| Tabla 24. Parámetros cámara exterior.....                                                | 100 |
| Tabla 25. Fabricante y modelo cámara ojo de pez.....                                     | 102 |
| Tabla 26. Parámetros cámara ojo de pez.....                                              | 104 |
| Tabla 27. Cableado horizontal total .....                                                | 113 |
| Tabla 28. Cableado vertical total .....                                                  | 113 |
| Tabla 29. Canales de calculo.....                                                        | 119 |

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 30. Tiempo de guardado .....                                                      | 119 |
| Tabla 31. Espacio de disco requerido .....                                              | 119 |
| Tabla 32. Ancho de banda.....                                                           | 120 |
| Tabla 33. Presupuesto de equipamiento.....                                              | 120 |
| Tabla 34. Presupuesto de mano de obra.....                                              | 121 |
| Tabla 35. Procedimiento para el recojo y custodio de las grabaciones.....               | 128 |
| Tabla 36. Procedimientos para el uso de las grabaciones de seguridad y vigilancia ..... | 131 |
| Tabla 37. Tiempo de guardado .....                                                      | 141 |
| Tabla 38. Espacio de disco.....                                                         | 142 |
| Tabla 39. Ancho de banda.....                                                           | 143 |
| Tabla 40. Requerimientos de storage .....                                               | 144 |
| Tabla 41. Puntos críticos y estratégicos cubiertos planta baja.....                     | 145 |
| Tabla 42. Puntos críticos y estratégicos cubiertos primera planta .....                 | 146 |
| Tabla 43. Puntos críticos y estratégicos cubiertos segunda planta .....                 | 147 |
| Tabla 44. Puntos críticos y estratégicos cubiertos en total .....                       | 148 |
| Tabla 45. Procedimiento para el recojo y custodio de las grabaciones.....               | 159 |
| Tabla 46. Procedimientos para el uso de las grabaciones de seguridad y vigilancia ..... | 162 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Árbol de problemas .....                                     | 3  |
| Figura 2. Árbol de objetivos .....                                     | 4  |
| Figura 3. Cctv existentes.....                                         | 18 |
| Figura 4. Esquema básico de un cctv analógico .....                    | 19 |
| Figura 5. Esquema básico de un cctv ip.....                            | 20 |
| Figura 6. Estructura de un nvr.....                                    | 26 |
| Figura 7. Switch poe vs no poe .....                                   | 30 |
| Figura 8. Switch y cámara con y sin poe .....                          | 41 |
| Figura 9. Sistema de seguridad con poe switch, poe nvr y sin nvr ..... | 41 |
| Figura 10. Diagrama estructura orgánica uajms .....                    | 53 |
| Figura 11. Planos planta baja .....                                    | 55 |
| Figura 12. Planos primer piso .....                                    | 56 |
| Figura 13. Planos segundo piso.....                                    | 57 |
| Figura 14. Planta baja puntos críticos y estratégicos .....            | 59 |
| Figura 15. Primera planta puntos críticos y estratégicos .....         | 60 |
| Figura 16. Segunda planta puntos críticos y estratégicos. ....         | 61 |
| Figura 17. Referencias de las cámaras y equipos.....                   | 62 |
| Figura 18. Diseño planta baja cámaras referenciadas .....              | 64 |
| Figura 19. Diseño planta baja cobertura de cámaras y equipos .....     | 65 |
| Figura 20. Diseño primer piso cámaras referenciadas .....              | 66 |
| Figura 21. Diseño primer piso cobertura de cámaras y equipos .....     | 67 |
| Figura 22. Diseño segundo piso cámaras referenciadas .....             | 68 |
| Figura 23. Diseño segundo piso cobertura de cámaras y equipos .....    | 69 |
| Figura 24. Diseño lógico del sistema de seguridad.....                 | 71 |
| Figura 25. Software sadp .....                                         | 87 |
| Figura 26. Interfaz de inicio de sesión .....                          | 88 |
| Figura 27. Interfaz del menú del software .....                        | 88 |
| Figura 28. Adición de cámara ip.....                                   | 89 |
| Figura 29. Visualización de carpetas .....                             | 90 |

