

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE COMPUTACIÓN

Tema: “Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP”

Trabajo de Integración Curricular previo la obtención del
Título de Ingeniero en Ciencias de la Computación

AUTORES: Enríquez Pilacuán Andy Leonel.
Inguilan Usuay Kevyn Anderson.

TUTOR: Ing. Yandún Velasteguí Marco Antonio, MSc.

Tulcán, 2022

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certifico que el estudiante Enríquez Pilacuán Andy Leonel con el número de cédula 1727321265 ha elaborado el trabajo de titulación: “Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

f.....

Yandún Velasteguí Marco Antonio, MSc.

TUTOR

Tulcán, marzo de 2022

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certifico que el estudiante Inguilan Usuay Kevyn Anderson con el número de cédula 1758774440 ha elaborado el trabajo de titulación: “Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

f.....


Yandún Velasteguí Marco Antonio, MSc.

TUTOR

Tulcán, marzo de 2022

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniero** en la Carrera de computación de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Enríquez Pilacúan Andy Leonel con cédula de identidad número 1727321265 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f. 

Enríquez Pilacúan Andy Leonel

AUTOR

Tulcán, marzo de 2022

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniero** en la Carrera de computación de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Inguilan Usuay Kevyn Anderson con cédula de identidad número 1758774440 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f. 

Inguilan Usuay Kevyn Anderson

AUTOR

Tulcán, marzo de 2022

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Enríquez Pilacuán Andy Leonel declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Uso de algoritmo de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f. 

Enríquez Pilacuán Andy Leonel

AUTOR

Tulcán, marzo de 2022

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Inguilan Usuay Kevyn Anderson declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Uso de algoritmo de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f. .....

Inguilan Usuay Kevyn Anderson

AUTOR

Tulcán, marzo de 2022

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, mi familia y docentes; a Dios por brindarme vida, salud y sabiduría para culminar mi carrera universitaria y trabajo de titulación, y a la vez darme la fuerza para afrontar los obstáculos que se me han presentado; a mi familia por ser el ejemplo y motivo para continuar luchando por mis sueños y objetivos en la vida; así como también a cada uno de los docentes que a lo largo de este proceso me brindaron sus conocimientos para así formarme como un gran profesional.

Andy Leonel Enríquez Pilacuán

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la salud y siempre estar como guía principal en el cumplimiento de mis metas en la vida, a mi familia por ser siempre ese apoyo fundamental, que con sus palabras de aliento me dan fuerzas para seguir adelante, pero, sobre todo, doy gracias por haber depositado su confianza en mí. A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por permitirme ser parte de sus aulas durante estos años de formación académica, a los docentes que gracias a sus conocimientos, consejos y experiencias impartidas dentro y fuera del aula ayudaron a prepararme para mi vida personal y profesional.

Kevyn Anderson Inguilan Usuay

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, padre y hermanos; a mi madre Ana María Pilacuán que a pesar de la distancia me brindó su apoyo, consejos, motivación y amor, lo cual me impulsó día a día a seguir mejorando como persona y luchar por culminar mi carrera universitaria; a mi padre José Ramiro Enríquez quien estuvo a mi lado y me motivó a no rendirme jamás, me brindó sus valiosos consejos y me acompañó en cada etapa y experiencia atravesada a lo largo de este tiempo; y a mis hermanos Valeria y Mateo quienes siempre confiaron en mí y me motivaron para continuar siendo un buen ejemplo para ellos.

Andy Leonel Enríquez Pilacuán

DEDICATORIA

Dedicado a Dios por haberme permitido llegar con salud y vida a este momento tan especial para mí, a mis padres Mary Liliana Usuay Chamorro y José Antonio Inguilan, por brindarme su amor, y enseñarme que con perseverancia, respeto y humildad se puede lograr lo que uno se proponga en la vida, a mis hermanos Emily y Deyvid por ser complemento y apoyo incondicional de mis padres; a mis abuelitos que gracias a sus consejos y experiencias me han enseñado que nunca debo rendirme; a mis familiares y amigos que siempre han estado para brindarme una palabra de aliento y apoyarme cuando más lo necesito.

Dedicado a todos quienes me ayudaron a culminar con éxito esta valiosa meta.

Kevyn Anderson Inguilan Usuay

ÍNDICE

I. PROBLEMA	24
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	24
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	25
1.3. JUSTIFICACIÓN	26
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	27
1.4.1. Objetivo General.....	27
1.4.2. Objetivos Específicos.....	27
1.4.3. Preguntas de investigación.....	27
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	28
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
2.2. MARCO TEÓRICO.....	30
2.2.1. Sistemas de videovigilancia.....	30
2.2.1.1. Sistemas de videovigilancia Analógico.....	30
2.2.1.2. Sistemas de videovigilancia IP.....	31
2.2.1.3. Componentes de un sistema de videovigilancia.....	31
2.2.2. Analítica de video.....	33
2.2.2.1. Ventajas de la analítica de video.....	33
2.2.2.2. Aplicaciones de la analítica de video.....	34
2.2.2.3. La analítica de video y la seguridad perimetral.....	35
2.2.2.4. Software de analítica de video.....	35
2.2.3. Visión Artificial	35
2.2.3.1. Etapas de la visión artificial.....	36
2.2.3.2. Técnicas y algoritmos de visión artificial.....	38
2.2.3.3. Detección de objetos.....	39
2.2.3.4. Detección de movimiento.....	39
2.2.3.5. Herramientas para el desarrollo de proyectos de visión artificial.....	40
2.2.4. Alertas en tiempo real.....	42
2.2.5. Sistemas de videovigilancia IP con analítica de video.....	42
2.2.6. Sistema prototipo informático.....	42
2.2.7. Herramientas por utilizar para el desarrollo del sistema prototipo informático de videovigilancia con analítica de video.....	43
2.2.8. Algoritmos puestos a prueba para el desarrollo del sistema prototipo informático de videovigilancia con analítica de video.....	44

2.2.8.1. Partes de un algoritmo informático.....	45
2.2.8.2. Algoritmos de detección de movimiento.....	45
2.2.8.3. Algoritmos de detección de objetos.....	50
2.2.9. Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	54
III. METODOLOGÍA	55
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO.....	55
3.1.1. Enfoque.....	55
3.1.2. Tipo de Investigación.....	55
3.1.1.1. Exploratoria.....	55
3.1.1.2. Descriptiva.....	55
3.1.1.3. Correlacional.....	56
3.1.1.4. Experimental.....	56
3.2. IDEA A DEFENDER	56
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	56
3.3.1. Definición de variables.....	56
3.3.1.1. Algoritmos de visión artificial.....	56
3.3.1.2. Sistemas de videovigilancia IP con analítica de video.....	56
3.3.2. Operacionalización de variables.....	57
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS.....	58
3.4.1. Métodos.....	58
3.4.1.1. Método Deductivo.....	58
3.4.1.2. Método Analítico.....	58
3.4.2. Técnicas.....	58
3.4.2.1. Entrevista semiestructurada.....	58
3.4.2.2. Encuesta.....	58
3.4.2.3. Experimental.....	58
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	59
3.5.1. Población y muestra.....	59
3.5.1.1. Población.....	59
3.5.1.2. Muestra.....	59
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
4.1. RESULTADOS.....	61
4.1.1. Resultados de las encuestas.....	61
4.1.1.1. Análisis de los ítems de la encuesta.....	61

4.1.2. Resultados de las entrevistas.....	74
4.1.2.1. Análisis de los ítems de las entrevistas.....	74
4.1.3. Resultados de la experimentación con algoritmos de detección de movimiento y algoritmos de detección de objetos.....	79
4.1.3.1. Análisis de los algoritmos de detección de movimiento.....	79
4.1.3.2. Análisis de los algoritmos de detección de objetos.....	93
4.2. PROPUESTA.....	111
4.2.1. Metodología Utilizada.....	112
4.2.2. Fases de desarrollo.....	112
4.2.2.1. Fase 1. Requerimientos del sistema prototipo informático de videovigilancia.....	112
4.2.2.2. Fase 2. Prototipo del sistema prototipo informático de videovigilancia.....	117
4.2.2.3. Fase 3. Desarrollo del sistema prototipo informático de videovigilancia.....	122
4.2.2.4. Fase 4. Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia.....	134
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	151
5.1. CONCLUSIONES.....	151
5.2. RECOMENDACIONES.....	153
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	155
VII. ANEXOS.....	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Funcionamiento del algoritmo MOG.....	48
Figura 2. Notación para el paradigma K-NN.....	49
Figura 3. Pseudocódigo para el clasificador K-NN.....	50
Figura 4. Arquitectura de CNN con un detector SSD.....	51
Figura 5. Estructura de YOLO v3 usando como red troncal Darknet-53 con predicciones de tres capas.....	52
Figura 6. Comparativa YOLO v3 con otros detectores.....	52
Figura 7. Estructura de red de YOLO v3 Tiny.....	53
Figura 8. Tipo de seguridad del local comercial.....	61
Figura 9. Funcionamiento del sistema de videovigilancia.....	62
Figura 10. Motivos para la implementación del sistema de videovigilancia.....	63
Figura 11. Instalación del sistema de videovigilancia.....	64

Figura 12. Partes del sistema de videovigilancia.....	65
Figura 13. Tipos de cámaras.....	66
Figura 14. Número de cámaras.....	67
Figura 15. Satisfacción con respecto a la calidad de imagen.....	68
Figura 16. Analítica de video que debería tener el sistema de videovigilancia.....	69
Figura 17. Tipo de alerta que debería tener un sistema de videovigilancia.....	70
Figura 18. Motivos para implementar la analítica de video.....	71
Figura 19. Inversión para implementar analítica de video.....	72
Figura 20. Pago por la suscripción mensual.....	73
Figura 21. Uso del método para MOG mediante OpenCV.....	80
Figura 22. Background Subtractor - MOG.....	80
Figura 23. Coste computacional del algoritmo Background Subtractor – MOG en PC A.....	81
Figura 24. Coste computacional del algoritmo Background Subtractor – MOG en PC B.....	82
Figura 25. Uso del método para MOG2 mediante OpenCV.....	83
Figura 26. Background Subtractor - MOG2.....	83
Figura 27. Coste computacional del algoritmo Background Subtractor – MOG2 en PC A...	84
Figura 28. Coste computacional del algoritmo Background Subtractor – MOG2 en PC B...	85
Figura 29. Uso del método para KNN mediante OpenCV.....	86
Figura 30. Background Subtractor – KNN.....	86
Figura 31. Coste computacional del algoritmo Background Subtractor – KNN en PC A.....	87
Figura 32. Coste computacional del algoritmo Background Subtractor – KNN en PC B.....	88
Figura 33. Comparativa en coste computacional de los algoritmos de detección de movimiento en PC A.....	89
Figura 34. Comparativa en coste computacional de los algoritmos de detección de movimiento en PC B.....	90
Figura 35. Escenarios de prueba con algoritmos de detección de movimiento.....	91
Figura 36. Resultados de las pruebas con algoritmos de detección de movimiento.....	93
Figura 37. SSD (Single Shot MultiBox Detector) MobileNet v3 (a).....	94
Figura 38. SSD (Single Shot MultiBox Detector) MobileNet v3 (b).....	95
Figura 39. SSD (Single Shot MultiBox Detector) MobileNet v3 (c).....	95
Figura 40. Tiempos de ejecución SSD MobileNet v3.....	96
Figura 41. Comparativa en tiempo de ejecución (segundos) de algoritmo en detección de objetos con SSD MobileNet v3.....	96
Figura 42. Coste computacional del algoritmo SSD MobileNet v3 en PC A.....	97

Figura 43. Coste computacional del algoritmo SSD MobileNet v3 en PC B.....	98
Figura 44. YOLO (You Only Look Once) v3 – 320 (a).....	99
Figura 45. YOLO (You Only Look Once) v3 – 320 (b).....	100
Figura 46. YOLO (You Only Look Once) v3 – 320 (c).....	100
Figura 47. Tiempos de ejecución YOLO v3 – 320.....	101
Figura 48. Comparativa en tiempo de ejecución (segundos) de algoritmo en detección de objetos con YOLO v3 – 320.....	101
Figura 49. Coste computacional del algoritmo YOLO v3 – 320 en PC A.....	102
Figura 50. Coste computacional del algoritmo YOLO v3 – 320 en PC B.....	103
Figura 51. YOLO (You Only Look Once) v3 – Tiny (a).....	104
Figura 52. YOLO (You Only Look Once) v3 – Tiny (b).....	105
Figura 53. YOLO (You Only Look Once) v3 – Tiny (c).....	105
Figura 54. Tiempos de ejecución YOLO v3 – Tiny.....	106
Figura 55. Comparativa en tiempo de ejecución (segundos) de algoritmo en detección de objetos con YOLO v3 – Tiny.....	106
Figura 56. Coste computacional del algoritmo YOLO v3 – Tiny en PC A.....	107
Figura 57. Coste computacional del algoritmo YOLO v3 – Tiny en PC B.....	108
Figura 58. Comparativa en coste computacional de los algoritmos de detección de objetos en PC A.....	110
Figura 59. Comparativa en coste computacional de los algoritmos de detección de objetos en PC B.....	110
Figura 60. Diagrama de flujo del sistema prototipo informático de videovigilancia.....	114
Figura 61. Caso de uso del sistema prototipo informático de videovigilancia.....	115
Figura 62. Diseño de la base de datos del sistema prototipo informático de videovigilancia (MongoDB).....	116
Figura 63. Interfaz de inicio de sesión.....	117
Figura 64. Interfaz de registro de usuario.....	118
Figura 65. Interfaz editar perfil.....	118
Figura 66. Interfaz sistema de videovigilancia.....	119
Figura 67. Interfaz de añadir cámara.....	119
Figura 68. Interfaz de modificar cámara.....	120
Figura 69. Interfaz Alertas.....	120
Figura 70. Interfaz horario de alertas.....	121
Figura 71. Interfaz de añadir horario.....	121

Figura 72. Archivo Principal del Servidor.....	122
Figura 73. Extensiones usadas en el servidor	122
Figura 74. Script para envío de alertas por correo electrónico	123
Figura 75. Script para envío de alertas por SMS	123
Figura 76. Rutas de alertas.....	124
Figura 77. Rutas de usuario	124
Figura 78. Ejecución de tareas programadas	125
Figura 79. Rutas para imágenes.....	125
Figura 80. Rutas para horarios.....	126
Figura 81. Rutas para cámaras.....	126
Figura 82. Detección de Objetos.....	127
Figura 83. Detección de Movimiento	127
Figura 84. Environment de la app.....	128
Figura 85. App Component	128
Figura 86. App Routing Module.....	129
Figura 87. Components Module	129
Figura 88. Usuario Guard	130
Figura 89. Interfaces	130
Figura 90. Cámara Service.....	131
Figura 91. Usuario Service	131
Figura 92. UI Service.....	132
Figura 93. Horario Service.....	132
Figura 94. Datos Service.....	133
Figura 95. Prueba N°1. Inicio de sesión	134
Figura 96. Prueba N°2. Registro usuario	135
Figura 97. Prueba N°3. Actualizar usuario	136
Figura 98. Prueba N°4. Cerrar sesión	137
Figura 99. Prueba N°5. Registrar cámara	138
Figura 100. Prueba N°6. Actualizar cámara	139
Figura 101. Prueba N°7. Eliminar cámara.....	140
Figura 102. Prueba N°8. Reproducir cámara.....	141
Figura 103. Prueba N°9. Visualizar cámaras registradas en el aplicativo móvil.....	142
Figura 104. Prueba N°10. Registrar horario para detección de objetos.....	143
Figura 105. Prueba N°11. Registrar horario para detección de movimiento.....	144

Figura 106. Prueba N°12. Actualizar horario (estado)	145
Figura 107. Prueba N° 13. Eliminar horario	146
Figura 108. Prueba N°14. Visualizar horarios registrados en el aplicativo móvil.....	147
Figura 109. Prueba N°15. Visualizar alertas en el aplicativo móvil.....	148
Figura 110. Prueba N°16. Visualizar multimedia de alertas en el aplicativo móvil.....	149
Figura 111. Prueba N°17. Notificación de alertas	150

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	57
Tabla 2. Tipo de seguridad del local comercial	61
Tabla 3. Funcionamiento del sistema de videovigilancia	62
Tabla 4. Motivos para la implementación del sistema de videovigilancia	63
Tabla 5. Instalación del sistema de videovigilancia.....	64
Tabla 6. Partes del sistema de videovigilancia	65
Tabla 7. Tipos de cámaras.....	66
Tabla 8. Número de cámaras.....	67
Tabla 9. Satisfacción con respecto a la calidad de imagen	68
Tabla 10. Analítica de video que debería tener el sistema de videovigilancia	69
Tabla 11. Tipo de alerta que debería tener un sistema de videovigilancia	70
Tabla 12. Motivos para implementar la analítica de video	71
Tabla 13. Inversión para implementar analítica de video	72
Tabla 14. Pago por la suscripción mensual.....	73
Tabla 15. Cámaras que cuentan con analítica de video	74
Tabla 16. Precio de las cámaras que cuentan con analítica de video.....	75
Tabla 17. Características del grabador de video	75
Tabla 18. Modelos de cámaras para analítica de video.....	76
Tabla 19. Tipos de alerta.....	77
Tabla 20. Características de hardware de las dos PCs	79
Tabla 21. Comparativa en coste computacional de los algoritmos de detección de movimiento en PC A y PC B	90
Tabla 22. Pruebas de los diferentes escenarios para detección de movimiento.....	91
Tabla 23. Resultados de las pruebas con algoritmos de detección de movimiento	92

Tabla 24. Comparativa en tiempo de ejecución (segundos) de algoritmos en detección de objetos.....	109
Tabla 25. Comparativa en coste computacional de los algoritmos de detección de objetos en PC A y PC B	111

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Actas de sustentación de predefensa del trabajo de integración curricular.....	163
Anexo 2. Informe de antiplagio	165
Anexo 3. Certificado de aprobación del abstract por parte del CIDEN	167
Anexo 4. Certificado de sustentación de funcionamiento del sistema prototipo informático	169
Anexo 5. Entrevista aplicada a Qaltrom	170
Anexo 6. Encuesta aplicada a TechResources Cia. Ltda.....	173
Anexo 7. Entrevista aplicada a Telalca.....	176
Anexo 8. Encuesta aplicada a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán ..	179
Anexo 9. Manual de usuario.....	219
Anexo 10. Manual técnico.....	232

RESUMEN

En el presente proyecto de titulación se identificó como problema el desaprovechamiento de la visión artificial en la videovigilancia de los locales comerciales de la ciudad de Tulcán, provocando que los sistemas de videovigilancia se vuelvan obsoletos, menos eficientes e incapaces de alertar actividad inusual mediante analítica de video. Por tal motivo, en la investigación se utilizaron los métodos deductivo y analítico, con entrevistas aplicadas a empresas de venta de sistemas de videovigilancia inteligentes; y encuestas en locales comerciales de Tulcán, obteniendo como principales resultados que los sistemas de videovigilancia ofertados actualmente son más modernos en comparación a los utilizados en la ciudad de Tulcán, con costo elevado en las cámaras inteligentes. Basándose en la arquitectura Modelo Vista Controlador y haciendo uso de la metodología de desarrollo de software Extreme Programming (XP), se desarrolló un sistema prototipo informático con analítica de video, que cuenta con aplicación móvil y servidor que trabaja con los algoritmos: Background-Subtraction MOG2, contando con respuesta inmediata en detección de movimiento y SSD MobileNet v3, con promedio de precisión de 33,7% y 26 fotogramas por segundo, logrando identificar personas y vehículos en base al COCO Dataset; determinando la aplicación de estos algoritmos en base a la experimentación realizada. Logrando así que cualquier sistema de videovigilancia básico con conexión a Internet y mediante una conexión a través del protocolo de transmisión en tiempo real (RTSP) sea capaz de usar la aplicación móvil, aportándole características inteligentes. En trabajos futuros se podría descartar algoritmos con modelos genéricos, optando por entrenar modelos para necesidades específicas.

Palabras clave: Visión artificial, sistemas de videovigilancia, analítica de video, background-subtractor MOG2, SSD Mobile Net v3.

ABSTRACT

In the current project, the waste of artificial vision in the video surveillance of commercial premises in Tulcán city was identified as a problem, causing video surveillance systems to become obsolete, less efficient, and unable to alert unusual activity through video analytics. For this reason, the deductive and analytical methods were used in the investigation, with interviews applied to companies that sell intelligent video surveillance systems; and surveys in commercial premises in Tulcán, getting as main results that the video surveillance systems currently offered are more modern compared to those used in Tulcán city, with a high cost in intelligent cameras. Based on the Model View Controller architecture and using the Extreme Programming (XP) software development methodology, a computer prototype system with video analytics was developed, which has a mobile application and a server that works with the algorithms: Background-Subtraction MOG2, with immediate response in motion detection and MobileNet v3 SSD, with an average accuracy of 33.7% and 26 frames per second, being able to identify people and vehicles based on the COCO Dataset; determining the application of these algorithms, based on the experimentation carried out. Thus, any basic video surveillance system with an Internet connection and through a connection through the real-time transmission protocol (RTSP) is able to use the mobile application, providing intelligent features. In future works, algorithms with generic models could be discarded, opting to train models for specific needs.

Keywords: Artificial vision, video surveillance systems, video analytics, background-subtractor MOG2, SSD Mobile Net v3.

INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual las nuevas tecnologías han aportado al progreso y desarrollo de la vida de las personas, una de las tecnologías que ha aportado de manera positiva es la visión artificial; en el presente trabajo investigativo se hace énfasis en la analítica de video y su uso en sistemas de videovigilancia IP, con la finalidad de salvaguardar la integridad física de la ciudadanía, así como también la de sus bienes materiales.

En el presente proyecto de titulación se identificó como problema el costo elevado de los sistemas de videovigilancia IP con analítica de video, provocando que los sistemas de videovigilancia se vuelvan obsoletos, menos eficientes e incapaces de alertar actividad inusual mediante analítica de video, además de que los sistemas de video vigilancia inteligentes no son muy asequibles para los propietarios de los locales comerciales; por otra parte, el realizar una videovigilancia de la manera tradicional no garantiza que esta se la realice las 24 horas del día; en base al problema presentado, se han realizado investigaciones previas que han tenido como finalidad la implementación de algoritmos de visión artificial para la detección de rostros en sistemas de videovigilancia o la aplicación de un sistema inteligente de reconocimiento de patrones para la alerta de intrusos en PYMES (pequeñas y medianas empresas).

Por este motivo se ha propuesto el tema de investigación, en cual su objetivo principal es el desarrollar un sistema prototipo informático de bajo costo con analítica de video mediante el uso de algoritmos de visión artificial y nuevas tecnologías para su asequibilidad a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán; para recolectar la información necesaria se utilizaron los métodos deductivo y analítico, con ayuda de técnicas de recolección de datos, tales como la entrevista semiestructurada, la cual fue aplicada a pequeñas y medianas empresas de venta e instalación de sistemas de videovigilancia con analítica de video, con la finalidad de conocer más a fondo los componentes, características y estructura con relación a su costo de los sistemas de videovigilancia inteligentes; así como también se recurrió a la aplicación de una encuesta a un grupo de personas propietarias de locales comerciales con sistemas de videovigilancia de la ciudad de Tulcán, con la finalidad de conocer las características de estos sistemas y la opinión de los propietarios referente a los sistemas de videovigilancia con analítica de video y el nivel de asequibilidad de ellos respecto a estas nuevas tecnologías; y finalmente se hizo uso de la técnica experimental, con la cual mediante pruebas realizadas con algoritmos se logró determinar cuáles son aplicables al sistema prototipo informático.

Como resultado de la investigación, basándose en la arquitectura Modelo Vista Controlador y haciendo uso de la metodología de desarrollo de software Extreme Programming (XP), se desarrolló un sistema prototipo informático alternativo con analítica de video de bajo costo para sistemas de videovigilancia IP básicos, que cuenta con una aplicación móvil y un servidor que trabaja con los algoritmos: Background-Subtraction MOG2, contando con respuesta inmediata en detección de movimiento y SSD MobileNet v3, con promedio de precisión de 33,7% y 26 fotogramas por segundo, logrando identificar personas y vehículos en base al COCO Dataset; determinando la aplicación de estos algoritmos en base a la experimentación realizada; logrando así que cualquier sistema de videovigilancia básico con conexión a Internet y mediante una conexión a través del protocolo de transmisión en tiempo real (RTSP) sea capaz de usar la aplicación móvil, aportándole características inteligentes. En trabajos futuros se podría descartar algoritmos con modelos genéricos, optando por entrenar modelos para necesidades específicas.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En América Latina, la visión artificial está siendo utilizada en diferentes campos o sectores; Chile se encuentra entre los principales países donde se aplica esta disciplina científica, encontrando así proyectos como el del Dr. Sergio Velastín, docente del departamento de Ingeniería Informática de la Universidad de Santiago de Chile, en el año 2017 presentó ante el Congreso del Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, un tema basado en la fusión de datos en la visión artificial, con el fin de interpretar la información visual del mundo que nos rodea; además, realizó una investigación en Londres, utilizando cámaras de vigilancia ubicadas en diferentes sectores públicos, permitiendo realizar de esta manera un proceso de captura de imágenes digitales, a pesar de que la investigación no se realizó con el propósito de brindar un aporte a la seguridad de la ciudadanía, tuvo como objetivo el de observar a los usuarios y conocer cuál es su conducta y comportamiento dentro del transporte público (Universidad de Santiago de Chile, 2017).