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 30. Visualización de carpetas creadas .....                 | 90  |
| Figura 31. Gestión de storage 1 .....                              | 90  |
| Figura 32. Gestión de storage 2 .....                              | 91  |
| Figura 33. Identificación de cámara interior tipo 1.....           | 92  |
| Figura 34. Parámetros cámara interior tipo 1.....                  | 93  |
| Figura 35. Resultado testeo 1 cámara interior tipo 1 .....         | 94  |
| Figura 36. Resultado testeo 2 cámara interior tipo 1 .....         | 95  |
| Figura 37. Identificación de cámara interior tipo 2.....           | 96  |
| Figura 38. Parámetros cámara interior tipo 2.....                  | 97  |
| Figura 39. Resultado testeo 1 cámara interior tipo 2 .....         | 98  |
| Figura 40. Resultado testeo 2 cámara interior tipo 2 .....         | 98  |
| Figura 41. Identificación de cámara exterior .....                 | 99  |
| Figura 42. Parámetros cámara exterior .....                        | 100 |
| Figura 43. Resultado testeo 1 cámara exterior.....                 | 101 |
| Figura 44. Resultado testeo 2 cámara exterior.....                 | 102 |
| Figura 45. Identificación de cámara ojo de pez .....               | 103 |
| Figura 46. Parámetros cámara ojo de pez .....                      | 104 |
| Figura 47. Resultado testeo 1 cámara ojo de pez .....              | 105 |
| Figura 48. Resultado testeo 2 cámara ojo de pez.....               | 105 |
| Figura 49. Vista del grabador.....                                 | 106 |
| Figura 50. Diseño final de cableado y cámaras planta baja .....    | 107 |
| Figura 51. Listado de cableado planta baja.....                    | 108 |
| Figura 52. Diseño final de cableado y cámaras primera planta ..... | 109 |
| Figura 53. Listado de cableado primera planta.....                 | 110 |
| Figura 54. Diseño final de cableado y cámaras segunda planta.....  | 111 |
| Figura 55. Listado de cableado segunda planta .....                | 112 |
| Figura 56. Diagrama de despliegue.....                             | 114 |
| Figura 57. Diagrama de componentes.....                            | 115 |
| Figura 58. Storage and network calculator .....                    | 116 |
| Figura 59. Canales de calculadora .....                            | 117 |

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 60. Cálculo de tiempo de guardado .....                                          | 117 |
| Figura 61. Cálculo de espacio de disco.....                                             | 118 |
| Figura 62. Cálculo de ancho de banda .....                                              | 118 |
| Figura 63. Procedimiento para el recojo y custodio de las grabaciones .....             | 129 |
| Figura 64. Procedimientos para el uso de las grabaciones de seguridad y vigilancia..... | 132 |
| Figura 65. Tiempo de guardado .....                                                     | 141 |
| Figura 66. Espacio de disco .....                                                       | 142 |
| Figura 67. Ancho de banda .....                                                         | 143 |
| Figura 68. Equipos y requerimientos de storage.....                                     | 144 |
| Figura 69. Puntos críticos y estratégicos cubiertos planta baja.....                    | 145 |
| Figura 70. Puntos críticos y estratégicos cubiertos primera planta .....                | 146 |
| Figura 71. Puntos críticos y estratégicos cubiertos segunda planta .....                | 147 |
| Figura 72. Proforma cámara tipo 1 .....                                                 | 150 |
| Figura 73. Proforma cámara tipo 2 .....                                                 | 150 |
| Figura 74. Proforma cámara ojo de pez .....                                             | 151 |
| Figura 75. Proforma cámara exterior .....                                               | 151 |
| Figura 76. Proforma nvr .....                                                           | 152 |
| Figura 77. Proforma switch.....                                                         | 152 |
| Figura 78. Proforma disco duro .....                                                    | 152 |
| Figura 79. Reporte de equipos .....                                                     | 153 |
| Figura 80. Procedimiento para el recojo y custodio de las grabaciones .....             | 160 |
| Figura 81. Procedimientos para el uso de las grabaciones de seguridad y vigilancia..... | 163 |