Con respecto a lo relacionado con la tecnología de videovigilancia, Gutiérrez (2017) menciona que en Chile el aporte de las cámaras que integran visión artificial ha sido notable ya que gracias a ellas se puede detectar hasta un 90% del objeto, esto debido a que las cámaras están pensando constantemente; por su parte las cámaras de vigilancia con tecnología estándar, es decir aquellas que no integran la inteligencia, únicamente captan posibles defectos o anomalías que se están suscitando, pero sin la posibilidad de brindar una alerta, para complemento de la vigilancia estándar se ha optado por el uso de sensores que logran captar entre un 40% a 50% del objeto; a pesar de la ventaja y las diferentes oportunidades que ofrece la visión artificial, en Chile no se ha optado por establecer el uso de esta tecnología, ya que si una compañía o local comercial quiere implementar esta solución debe buscarla en el extranjero, debido a que Chile se encuentra en sus pasos iniciales en el uso de visión artificial en temas relacionados con la seguridad como una alternativa de videovigilancia, es por esta razón que en la mayoría de locales comerciales aún utilizan tecnología estándar de vigilancia.

Por otro lado, Ecuador es un país donde se pueden encontrar proyectos o trabajos de investigación orientados al uso de la visión artificial en el reconocimiento facial, reconocimiento de lenguaje de señas, reconocimiento de caracteres, entre otras aplicaciones interesantes, destacando el software implementado en las cámaras de videovigilancia del

Servicio Integrado de Seguridad ECU 911, el cuál a causa de la pandemia del covid-19, fue implementado para vigilar el cumplimiento del distanciamiento social y de esta forma mitigar el riesgo de contagios con zonas donde se registren aglomeraciones; este software denominado “Distancia2” consta de tres componentes, el primer componente recibe el video que es captado por las cámaras, el segundo componente haciendo uso de técnicas de Inteligencia Artificial procesa los fotogramas de video, y el tercer componente permite una fácil interpretación y análisis de la información expuesta en pantalla (Servicio Integrado de Seguridad ECU 911, 2020).

Adicionalmente, EL COMERCIO (2017) refiere que en Ecuador existen dos tipos de sistemas de videovigilancia usados para la seguridad de hogares o establecimientos comerciales, por una parte, se encuentran los sistemas analógicos o CCTV (Circuito Cerrado de Televisión) los cuales se encuentran en Ecuador hace alrededor de treinta años, y por otro lado las Cámaras IP que están presentes desde hace alrededor de diez años atrás. Adicionalmente se menciona que el principal lugar donde se usan cámaras que detectan actividades inusuales mediante la visión artificial es en los aeropuertos, donde la cámara al detectar algo fuera de lo común, alerta de inmediato al personal de seguridad, a diferencia de las cámaras que se encuentran en locales comerciales que no brindan dicho tipo de alertas a los propietarios.

En la ciudad de Tulcán, se pueden encontrar múltiples locales comerciales, algunos que cuentan con su propio sistema de videovigilancia y otros que no; aquellos locales que cuentan con su sistema de videovigilancia ya sea este analógico o digital, comúnmente los mantienen conectados a una televisión o monitor donde la persona a cargo puede monitorear la actividad registrada por las cámaras, pero la gran desventaja radica en que la persona no puede encargarse de monitorear el cien por ciento del tiempo, ya sea porque estar frente al monitor o TV resulta muy cansado a lo largo de un determinado tiempo o porque simplemente la persona tiene otras actividades que desarrollar.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La limitada asequibilidad de sistemas de videovigilancia IP con analítica de video a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán es provocada por su costo elevado causado por la complejidad al implementar algoritmos de visión artificial en cámaras de seguridad, en el año 2021.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El uso de las nuevas tecnologías está revolucionando el mundo actual debido a que estas permiten automatizar procesos, generando soluciones tecnológicas innovadoras, en este caso aplicadas a los sistemas de videovigilancia, aportando positivamente a la seguridad de la ciudadanía como también a la de locales comerciales.

En la actualidad toda información se almacena de forma digital indistintamente del dispositivo de almacenamiento, siendo así una parte fundamental la información presentada en videos e imágenes captadas por cámaras de videovigilancia, que a su vez cuenta con un registro de video, pero que no satisface una vigilancia completa en tiempo real, debido a que contar con una persona que disponga del tiempo necesario para estar sentado frente a una pantalla las 24 horas del día conlleva a que la persona encargada de la vigilancia en ocasiones padezca de sobreesfuerzo de la vista, llegando a sentir cansancio, estrés y fatiga.

La investigación se realizará para desarrollar un sistema prototipo informático de analítica de video de bajo costo para sistemas de videovigilancia IP básicos haciendo uso de algoritmos de visión artificial teniendo como finalidad la detección de movimiento y detección de objetos tales como personas o vehículos, mejorando de esta manera la eficiencia de los sistemas de videovigilancia y por ende la seguridad, y así prevenir pérdidas materiales y económicas, ya que ayudará a advertir oportunamente del acceso de personas a lugares restringidos o comportamientos inusuales dentro de las instalaciones de los locales comerciales de la ciudad de Tulcán, mediante las alertas en tiempo real, además permitirá un acceso de cámaras de manera remota.

La presente investigación se basa en proponer y generar una solución tecnológica orientada a la innovación, planteándose de esta manera el hacer uso de las nuevas tecnologías como posible solución a la capacidad limitada que poseen los sistemas de videovigilancia IP básicos al momento de realizar la detección de objetos, detección de movimiento y generar alertas en tiempo real, encontrándose de esta manera como beneficiarios directos los propietarios de los locales comerciales de la ciudad de Tulcán, así como también sus empleados o trabajadores. Los beneficiarios indirectos son los autores de este trabajo investigativo, ya que esto permitirá que los conocimientos adquiridos en la carrera universitaria sean aplicados en esta investigación para lograr su título universitario.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General.

Desarrollar un sistema prototipo informático alternativo de bajo costo con analítica de video mediante el uso de algoritmos de visión artificial y nuevas tecnologías para su asequibilidad a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Analizar la aplicación de los algoritmos de visión artificial en sistemas de videovigilancia IP, mediante la revisión bibliográfica para la fundamentación teórica de la investigación.
- Determinar los algoritmos de visión artificial aplicados en analítica de video que sean idóneos para su implementación en sistemas de videovigilancia IP básicos, mediante el uso de la técnica experimental.
- Proponer un sistema prototipo informático de acuerdo con la arquitectura y diseños propuestos para complementar los sistemas de videovigilancia con la aplicación de algoritmos de visión artificial.

1.4.3. Preguntas de investigación.

- ¿Qué es un software de analítica de video?
- ¿Cómo se aplican los algoritmos de visión artificial en sistemas de videovigilancia IP?
- ¿Qué algoritmos de visión artificial son óptimos en el proceso de detección de objetos en sistemas de videovigilancia IP?
- ¿Qué algoritmos de visión artificial son óptimos en el proceso de detección de movimiento en sistemas de videovigilancia IP?
- ¿Qué herramientas permiten la generación de alertas en tiempo real?
- ¿Cómo diseñar un software prototipo de analítica de video para su aplicación en videovigilancia IP básicos?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Sánchez (2017) en su tema de tesis denominado *ANÁLISIS DE DOS ALGORITMOS PARA DETECCIÓN DE ROSTROS E IMPLEMENTACIÓN DE UNO DE ELLOS UTILIZADO EN ANALÍTICA DE VIDEO PARA SISTEMAS DE VIDEOVIGILANCIA*, Quito, Ecuador; en obtención al grado de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, con una investigación bibliográfica-documental y experimental, se planteó como objetivo general el realizar un análisis de dos algoritmos para la detección de rostros en un sistema de videovigilancia describiendo su evolución a través de los años, después de realizar el estudio pertinente el autor llegó a la conclusión de que la analítica de video es muy importantes a la hora de obtener información referente a los sistemas de videovigilancia debido a que permiten reconocer el rostro de una personas que se encuentra presente en una imagen o secuencia de imágenes, también menciona que los problemas más comunes para la detección de rostros influyen en fenómenos de luminosidad, contraste, fondos oscuros, rostros parcialmente enfocados, posición en la que se encuentre la persona, entre otras.

En base a esta investigación se concluye que al momento de realizar las diferentes pruebas de detección, seguimiento y reconocimiento de una persona en el sistema de videovigilancia se debe tener en cuenta que algoritmos son utilizados ya que no todos funcionan de la misma manera y que estos evolucionan con el paso del tiempo, adicionalmente la detección de rostros es fundamental en sistemas de seguimiento y procesamiento de imágenes.

En la Universidad Veracruzana, Vaquier y Aguilar (2016) en obtención al título de Ingenieros en Electrónica y Telecomunicaciones, presentaron el tema de tesis denominado *SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA DETECCIÓN DE CUERPOS SÓLIDOS EN BOTELLAS*, Veracruz, México; esta investigación fue bibliográfica-documental y experimental, cuyo objetivo principal fue desarrollar un sistema de visión artificial usando LabVIEW, este sistema permite detectar turbiedades, o también la detección de cuerpos sólidos dentro de botellas que contienen líquidos transparentes; llegando a la conclusión de que el sistema de detección de turbiedades funcionó exitosamente, teniendo en cuenta las consideraciones indispensables, para esto: se trabajó con un líquido homogéneo, logrando que el algoritmo fuera capaz de detectar turbiedades flotando en la parte central, variaciones en la tonalidad del líquido acertando en la elección de la plataforma LabVIEW como software de programación debido

a que se pueden encontrar muchos instrumentos virtuales para un conocimiento intermedio en programación y tratamiento de imágenes.

A partir de esta investigación se puede concluir que, al aplicar técnicas de visión por computadora al momento de detectar solidificaciones dentro de recipientes o envases como botellas, hay que tomar en cuenta la tonalidad del líquido, la luz que lo refleja y la densidad de este; por otra parte, LabVIEW posee variedad de instrumentos virtuales de tratamiento de imágenes que aportan en gran medida a la visión artificial.

En la Universidad Técnica de Ambato, López (2016) en obtención a su título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones, presentó su proyecto investigativo el cual se denominaba *SISTEMA INTELIGENTE DE RECONOCIMIENTO DE PATRONES CON VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA ALERTA AUTOMÁTICA DE INTRUSOS EN LAS ÁREAS DE ALMACENAMIENTO DE LAS PYMES*, Ambato, Ecuador; esta fue una investigación bibliográfica-documental y de campo la cual tuvo por objetivo principal, la implementación de un sistema inteligente de visión artificial basado en el reconocimiento de patrones para la alerta de intrusos detectados en las áreas de almacenamiento de pequeñas y medianas empresas, en su proyecto el autor llegó a la conclusión de que una correcta aplicación de algoritmos de visión artificial permitieron el desarrollo de un software capaz de generar alertas automáticas de intrusos que han sido detectados en áreas de acceso restringido a cierto personal, en este caso enfocado a las áreas de almacenamiento de las pequeñas y medianas empresas; este sistema fue capaz de reconocer con un gran porcentaje de acierto las siluetas de personas, esto lo podía realizar ya que evitaba en un 95% que perturbaciones incidieran de forma negativa en la correcta detección de intrusos en las imágenes captadas por la cámara; para conseguir este nivel de eficiencia en el sistema inteligente, los autores aplicaron de forma óptima el filtrado de bordes Canny y Sobel.

A partir de esta investigación se puede concluir que al aplicar técnicas de visión artificial en los sistemas de videovigilancia se debe tener en cuenta múltiples aspectos que pueden generar perturbaciones, como por ejemplo la iluminación, la resolución y la calidad de la imagen o video captados por la cámara, o incluso la ubicación de las cámaras de seguridad puede afectar positiva o negativamente en la eficiencia del sistema de visión artificial.

2.2. MARCO TEÓRICO

Los sistemas de videovigilancia en la actualidad son una parte fundamental de la seguridad de pequeñas, medianas o grandes empresas en donde se requiere una vigilancia permanente, estos sistemas han ido cambiando constantemente, adaptándose a las necesidades de los usuarios, es así como con el uso de nuevas tecnologías como la visión artificial, se puede conseguir un sistema de videovigilancia más eficiente.

2.2.1. Sistemas de videovigilancia.

Los sistemas de videovigilancia mediante las cámaras de vigilancia permiten grabar y ver en tiempo real las imágenes de lo que se está suscitando en un determinado lugar, teniendo a nuestro alcance el control y visión de las instalaciones sin tener que estar presentes en el lugar, los sistemas de videovigilancia permiten evitar los robos y vandalismos en las instalaciones, ya que al estar grabando constantemente no es necesario estar físicamente en el local comercial, teniendo como gran ventaja el poder revisar las cámaras en caso de incidente y dependiendo del número de las cámaras poder observar simultáneamente las imágenes de la grabación en una sola pantalla (Del Aljarafe, 2021).

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, dentro del área de la seguridad se encuentran los sistemas de videovigilancia, estos sistemas pueden ser CCTV (Circuito Cerrado de Televisión) analógicos que son sistemas antiguos y por otra parte están los modernos sistemas de videovigilancia IP, que hacen uso de este protocolo para transmitir información.

2.2.1.1. Sistemas de videovigilancia Analógico.

Los sistemas de videovigilancia analógicos son generalmente usados en circuito cerrado de televisión (CCTV), su instalación es mediante cableado en este caso se utiliza el cable coaxial, adicionalmente a esto si es necesario realizar movimientos como el giro e inclinación incluyendo zoom requieren otros cables adicionales, como mínimo una cámara analógica requiere de tres cables los cuales son utilizados para la alimentación y para la captura de audio y video, las imágenes captadas que se recogen del entorno van directamente al DVR o grabador y estas pueden ser visualizadas mediante un monitor. Por su parte las cámaras analógicas tienen menor calidad o resolución que las cámaras IP, el zoom que ofrecen no es de calidad al momento de enfocar un rostro, la ventaja de estas cámaras es que trabajan mejor en lugares oscuros o de luz tenue. Con respecto a la seguridad, las cámaras analógicas son vulnerables ya

que pueden ser interceptadas debido a que la información no está cifrada o también puede ser el caso de que los equipos de grabación sean robados. (BLACK BOX, 2018)

2.2.1.2. Sistemas de videovigilancia IP.

Los sistemas de videovigilancia IP en la actualidad son mucho mejores en cuanto a rendimiento y diseño en comparación con los CCTV analógicos. Los sistemas de videovigilancia IP brindan una mayor resolución en cuanto al video captado, y al usar protocolo IP, estos sistemas pueden cifrar el contenido lo cual los hace más seguros, también brindan la posibilidad de ser gestionados remotamente (Puetate y Guadalupe, 2020), permitiendo que únicamente usuarios autorizados puedan visualizar las imágenes que han sido o están siendo captadas por cámaras. Los sistemas de videovigilancia IP permiten que en cualquier momento se pueda acceder a revisar las cámaras de seguridad, ya que se encuentran conectadas a internet y esto facilita que los usuarios puedan conectarse a su sistema de videovigilancia desde cualquier parte del mundo.

Por su parte las cámaras IP ofrecen una calidad o resolución superior a la de las cámaras analógicas, además en cuestión de visualización, campo de visión y zoom que ofrecen es mucho mejor y detallada ofreciendo así la facilidad de poder realizar un reconocimiento facial o detección de matrículas de los vehículos; las cámaras digitales son mucho más fácil instalarlas ya que mediante un cable se alimenta, transmite audio y video y adicionalmente a esto se tiene un control tanto en plano horizontal y vertical como también de zoom. Dentro de las cámaras digitales IP encontramos diferentes modelos los cuales pueden ser con o sin infrarrojo, alarmas, métodos de grabación entre otros aspectos (Barradas et al., 2017).

2.2.1.3. Componentes de un sistema de videovigilancia.

Los sistemas de videovigilancia durante los últimos años han ido evolucionando, pasando de sistemas de circuito cerrado de televisión (CCTV) a soluciones digitales que se basan en el protocolo de internet (IP); en cuanto a los componentes de los sistemas de videovigilancia tenemos a las cámaras de vigilancia, el grabador de video, monitor, servidor de video, conmutador de red.

a. Cámaras de vigilancia

Las cámaras de vigilancia son aquellas que se encargan de grabar todo aquello que se encuentre sucediendo en una casa o negocio, con este tipo de cámaras les proporciona a los usuarios una sensación de seguridad y protección (ACACIO SEGURIDAD, 2019). Este conjunto de dispositivos digitales o analógicos serán los encargados de capturar las imágenes y video de lo que está aconteciendo en los locales comerciales de la ciudad de Tulcán, además de que se colocan en puntos estratégicos permitiendo de esta manera un monitoreo continuo del lugar.

b. Grabador de video

Es un dispositivo indispensable para los sistemas de videovigilancia, ya que permite grabar y almacenar las imágenes que son captadas por las diferentes cámaras; el grabador puede ser de dos tipos, el *Grabador de Video Digital* (DVR) que es un dispositivo que digitaliza las imágenes o videos que envían las cámaras analógicas para su posterior almacenamiento en un disco duro, por el contrario, el *Grabador de Video en Red* (NVR) es un dispositivo que permite grabar de forma continua el video de las cámaras IP, a su vez permite que se pueda acceder al sistema de grabación desde la red. (Espinosa, 2020)

c. Monitor

Es un dispositivo electrónico cuya función principal es la de mostrar las imágenes al usuario que se generan mediante un adaptador gráfico o de video (Pérez, 2021). Este dispositivo de salida permite visualizar las imágenes que han sido obtenidas mediante las cámaras de videovigilancia de los diferentes locales comerciales de la ciudad de Tulcán.

d. Servidor de video

El servidor de video es un dispositivo que permite la conversión de analógica-digital, incluso permite transmitir señales de control para realizar movimientos siempre y cuando las cámaras dispongan de esa funcionalidad, permitiendo de esta manera la transición de los sistemas de videovigilancia analógica a sistemas de videovigilancia IP. (Jinez y Pantoja, 2020)

e. Router de conexión a internet

El router de conexión a internet es un dispositivo autónomo que se conecta a un puerto Ethernet en el módem, y enruta el tráfico de redes/internet a diferentes dispositivos sin necesidad de

conectarse mediante un cable (López y Villalba, 2021). Este dispositivo permite que el usuario se conecte a través de la red para que mediante el router se pueda establecer una conexión remota y así lograr observar las imágenes que se están generando en los alrededores de los locales comerciales.

2.2.2. Analítica de video.

La analítica de video está basada principalmente en un software el cual se encarga de analizar de forma automática o autónoma lo que está registrando una cámara de video, este análisis se lo realiza en tiempo real, lo cual facilita la generación de alertas que ayuden a evitar cualquier calamidad que se pueda suscitar. Comúnmente algunas marcas fabricantes de cámaras, especialmente para su uso en la videovigilancia, incorporan ya la analítica de video, pero a su vez en algunos fabricantes es muy limitada y con funciones básicas, a diferencia de otros fabricantes que incluyen en sus cámaras software de analítica de video que hace uso de algoritmos de visión artificial más avanzados para proporcionar una mayor eficiencia y fiabilidad a sus cámaras (SECURITAS, 2019).

De acuerdo a la definición anterior, para el presente trabajo investigativo, la analítica de video será útil ya que a partir de algoritmos de visión artificial se podrá generar un sistema que permita analizar en tiempo real lo que las cámaras se encuentran registrando, ayudando a advertir así de manera oportuna eventos inusuales mediante la generación de alertas en tiempo real de manera automática, todo esto con la finalidad de mejorar el rendimiento y eficiencia del sistema de videovigilancia IP básicos de los locales comerciales de la ciudad de Tulcán.

2.2.2.1. Ventajas de la analítica de video.

Como ya se conoce, la analítica de video resulta de gran ayuda al momento de analizar y registrar en tiempo real lo que las cámaras se encuentran registrando, y por tal motivo tiene la capacidad de generar alertas oportunamente para advertir de cualquier situación inusual.

Entre algunas de las ventajas que aporta la analítica de video se encuentran: permite ahorrar dinero ya que el video se transmite mediante red y ayuda a ahorrar en almacenamiento y en la contratación de personal de seguridad encargado del monitoreo de cámaras, resulta más fácil analizar los videos o imágenes captadas por las cámaras ya que se utilizan algoritmos de visión artificial que facilitan enormemente esta tarea, al realizar un análisis en tiempo real de las escenas captadas por las cámaras, se puede advertir oportunamente a quien corresponda y evitar

que se produzca algún delito, y no realizar este análisis una vez que el delito haya sido cometido, al realizar los análisis en tiempo real a lo que las cámaras registran, se puede aportar con información valiosa que ayude a generar nuevas soluciones en otras áreas de una empresa (GAMA SEGURIDAD, 2018).

Según las ventajas detalladas, la analítica de video en la seguridad de hogares o empresas es un aporte muy importante ya que permite identificar si estos sistemas pueden aportar a la solución que se le desee dar a un problema, tal es el caso de esta investigación en donde la problemática se encuentra enfocada en el costo elevado de los sistemas de videovigilancia IP que incorporan la analítica de video, provocando su limitada asequibilidad a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán.

2.2.2.2. Aplicaciones de la analítica de video.

La analítica de video puede ser usada en múltiples áreas para la solución a problemas mediante el uso de cámaras y visión artificial o por computadora, entre las principales aplicaciones de la analítica de video tenemos en la seguridad ya que es una de las áreas en las que más se hace uso de la analítica de video debido a que pueden advertir de incidentes que se den en áreas específicas y así evitar que se susciten eventos indeseados; otra de las aplicaciones de la analítica de video es en la inteligencia de negocios permitiendo conocer datos importantes para esta área como la edad promedio, sexo, número de personas que ingresan a un establecimiento o incluso el horario en el que se registra más clientela; también se puede hacer algunos usos de la analítica de video en marketing, como por ejemplo detectar los lugares por donde transita mayor cantidad de personas para poder situar en ese lugar algún tipo de publicidad; y en área de la salud dada la situación actual del Covid-19 se puede generar sistemas que hagan uso de cámaras térmicas y así detectar a personas con alta temperatura para poder tomar las medidas correspondientes y así identificar personas con posibles contagios evitando de esta manera la propagación del virus. (Guzmán, 2019)

Entre los múltiples usos que se le puede dar a la analítica de video se encuentran algunos muy interesantes, pero cabe mencionar que donde mayor impacto tiene, es en la seguridad, especialmente en su uso en videovigilancia ya que como se mencionó, ayuda a advertir situaciones poco comunes y evitar sucesos indeseados.

2.2.2.3. La analítica de video y la seguridad perimetral.

Como bien se conoce, la seguridad perimetral se basa principalmente en el uso conjunto de sistemas y componentes electrónicos y/o mecánicos (sensores, cámaras, alarmas, etc) con la finalidad de brindar una seguridad al perímetro de un área correspondiente a hogares o establecimientos para detectar posibles intrusos y en lo posible realizarle un seguimiento y tomar acciones para evitar su ingreso a las áreas que están siendo vigiladas. También se puede usar la analítica de video para detectar personas o grupos de personas cerca de zonas de ingreso a un área determinada y analizar el tiempo que esta permanece ahí permitiendo generar alertas automáticas (Sánchez, 2017).

Es por tal motivo que la analítica de video aplicada correctamente a la detección de objetos y detección de movimiento permitirá a los sistemas de videovigilancia IP básicos que poseen locales comerciales generar alertas en tiempo real y así brindar mayor eficiencia y fiabilidad a estos sistemas de seguridad.

2.2.2.4. Software de analítica de video.

Un software de analítica de video basa su funcionamiento en algoritmos de visión artificial que, en conjunto con un sistema de videovigilancia, permiten analizar automáticamente en tiempo real las imágenes captadas por la cámara y enviar alertas ante situaciones que puedan comprometer la seguridad, de esta manera se puede prescindir de una persona que monitoree todas estas cámaras. Es por esto por lo que el uso de software de la analítica de video supone una mayor eficiencia para el sistema de videovigilancia que trabaja de forma conjunta con este software (GREKKOM TECHNOLOGIES, 2018).

2.2.3. Visión Artificial

Dentro del área de la inteligencia artificial destaca la visión por computadora o también conocida como visión artificial que cada vez es más utilizada en diferentes áreas, como en la industria al automatizar sus procesos o clasificar productos, así también en el reconocimiento de lenguaje de señas, seguridad, seguimiento de personas, entre otras múltiples aplicaciones. La visión artificial tiene como finalidad tratar de comprender una imagen de la misma forma en que lo hacen los humanos; pero a diferencia de los humanos que les resulta muy sencilla esta tarea, para las computadoras representa un gran reto realizarla. (Del Valle, 2016)

En base a lo mencionado anteriormente hemos deducido que existen diferentes tipos de técnicas y algoritmos para realizar tareas de visión artificial; es así como en el presente proyecto la visión artificial o por computadora será base fundamental para ser aplicada en sistemas de videovigilancia, ya que la seguridad es un área importante en la cual la visión artificial ha generado un gran impacto debido a las soluciones innovadoras que ha brindado.

2.2.3.1. Etapas de la visión artificial.

En el campo de la visión artificial es muy necesario tomar en cuenta las técnicas y algoritmos que existen y ayudan en el correcto desarrollo de un sistema que aplique esta tecnología, pero esto no basta para que un sistema de visión artificial funcione correctamente, ya que a pesar de que en cada aplicación de visión artificial se utilizan diferentes técnicas de acuerdo a la funcionalidad que esta tendrá, existen un conjunto de fases o etapas que estos sistemas tienen en común y resultan importantes tenerlos en cuenta, aunque no necesariamente se debe cumplir con todas las etapas. Tal y como se menciona en SOLUCIÓN INGENIERIL (2021) el objetivo principal de la visión artificial es el captar un escenario con información que posteriormente será interpretada y analizada, tal y como lo hacen los ojos y el cerebro, para hacer la simulación de este proceso se realizan las siguientes etapas:

a. Adquisición y digitalización

Es el proceso de capturar una imagen y pasarla a algún formato digital, se utiliza una cámara para capturar la escena y después se envía a una unidad donde pueda ser procesada, para el proceso de adquisición de imágenes es necesario tomar en cuenta muchos aspectos del entorno donde se está capturando la imagen para según esto lograr conseguir una imagen de buena calidad para su posterior procesamiento, existen diferentes factores que pueden influir en la captura de imagen, como el tipo de iluminación, la fuente de iluminación y las cámaras digitales junto con sus sensores (Acuña, 2018). En consideración a la etapa de adquisición de imagen, será necesario tomar muy en cuenta el entorno en el que los sistemas de videovigilancia de los locales comerciales se encuentran debido a que influirá mucho en la calidad de imagen y analítica de video, haciendo que la visión artificial aplicada a estos sistemas sea en mayor o menor medida confiable y eficiente.

b. Procesamiento previo

En la etapa previa que es la adquisición de imagen, la cámara normalmente captura las imágenes con ruido, por lo que debe de haber un pre-procesamiento para eliminar dicho ruido de la imagen mediante una gran variedad de filtros. En ocasiones también deben hacerse transformaciones geométricas como recortes o rotaciones, esto también se hace en esta etapa. El procesamiento previo es muy importante debido a que se eliminará todos los aspectos no deseados en la imagen y se mejorará su calidad para posteriormente ser tratadas y aplicados los algoritmos de visión artificial (Taquía, 2017). Tomando en cuanto la etapa de pre-procesamiento, será importante conocer el entorno en el que los sistemas de videovigilancia se encuentran instalados y la calidad de imagen que estos captan, de esta manera se realizará el procesamiento previo de la imagen para mejorar su calidad y posteriormente aplicar algoritmos de visión artificial óptimos para los sistemas de videovigilancia y la propuesta a desarrollar.

c. Obtención de características

En esta etapa se resaltarán las características de la imagen que son de interés para la aplicación que se vaya a realizar con las imágenes que están siendo captadas por en la etapa de adquisición. Las operaciones que comúnmente se realizan aquí son: detección de esquinas, colores, flujo óptico y formas, realce de bordes, entre otros (SOLUCIÓN INGENIERIL, 2021). En base a la teoría, en esta etapa se obtendrán las características de interés en la imagen captada por las cámaras de seguridad de los sistemas de videovigilancia.

d. Reconocimiento e interpretación de información

En esta etapa se procesa la información obtenida en base a las características extraídas en la etapa previa, a estas características se le da una interpretación posteriormente se realiza una acción de acuerdo a lo analizado en esta fase, de esta manera se controlará la aplicación que se le esté dando a las imágenes capturadas (Cadena et al., 2017).

En esta etapa se realizará la interpretación de las características obtenidas en base a las imágenes captadas por los sistemas de videovigilancia, para el presente trabajo, se buscará interpretar y reconocer personas o vehículos para posteriormente realizar la detección de objetos y la detección de movimiento, lo cual ayudará a los sistemas de videovigilancia a generar alertas que notifiquen oportunamente acontecimientos que las cámaras se encuentren captando.

Finalmente, en todos los proyectos que se aplique la visión artificial, se buscará una finalidad, siendo el objeto de salida el que se controlará de acuerdo con la información que se procesó; existen diferentes áreas en donde se aplican los sistemas de visión artificial, entre ellos tenemos los siguientes:

- Control de vehículos móviles de manera automatizada
- Sistemas de vigilancia
- Análisis meteorológicos
- Análisis médicos
- Control de calidad mediante análisis de defectos en piezas
- Reconocimiento facial o de objetos

De acuerdo con lo mencionado anteriormente podemos concluir que, el tener en cuenta las fases que abarca el diseño de un sistema de visión artificial es muy importante en el presente proyecto, debido a que será fundamental realizar cada una de estas etapas de forma correcta, especialmente enfocadas para su aplicación en sistemas de videovigilancia; también hay que considerar el hecho de que no todos los sistemas de visión artificial son iguales y que sin importar que las etapas sean comunes para la gran mayoría, no siempre se las desarrolla de la misma forma.

2.2.3.2. Técnicas y algoritmos de visión artificial.

De acuerdo con González et al. (2006) para poder generar sistemas de visión por computadora o visión artificial es necesario conocer el proceso que se tiene que llevar a cabo con las imágenes, es decir, desde el proceso de adquisición de la imagen hasta la aplicación de las diferentes técnicas y/o algoritmos necesarios para cumplir con la finalidad del sistema de visión artificial, este tipo de aplicaciones pueden ser el reconocimiento de objetos, detección de rostros, segmentación de objetos, lectura de placas, OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres), etc. Entre algunas de las técnicas y/o algoritmos más usados en la visión artificial se encuentran:

- Transformaciones geométricas
- Algoritmos generadores de ruido
- Filtros
- Transformaciones morfológicas

- Técnicas de segmentación
- Representaciones de fronteras / Representaciones de regiones
- Descriptores de frontera / Descriptores de región

Es por tal motivo que el saber elegir correctamente las técnicas o los algoritmos de visión artificial para aplicarlas en los sistemas de videovigilancia IP será fundamental en la investigación, ya que de esto dependerá el correcto funcionamiento del sistema inteligente que se desarrollará.

2.2.3.3. Detección de objetos.

La detección de objetos es una de las tantas técnicas que destacan dentro de la visión por computadora o visión artificial, esta técnica ayuda a que la cámara logre identificar objetos dentro de una escena captada en una imagen o video. Esta técnica tiene por objetivo lograr que la máquina imite lo que al humano le resulta natural hacer (detectar objetos, personas, detalles, lugares con rapidez y facilidad).(UNED, 2018)

De acuerdo con lo investigado, la detección de objetos resultará clave para su aplicación en sistemas de videovigilancia debido a que logrará identificar objetos y sus coordenadas en la escena, por lo tanto, detectar actividad inusual en lugares específicos, pudiendo de esta manera generar alertas en tiempo real, automatizando así el trabajo que antes lo realizaba una persona detrás de un monitor.

2.2.3.4. Detección de movimiento.

La detección de movimiento es una de las técnicas que ha tenido un paso importante en cuestiones de evolución dentro de la inteligencia artificial, esta técnica permite a las cámaras de videovigilancia captar y reconocer el movimiento de las siluetas dentro de una escena de imagen o video. Esta técnica tiene por objetivo el seguimiento de siluetas como un atributo de la vista humana, siendo así el de detectar e incluso contar de manera instantánea a personas que se encuentran dentro de una ruta de movimiento. (NTECHLAB, 2019)

En base a lo investigado la detección de movimiento permitirá al sistema de videovigilancia el detectar a personas que se encuentran en movimiento, es decir el detectar actividad inusual dentro de un área restringida; en temas de seguridad pública el predecir los movimientos de una persona permite evitar posibles situaciones peligrosas, en este caso evitar que los

propietarios de los locales comerciales sufran alguna situación que ponga en peligro sus vidas o bienes materiales.

2.2.3.5. Herramientas para el desarrollo de proyectos de visión artificial.

Como sucede con la mayoría de los proyectos, en especial con lo que respecta al desarrollo de software, existen herramientas que nos ayudan en su desarrollo, algunas pueden resultar cómodas y fáciles de usar para unos, pero no para otros, esto dependerá del gusto de cada persona; por tal motivo, para los proyectos de visión artificial también existen herramientas que ayudan a desarrollarlos.

a. Matlab

Una de las herramientas más conocidas para el desarrollo de sistemas de visión artificial es Matlab, ya que cuenta con cajas de herramientas tales como Computer Vision Toolbox, Deep Learning Toolbox o Image Processing Toolbox. Cada una de estas herramientas pueden ser usada en conjunto para realizar cada una de las fases de la visión artificial, para las fases de preprocesamiento y segmentación se puede hacer uso de la herramienta Image Processing Toolbox ya que proporciona algoritmos que ayudan a la reducción de ruido, se pueden realizar transformaciones geométricas, mejoras a la imagen o incluso realizar segmentaciones. En el caso de la herramienta Computer Vision Toolbox aporta con funciones y algoritmos para realizar tareas ya conocidas dentro de la visión artificial como puede ser la detección y seguimiento de objetos, extracción de características, entre otras. Por otro lado, la herramienta Deep Learning Toolbox juega un papel importante en el proceso de clasificación ya que se puede hacer uso de redes neuronales para el entrenamiento del sistema de visión artificial. (J. González, 2020)

b. Librería OpenCV (Open Source Computer Vision Library)

Otra de las herramientas comúnmente usadas en el campo de la visión artificial es la biblioteca de código abierto desarrollada en C++ conocida como OpenCV que ayuda en el aprendizaje automático, así como también en la visión artificial; esta biblioteca es muy útil para el desarrollo de aplicaciones de visión artificial debido a que, según su sitio oficial, esta biblioteca cuenta con más de 2500 algoritmos que al igual que Matlab ayudan a la detección y seguimiento de objetos, detección y reconocimiento de rostros, reconocimiento de acciones de personas en videos, reconocimiento de escenas, y muchas otras aplicaciones más. Según su sitio web,

afirma que esta biblioteca cuenta con más de 18 millones de descargas y una comunidad creciente de alrededor de 47 mil personas; adicionalmente OpenCV se la ha aplicado en detección de intrusos en sistemas de videovigilancia, en la unión de imágenes en StreetView, en la navegación de robots, detección rápida de rostros, así como también en las fábricas para inspección de etiquetas. Esta biblioteca es compatible con sistemas operativos como Microsoft Windows, Mac OS, distribuciones de Linux e incluso sistemas operativos móviles como Android, así también puede ser usada en lenguajes de programación como C++, Matlab, Java y Python. (Marín, 2020)

c. PyTorch

Es una librería de código abierto la cual está basada en el lenguaje de programación Python y desarrollada por el FAIR (Laboratorio de Investigación de Inteligencia Artificial de Facebook) y usada actualmente para el aprendizaje profundo de Facebook. Esta librería realiza sus cálculos numéricos mediante la programación de los denominados tensores, también ha comenzado a ganar su espacio y ser muy utilizada dentro de la comunidad de desarrolladores ya que es fácil de usar, así como también su capacidad nativa para ejecutarse en las tarjetas gráficas o GPUs lo cual ayuda a acelerar el entrenamiento de modelos que comúnmente toman mucho tiempo. (Iglesias, 2019)

d. TensorFlow

Así como PyTorch, esta es una librería de código abierto desarrollada por Google para su uso en la inteligencia artificial, especialmente dentro de lo que corresponde al Deep Learning. Actualmente esta librería es la más popular para solucionar problemas de aprendizaje profundo o aprendizaje automático. Gracias a la flexibilidad de TensorFlow sus cálculos se los puede realizar en una o más GPUs o CPUs de servidores, computadores portátiles o de sobremesa, o dispositivos móviles, esto lo puede realizar fácilmente con el uso de una única API. Algunos de los usos comunes que se le ha dado a esta librería son: la mejora fotográfica en teléfonos inteligentes, diagnósticos médicos, procesamiento de imágenes y visión artificial, entre otras muy variadas aplicaciones. (Buhigas, 2018)

El saber seleccionar correctamente las herramientas de visión artificial con las que se trabajará en la generación del software de analítica de video, resulta muy importante ya que de esto dependerá tanto la complejidad con la que resulte su desarrollo, así como también el nivel de efectividad y robustez del sistema.

2.2.4. Alertas en tiempo real.

Las alertas en tiempo real tienen por objetivo, notificar o alertar a los usuarios acerca de actividades, programas, eventos, avisos, entre otras, que están ocurriendo en el momento en el que se está notificando a los usuarios, estas alertas en tiempo real resultan importantes en los sistemas de videovigilancia, ya que de esta manera se podrá alertar oportunamente a los propietarios de un local comercial acerca de la actividad sospechosa que se está siendo detectada por las cámaras de videovigilancia. (Duran et al., 2018)

2.2.5. Sistemas de videovigilancia IP con analítica de video.

De Acuerdo con FEVOX (2020) un sistema de videovigilancia IP con analítica de video es aquel que permite observar y alertar de lo que sucede en una empresa o negocio vía remota a través de internet en tiempo real o realizar grabaciones de lo que acontece cuando no se encuentre físicamente en él, se caracteriza porque ayuda a tomar decisiones inteligentes sobre operaciones y asignación de recursos, todo esto con el fin de que las edificaciones sean más seguras.

2.2.6. Sistema prototipo informático.

Un prototipo es aquella construcción parcial pero concreta de un sistema o parte de este, cuyo objetivo es ser construidos para evaluar y explorar su funcionalidad para un posterior rediseño y mejora; en cuanto a la interfaz de usuario, se realiza un prototipado de la misma con el objetivo de evaluar su interactividad y funcionalidad, así como también la usabilidad y accesibilidad, adicionalmente, los sistemas prototipos de software no solo ayudan a probar las interacciones que los usuarios realizan con el mismo, sino que permiten recoger y analizar los requisitos, ampliar y mejorar la información necesaria para un software final con gran utilidad. (Granollers, 2020)

Con la información del autor el grupo investigador se ha planteado desarrollar un sistema prototipo informático de bajo costo con analítica de video mediante el uso de algoritmos de visión artificial y nuevas tecnologías para su asequibilidad a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán, en el cual se va a representar un sistema planificado que puede ser modificable en un futuro tanto en su interfaz y funcionalidad en entradas y salidas de datos.

2.2.7. Herramientas por utilizar para el desarrollo del sistema prototipo informático de videovigilancia con analítica de video.

Las herramientas por utilizar en el desarrollo de un sistema prototipo informático de bajo costo con analítica de video mediante el uso de algoritmos de visión artificial son: servidor, aplicación móvil y base de datos.

a. Servidor

En informática el termino servidor tiene dos significados, el primer significado es un servidor basado en hardware, el cual es el ordenador (máquina física) que dispone sus recursos integrados en una red, en este servidor pueden funcionar varios servidores basados en software, y el segundo significado es un servidor basado en software, el cual es un programa que ofrece un servicio especial y concreto, aquí se utiliza para su comunicación un modelo cliente-servidor, en el cual se intercambian datos por medio de protocolos específicos para su servicio. (IONOS, 2020)

En este caso el equipo investigador hará uso de un servidor basado en software para el desarrollo del sistema prototipo informático para el proceso de analítica de video denominado Flask; se ha optado por este servidor para realizar el back-end, ya que Flask es un framework minimalista con una curva de aprendizaje bajo, que permite desarrollar el lado servidor con Python, en el cual se destacan varias ventajas como su gran utilidad al momento de desarrollar una App de manera rápida y ágil; Flask permite correr un servidor web en el cual se pueden ir observando los resultados obtenidos, además de incorporar un depurador de errores con la posibilidad de integrar pruebas unitarias basados en los valores obtenidos en las variables, igualmente de que permite determinar la ruta de las peticiones de los clientes facilitando de esta manera el ejecutar un código pertinente. (EPITECH, 2021)

b. Aplicación móvil

Una aplicación móvil es un software que puede ser ejecutado en diferentes dispositivos móviles como lo son las tablets, teléfonos inteligentes, relojes inteligentes, etc., cuya finalidad es cumplir una función específica y que a su vez la podemos encontrar en las diferentes plataformas de distribución como Google Play Store, APP Store, Windows Store, entre otras. Podemos encontrar aplicaciones móviles nativas que son desarrolladas para una plataforma o sistema operativo específico; aplicaciones móviles híbridas que son desarrolladas para varias

plataformas o sistemas operativos y aplicaciones móviles web que son desarrolladas para todas las plataformas con un acceso a través de un navegador web. (González, 2021)

Para el desarrollo de la aplicación móvil que va a cumplir la función del front-end para la interacción del usuario se ha optado por el uso de Ionic basado en angular. Ionic es un framework como se menciona anteriormente front-end que se encarga de la apariencia y la interacción con la App por parte del usuario, este framework es open source y gratuito, permite el desarrollo de aplicaciones basadas en HTML5, CSS3 y JavaScript, con la finalidad de que la aplicación tenga una estructura robusta, de alto rendimiento y a su vez sea rápida, adicionalmente permite desarrollar un proyecto de forma simple con herramientas como AngularJS o Bootstrap. (GLOBALBIT, 2020)

c. Base de datos

La base de datos es un conjunto de información organizada y almacenada en un sistema electrónico para que sea de fácil acceso administración y actualización de sus datos, este conjunto de registros o datos contienen información de interacciones con usuarios específicos. (TECHTARGET, 2021)

Para el desarrollo del sistema prototipo informático se hará uso de una base de datos no relacional en la cual se va a organizar y gestionar la información en colecciones y documentos. Se utilizará MongoDB debido a que es un sistema de gestión de base de datos flexible y escalable de código abierto, los documentos se guardan en el formato de intercambio de datos BSON, una de las grandes ventajas es que no es necesario seguir un esquema, es decir que los documentos pueden tener diferentes esquemas, además es una de las bases de datos más utilizadas actualmente para proyectos de aplicaciones CRUD (crear, leer, actualizar y eliminar). (Gianareas, 2019)

2.2.8. Algoritmos puestos a prueba para el desarrollo del sistema prototipo informático de videovigilancia con analítica de video.

Un algoritmo es un conjunto de pasos ordenados de manera lógica y a sus vez finitos, definidos para cumplir con un fin específico siendo estos el de dar solución a un problema, realizar procesos computacionales, procesar información o realizar diversas actividades; un algoritmo informático consiste en un conjunto de instrucciones ordenadas y definidas para resolver un problema o realizar una tarea específica, para la resolución de un problema como primer paso

se debe encontrar la solución es decir definir el algoritmo informático para posteriormente escribir el código e indicarle a la máquina que es lo que queremos realizar; estos algoritmos se caracterizan por ser precisos, ordenados, finitos, concretos y finitos. (Maluenda, 2021)

2.2.8.1. Partes de un algoritmo informático.

Los algoritmos informáticos constan de tres partes siendo estas la entrada o input, el procesamiento y la salida u output.

a. Entrada

“La entrada o input son aquellos datos iniciales que el algoritmo necesita para realizar una operación que brinde solución a un problema”(Robledano, 2019).

b. Procesamiento

“En el procesamiento se toman como punto de partida las entradas, para posteriormente después de realizar una serie de pasos lleguen estos a dar la solución de un problema” (Maluenda, 2021).

c. Salida

“La salida u output son los datos que se obtienen al procesar los datos de entrada, es decir son los resultados que se obtienen a la salida del algoritmo” (Robledano, 2019).

2.2.8.2. Algoritmos de detección de movimiento.

En este caso los investigadores harán uso del Background Subtractor el cual permite detectar a los objetos que se encuentran en movimiento dentro de una escena, dejando a un lado a el fondo debido a que este no presenta ningún movimiento, este algoritmo permite la segmentación de objetos además de mejorar la seguridad por medio de la detección de movimiento de las personas. (Solano, 2020)

a. Background Subtraction – Sustracción de fondo

De acuerdo con Ruas y Benso (2006) citados por Campelo (2019) la sustracción de fondo es una técnica la cual consiste en tener una imagen de referencia a partir de una secuencia de imágenes que se obtuvieron previamente y así establecerla de fondo del video, el fondo se establece como una característica común y estática en relación a las capturas de la secuencia

de imagen posteriores, luego, se captura una nueva imagen y a esta se le resta la imagen de fondo y se realiza una comparación con un umbral, esto da como resultado la obtención de una máscara binaria en la cual se resalta las regiones que no son comunes en la escena actual; en lugares en los cuales no hay cambios de luminosidad, es decir en espacios controlados, se puede utilizar una imagen del fondo real y evitar realizar la estimación del fondo del video, pero en muchas ocasiones esto no es factible.

La sustracción de fondo es un algoritmo de preprocesamiento muy importante para las diferentes aplicaciones que se basan en inteligencia artificial, este tipo de algoritmo es utilizado frecuente para segmentar los objetos que se encuentran realizando algún movimiento dentro de una escena, algunas de las aplicaciones frecuentes de este algoritmo son en detección de movimiento dentro de un entorno, conteo del número de personas que ingresan o salen de un lugar, extraer información sobre vehículos, entre otras aplicaciones. En el presente trabajo de investigación se aplicará la sustracción de fondo para detectar movimiento, con la finalidad de advertir de manera oportuna el comportamiento inusual dentro de los locales comerciales de la ciudad de Tulcán.

b. Background Subtractor – MOG

El algoritmo de segmentación de fondo MOG, fue propuesto en el año 2004 por Zoran Zivkovic, dicho algoritmo hace uso de únicamente un valor k adaptado para todos los píxeles; el algoritmo de segmentación de fondo se basa en una mezcla gaussiana la cual se adapta a escenas cambiantes de iluminación, debido a que esta cambia de manera gradual como puede ser por las condiciones del día, cambio climático o siendo también de manera repentina como lo es la ausencia de luz; para adaptar a estas condiciones es necesario actualizar el conjunto de datos, de manera que se descarte el antiguo conjunto de entrenamiento por uno nuevo. (Escobar, 2016)

c. Background Subtractor - MOG2

El algoritmo de segmentación de fondo MOG2 es una versión mejorada del algoritmo de MOG, el cual se basa en los artículos de Zoran Zivkovic, "Modelo de mezcla gaussiano adaptativo mejorado para la resta de fondo" del año 2004, y "Estimación de densidad adaptativa eficiente por píxel de imagen para la tarea de sustracción de fondo" del año 2006, dicho algoritmo establece un número adecuado de distribuciones gaussianas para cada uno de los píxeles, lo cual permite una mejor adaptación a los diferentes cambios de iluminación que se suceden

dentro de una escena, sean estos progresivos o repentinos, así como también la posibilidad de que al momento de que exista una sombra este pueda detectarla de manera exitosa. (Campelo, 2019)

El algoritmo de segmentación de fondo MOG2 es un algoritmo de visión por computadora que intenta distinguir los objetos de primer plano del fondo; proporciona una mejor adaptabilidad a diferentes escenas debido a cambios de iluminación permitiendo obtener una imagen más optimizada y a su vez con una mayor fidelidad. (Gupta, 2020)

Al utilizar el algoritmo MOG se logra visualizar una imagen con poco ruido, por lo que, al existir poco ruido, los objetos que se encuentren alejados dentro de una escena no estarán definidos y en consecuencia no serán detectados, por el contrario, el algoritmo MOG2 permite observar de manera definida la forma de los objetos, aunque la imagen produce más ruido, dicha falencia puede solucionarse al hacer uso de algoritmos y filtros que lo hagan más eficiente y exacto al algoritmo MOG2. (Caspitran, 2020)

d. Funcionamiento de una mezcla gaussiana

De acuerdo con Rodríguez (2009) se consideran cuatro puntos o modelos fundamentales para el proceso de actualización de los parámetros de las gaussianas, dichos procesos se los detalla a continuación:

- **Modelo Mixto on-line:** se toma en consideración los valor de un pixel durante un periodo de tiempo, en este proceso se evalúa el valor de un pixel y se establece como background, logrando establecerlo en consideración a los cambios de luz y escena, así como también al movimiento de los objetos, en el caso de que se incorpore un nuevo objeto en el fondo (background) tomara cierto tiempo en que deje de considerarse foreground, esto conlleva a que se produzcan errores al momento de realizar un rastreo de background.

La historia reciente de cada píxel $\{X_1, \dots, X_t\}$ se modela por la mezcla de K distribuciones gaussianas, dicho valor varía entre 3 a 5, K es determinado por el poder computacional y la memoria disponible; una coincidencia del valor del pixel se encuentra dentro de una desviación estándar de 2.5 de una distribución, el color del background original permanece en una mezcla hasta que dicho valor es reemplazado por un nuevo color definido por K^{th} .

- **Estimación del modelo de background:** En este proceso se toma en cuenta la acumulación de soporte y la variación relativamente baja para las distribuciones de background, en caso de que exista un nuevo objeto en la escena las distribuciones existentes cambiarían y crearían una nueva distribución, es así como se ordena de acuerdo con su existencia y variación.

Las primeras distribuciones B son elegidas como el modelo de background

$$B = \text{argmin}_b (\sum_{k=1}^b \omega_k > T)$$

Donde ω_k es la estimación del peso de K gaussianas, y T es el valor mínimo de información dado para ser background.

- **Componentes conectados:** este método permite identificar cada uno de los píxeles de foreground, y ser segmentados por un algoritmo de componentes conectados, mientras que los algoritmos que no concuerden con dichos píxeles sean estos por su tamaño, momentos o posición que incluyan información diferente serán agrupados en componentes relacionados.
- **Rastreo de hipótesis múltiple:** después de realizar el método de componentes conectados, los componentes conectados se rastrean de frame en frame en base a hipótesis múltiples en los cuales se incorporan el tamaño y posición.



Figura 1. Funcionamiento del algoritmo MOG

Fuente: Rodríguez, L. (2009). *Análisis y evaluación de algoritmos de detección de movimiento y su aplicación a sistemas de seguimiento en vídeo*. Recuperado de https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/7522/PFC_Luis_Rodriguez_Lopez.pdf?sequence=1&isAllowed=y

e. Background Subtractor – K-NN

Es un algoritmo que resta a K vecino más cercano dentro de una escena, este algoritmo tiene dos parámetros para su configuración, el primero es el número de el último frame afecta al fondo del modelo y el segundo es el umbral que permite identificar si un pixel está cerca de una muestra de datos. (SAP DATA HUB, 2020)

El algoritmo K-NN, K vecinos más cercanos es un algoritmo de segmentación de fondo en primer plano, el cual fue propuesto por Zoran Zivkovic y Ferdinand Van Der Heijden en el artículo "Estimación de densidad adaptativa eficiente por píxel de imagen para la tarea de sustracción de fondo". (PROGRAMADOR CLICK, 2020)

De acuerdo con Montoya, Cortés y Chaves (2014) citado por Arias (2017) el algoritmo K-NN es un método que es utilizado para estimar la probabilidad de que un elemento pertenece a una clase, en este caso usando la regla de métrica de distancia en la cual existe diferentes formas de realizar dicha medición, esta clasificación es supervisada y determina que número de vecinos se consideran para realizar la clasificación de acuerdo a un valor mínimo establecido, posteriormente se evalúa cada elemento y se tiene un conjunto de muestras para cada una de las clases existentes, la clasificación se la realiza basándose en K muestras más próximas a la muestra que se generó recientemente; el desempeño de K-NN es evaluado mediante la exactitud, precisión, recuperación y puntuación-F1.

f. Funcionamiento del algoritmo K-NN

La notación para el paradigma que se utiliza para el algoritmo K-NN básico de acuerdo con Moujahid et al. (2019) es el siguiente:

		$X_1 \dots X_j \dots X_n$	C
(X_1, C_1)	1	$X_{11} \dots X_{1j} \dots X_{1n}$	C_1
	:	:	:
(X_i, C_i)	i	$X_{i1} \dots X_{ij} \dots X_{in}$	C_i
	:	:	:
(X_N, C_N)	N	$X_{N1} \dots X_{Nj} \dots X_{Nn}$	C_N
X	N + 1	$X_{N+1,1} \dots X_{N+1,j} \dots X_{N+1,n}$?

Figura 2. Notación para el paradigma K-NN

Fuente: Moujahid, A., Inza, I., y Larrañaga, P. (2019). *Clasificadores K-NN*. Recuperado de <http://www.sc.ehu.es/ccwbayes/docencia/mmcc/docs/t9knn.pdf>

D indica un fichero de N casos, cada uno de los cuales está caracterizado por n variables predictoras, X_1, \dots, X_n y una variable a predecir, la clase C .

Los N casos se denotan por:

$(x_1, c_1), \dots, (x_N, c_N)$ donde
 $x_i = (\chi_{i,1} \dots \chi_{i,n})$ para todo $i=1, \dots, N$
 $c_i \in \{c^1, \dots, c^m\}$ para todo $i=1, \dots, N$
 c^1, \dots, c^m denotan los m posibles valores de la variable clase C .

El nuevo caso que se pretende clasificar se denota por $x = (\chi_{i,1} \dots \chi_{i,n})$

COMIENZO

Entrada: $D = \{(x_1, c_1), \dots, (x_N, c_N)\}$

$x = (x_1, \dots, x_n)$ nuevo caso a clasificar

PARA todo objeto ya clasificado (x_i, \dots, c_i)

calcular $d_i = d(x_i, x)$

Ordenar d_i ($i=1, \dots, N$) en orden ascendente

Quedarnos con los K casos D_x^K ya clasificados más cercanos a x

Asignar a x la clase más frecuente en D_x^K

FIN

Figura 3. Pseudocódigo para el clasificador K-NN

Fuente: Moujahid, A., Inza, I., y Larrañaga, P. (2019). *Clasificadores K-NN*. Recuperado de <http://www.sc.ehu.es/ccwbayes/docencia/mmcc/docs/t9knn.pdf>

2.2.8.3. Algoritmos de detección de objetos.

En este caso se hará uso de modelos basados en redes neuronales convolucionales y Common Object in Context (COCO) Dataset con etiquetas que permiten la detección de 91 objetos y así poder determinar qué tipo de objeto es y determinar su posición en los ejes X e Y dentro de la escena de video.

a. SSD (Single Shot MultiBox Detector) MobileNet v3

Es un algoritmo que cuenta con un modelo previamente entrenado de aprendizaje profundo en el conjunto de datos COCO (Common Object in Context) mediante el API o interfaz de programación de aplicaciones de detección de objetos de TensorFlow y posteriormente

publicado en su repositorio completo de modelos entrenados denominado TensorFlow Hub. (Google Brain Team, 2020)

El SSD MobileNet v3 es un algoritmo que extrae mapas de características y usa la convolución para detecta objetos en tiempo real, de tal manera que únicamente necesita tomar una captura para detectar varios objetos a la vez, esta propuesta incluye funciones de diversas cajas y escalas predefinidas además de ser muy veloz a la hora de detectar objetos dentro de una escena. (Hui, 2018)

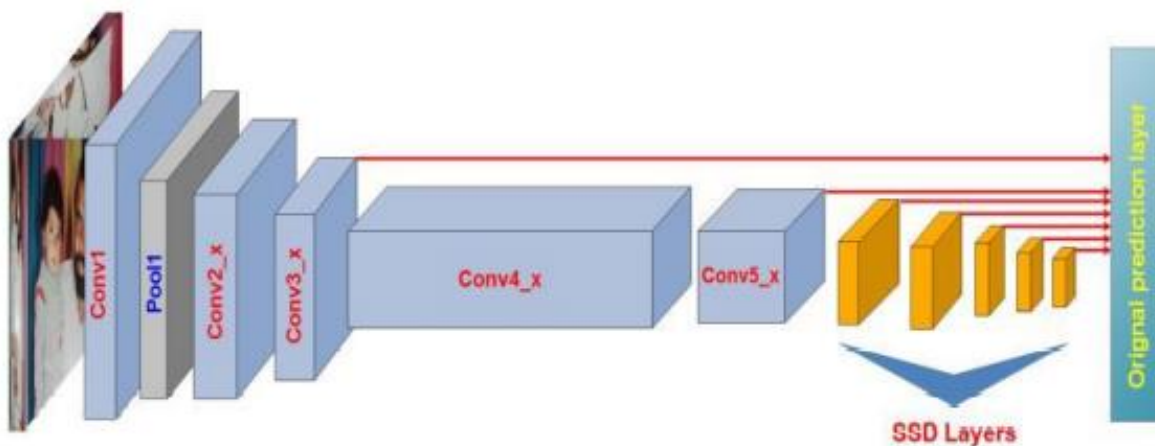


Figura 4. Arquitectura de CNN con un detector SSD

Fuente: Ayesha, Y., Shixin, L., Shelembi, J., y Hai, Z. (2020). *Real-Time Object Detection Using Pre-Trained Deep Learning Models MobileNet-SSD*. Sanya: Association for Computing Machinery, 44–48. Recuperado de <https://doi.org/10.1145/3379247.3379264>

El algoritmo SSD MobileNet v3 tiene un rendimiento de acuerdo con la unidad de procesamiento gráfico (GPU) que se encuentre trabajando, en la TeslaT4 con 94 frames por segundo (FPS), en la 1660 Ti con 26 FPS y en la Jetson Nano con 15 FPS, tiene un promedio de precisión media (mAP) de 33,7%. (Varadharajan et al., 2021)

b. YOLO (You Only Look Once) v3 – 320

YOLO o You Only Look Once, es un algoritmo que usa características aprendidas por una red neuronal convolucional que detecta objetos para los que ha sido entrenado, logrando detectar objetos en imágenes, videos o transmisiones en vivo. Según Meel (2020) dentro de este algoritmo existen tres versiones que han venido siendo desarrolladas desde el año 2016 por Joseph Redmon y Ali Farhadi; siendo YOLO v3 la última versión, la cual fue lanzada en el año 2018, pudiendo ser implementado usando Keras u OpenCV. En YOLO, la predicción se basa en una capa convolucional que utiliza convoluciones 1×1 , realizando un solo cálculo lo que le

permite ser uno de los más rápidos y precisos, además realiza la detección de objetos en tres capas diferentes logrando de esta manera detectar objetos a distancias considerables. (Kathuria, 2018)

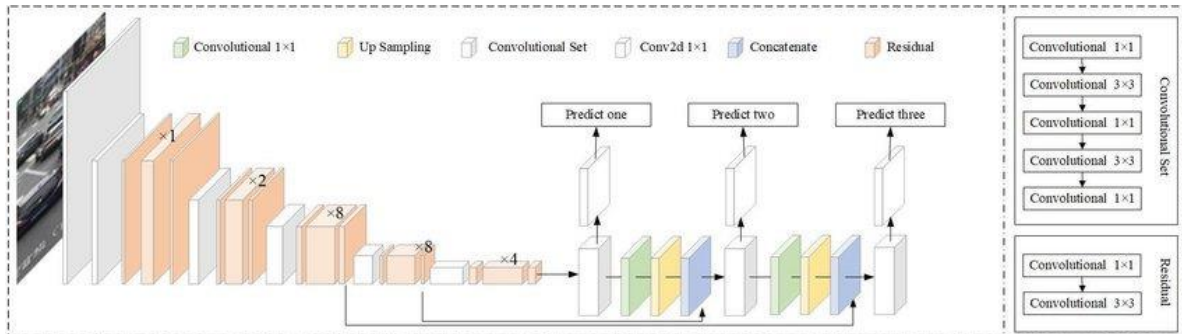


Figura 5. Estructura de YOLO v3 usando como red troncal Darknet-53 con predicciones de tres capas

Fuente: Qi-Chao, M., Hong-Mei, S., Yan-Bo, L., y Rui-Sheng, J. (2019). Mini-YOLOv3: Real-Time Object Detector for Embedded Applications. *IEEE Access*, 7. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8839032>

El algoritmo YOLO v3 es extremadamente y preciso siempre y cuando este se encuentre ejecutando en un ambiente con hardware potente, principalmente en un entorno en el cual este use la GPU Pascal Titan X, logra una precisión media de 51.5%, procesando la imagen a un promedio de 45 fotogramas por segundo en el COCO dataset. (Redmon y Farhadi, 2018)

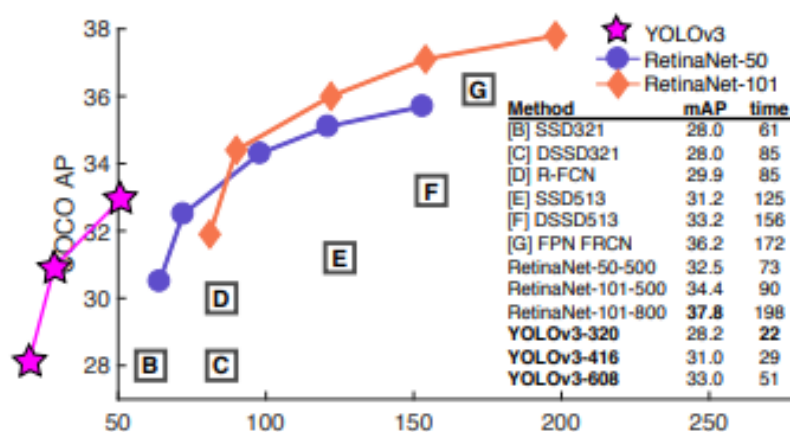


Figura 6. Comparativa YOLO v3 con otros detectores

Fuente: Redmon, J., y Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An Incremental Improvement. *ArXiv*. Recuperado de <https://arxiv.org/abs/1804.02767>

c. YOLO (You Only Look Once) v3 – Tiny

YOLO v3 – Tiny es una versión de 28MB más liviana y rápida de YOLO v3, al igual hace el uso de una red neuronal convolucional, YOLO v3 – Tiny permite optimizar tanto la velocidad, precisión y consumo de energía al momento de realizar el reconocimiento de objetos, logrando hacer uso de un modelo que puede ser aplicado en entornos restringidos o integrados (Miranda et al., 2019). La estructura de red del algoritmo YOLO v3 Tiny se compone de siete capas convolucionales y de seis capas de maxpool para mediante esto lograr extraer las características de la imagen y adicionalmente dos escalas de capas de detección, este algoritmo usa muchas capas convolucionales con filtros de convolución 512 y 1024. YOLO v3 Tiny es un modelo de detección de objetos implementado con Keras y convertido al marco TensorFlow. Este algoritmo ha sido entrenado previamente en el conjunto de datos COCO con 80 clases de objetos (OpenVINO, 2019).

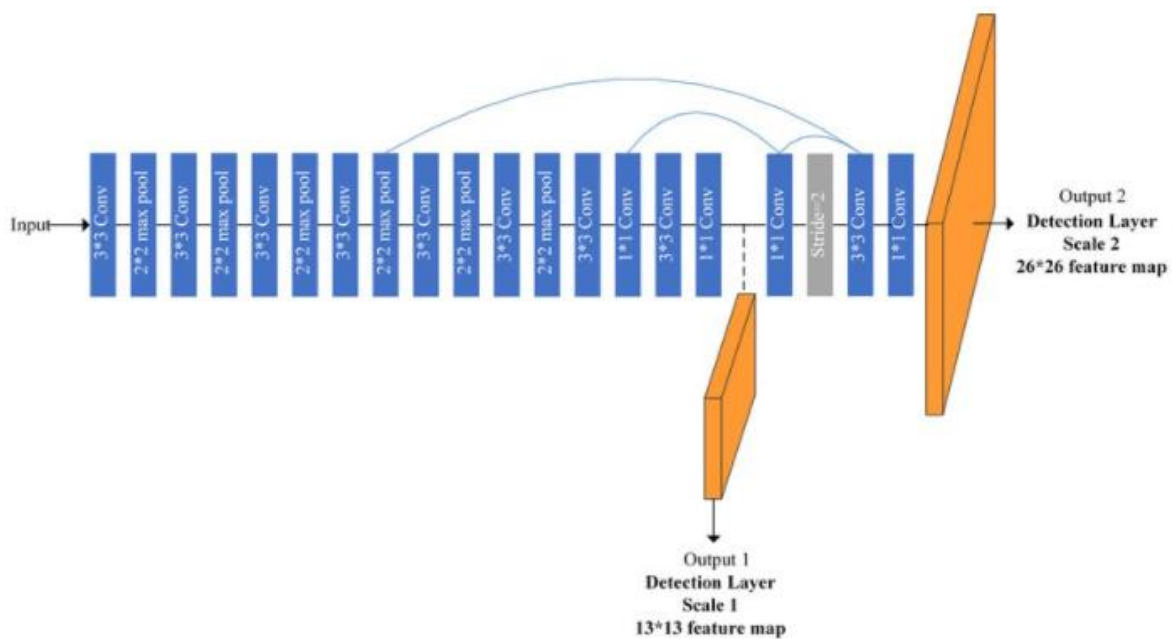


Figura 7. Estructura de red de YOLO v3 Tiny

Fuente: OpenVINO. (2019). *yolo-v3-tiny-tf*. Recuperado de https://docs.openvino.ai/latest/omz_models_model_yolo_v3_tiny_tf.html

2.2.9. Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son una iniciativa de la Organización de las Naciones Unidas (ONU); los ODS son un conjunto de 17 objetivos acordados y adoptados en una agenda de desarrollo sostenible denominada Agenda 2030, cuyo reto principal es el de eliminar por completo la pobreza, cuidar y mejorar las condiciones de vida de todos los seres vivos de nuestro planeta, para que de esta manera las personas puedan vivir en paz y prosperidad. (IDEAS IMPRESCINDIBLES, 2018)

El presente trabajo de titulación hace un aporte al Objetivo de Desarrollo Sostenible “Industria, Innovación e Infraestructura” (ODS no. 9), puesto a que, en conformidad a la misión de la Carrera de Computación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, se busca generar una solución tecnológica innovadora que contribuyan al desarrollo de la región, de esta manera se presentará un sistema prototipo informático de videovigilancia con analítica de video, que en función de algoritmos y herramientas utilizadas en procesamiento de imagen, visión por computadora e inteligencia artificial se busca desarrollar una tecnología que pueda ser aplicada a sistemas de videovigilancia IP básicos, y que estos a su vez sean económicos y asequibles para todas aquellos propietarios que quieran hacer uso de la analítica de video como tecnología que les brinde una mayor seguridad minimizando las pérdidas económicas y materiales en los locales comerciales de la ciudad de Tulcán; es así que se da cumplimiento al ODS no. 9, cuya finalidad es la de innovar y progresar tecnológicamente reduciendo la brecha digital, siendo clave el descubrir y generar soluciones a partir del uso eficiente de los recursos, creando de este modo plazas de trabajo que contribuyan a los ingresos económicos que permitan mejorar las condiciones de vida de las familias de nuestro país. (NACIONES UNIDAS, 2021)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque.

El presente proyecto investigativo presentó un enfoque metodológico mixto, debido a que fue tanto cualitativo como cuantitativo; se logró identificar este enfoque en base a las dos variables de investigación generadas a partir de un problema inicial.

El proyecto de investigación presentó un enfoque metodológico cualitativo puesto que se aplicaron entrevistas a pequeñas y mediana empresas de venta e instalación de sistemas de videovigilancia IP con analítica de video, para conocer cuáles son las principales características de estos sistemas y la relación con su precio. Adicionalmente se uso la técnica experimental para determinas los algoritmos de visión artificial óptimos para su posterior aplicación en el sistema prototipo informático.

La investigación presentó un enfoque cuantitativo puesto que se aplicaron encuestas a un grupo de propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán para recolectar datos e información con respecto a sus sistemas de videovigilancia, características, la asequibilidad a estos sistemas y a sistemas de videovigilancia con analítica de video, entre otra información complementaria que resultó de importancia en nuestra investigación.

3.1.2. Tipo de Investigación.

3.1.1.1. Exploratoria.

La Investigación fue de tipo exploratoria en los sistemas de videovigilancia IP con analítica de video, permitiéndonos determinar los sistemas de videovigilancia que se encuentran instalados en los locales comerciales de la ciudad de Tulcán y a la vez conocer que piensan sus dueños en temas de seguridad mediante la videovigilancia inteligente.

3.1.1.2. Descriptiva.

La Investigación fue de tipo descriptiva debido a que una vez realizada tanto las encuestas a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán como las entrevistas a los propietarios de locales de venta e instalación de sistemas de videovigilancia con analítica de video, permitió conocer y describir la opinión de la ciudadanía acerca de la implementación

de un sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video asequible, así como también obtener información acerca de los sistemas de videovigilancia con analítica de video presentes en el mercado.

3.1.1.3. Correlacional.

La Investigación fue de tipo correlacional debido a que después de realizar un análisis de las dos variables se logró relacionarlas, de esta manera se pudo alcanzar y cumplir con los objetivos propuestos por el equipo investigador.

3.1.1.4. Experimental.

La investigación fue de tipo experimental ya que en base a los resultados que se obtuvieron de la experimentación con algoritmos, técnicas y herramientas de visión artificial, se logró comprender e identificar cuáles son óptimas para ser aplicadas al sistema prototipo informático.

3.2. IDEA A DEFENDER

El uso de tecnologías para la aplicación de algoritmos de visión artificial y analítica de video en los sistemas de videovigilancia IP para los locales comerciales de la ciudad de Tulcán.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1. Definición de variables.

3.3.1.1. Algoritmos de visión artificial.

Conjunto ordenado de instrucciones que reconocen e interpretan las imágenes de mundo real con la finalidad de detectar y extraer diferentes características de las imágenes, permitiendo obtener la información necesaria de las mismas.

3.3.1.2. Sistemas de videovigilancia IP con analítica de video.

Tecnología aplicada a la vigilancia visual en red, mediante el uso de software el cuál se encarga de analizar de forma autónoma lo que las cámaras de seguridad se encuentran registrando.

3.3.2. Operacionalización de variables

Tabla 1.
Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Variable Dependiente Sistemas de videovigilancia IP con analítica de video	Características	Diseño	Entrevista semiestructurada	Guía de preguntas
			Encuesta	Cuestionario
		Cámaras	Encuesta	Cuestionario
		Grabador de video	Entrevista semiestructurada	Guía de preguntas
		Analítica de video	Encuesta	Cuestionario
	Costo	Componentes	Entrevista semiestructurada	Guía de preguntas
		Tipo de cámaras	Entrevista semiestructurada	Guía de preguntas
		Calidad del análisis de video	Entrevista semiestructurada	Guía de preguntas
		Tipo de conexión	Entrevista semiestructurada	Guía de preguntas
	Eficiencia	Nivel de seguridad	Entrevista semiestructurada	Guía de preguntas
		Encuesta	Cuestionario	
Alertas		Entrevista semiestructurada	Guía de preguntas	
		Encuesta	Cuestionario	
	Tiempo de respuesta	Entrevista semiestructurada	Guía de preguntas	
Variable Independiente Algoritmos de visión artificial	Algoritmos Para detección de movimientos basado en sustracción de fondo	Background Subtractor - MOG (Mezcla de Gaussianas)	Experimental	Pruebas de laboratorio
		Background Subtractor - MOG2 (Mezcla de Gaussianas 2)	Experimental	Pruebas de laboratorio
		Background Subtractor - K-NN (K vecinos más próximos)	Experimental	Pruebas de laboratorio
	Algoritmos para la detección de objetos	SSD (Single Shot MultiBox Detector) MobileNet v3	Experimental	Pruebas de laboratorio
		YOLO (You Only Look Once) v3 – 320	Experimental	Pruebas de laboratorio
		YOLO (You Only Look Once) v3 - Tiny	Experimental	Pruebas de laboratorio

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Métodos.

3.4.1.1. Método Deductivo.

En el trabajo investigativo se utilizó el método de investigación deductivo debido a que, en base a los algoritmos de visión artificial existentes, se analizó y experimentó con ellos para tomar en cuenta los que cumplieron con lo requerido para ser aplicados al software de analítica de video para el sistema de videovigilancia IP.

3.4.1.2. Método Analítico.

En el trabajo investigativo se utilizó el método de investigación analítico, puesto que se analizaron las partes que componen a los sistemas de videovigilancia tanto básicos como inteligentes (analítica de video), ayudando así a determinar la relación entre las características y el costo de cada tipo de sistema de videovigilancia.

3.4.2. Técnicas.

3.4.2.1. Entrevista semiestructurada.

En el trabajo investigativo la entrevista se aplicó a pequeñas y medianas empresas de venta e instalación de sistemas de videovigilancia con analítica de video, esto con la finalidad de conocer más a fondo los componentes, características y estructura con relación a su costo.

3.4.2.2. Encuesta.

En el trabajo investigativo la encuesta se aplicó a un grupo de personas propietarias de locales comerciales con sistemas de videovigilancia de la ciudad de Tulcán, con la finalidad de conocer las características de estos sistemas y la opinión de los propietarios referente a los sistemas de videovigilancia con analítica de video y el nivel de asequibilidad de ellos respecto a estas nuevas tecnologías.

3.4.2.3. Experimental.

En el trabajo investigativo se aplicó la técnica experimental mediante pruebas de laboratorio para identificar cuáles de estos algoritmos son aplicables al sistema prototipo informático.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1. Población y muestra.

3.5.1.1. Población.

Para el trabajo investigativo se determinaron dos poblaciones, la primer de ella conformada por los locales comerciales del cantón Tulcán, y la segunda por los locales comerciales de venta de sistemas de videovigilancia con analítica de video.

Se determinó en base a los resultados del Censo Nacional Económico de 2010 que en el cantón Tulcán existen 3502 establecimientos económicos en las cuales las principales actividades económicas que se desarrollan en el cantón es la fabricación y venta de prendas de vestir, elaboración de productos de panadería, venta de alimentos, bebidas y tabaco, actividades de restaurantes y servicios de comida, así como también actividades de telecomunicaciones, en base a esto, la población es finita.

Se determinó una segunda población la cual se conformó por las pequeñas y medianas empresas de venta e instalación de sistemas de videovigilancia con analítica de video, enfocándonos principalmente en la ciudad de Quito, puesto que aquí se encuentra un gran número de empresas dedicadas a esta actividad.

3.5.1.2. Muestra.

En base a la población finita determinada de los locales comerciales de la ciudad de Tulcán se aplicó la fórmula para determinar la muestra en una población finita.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$
$$n = \frac{(3502) * (1.645)^2 * (0.5) * (0.5)}{(0.05)^2 * (3502 - 1) + (1.645)^2 * (0.5) * (0.5)} = 251.26$$

En la formula aplicada el tamaño de la población (N) se estableció en 3502 locales comerciales, el parámetro estadístico para el nivel de confianza del 90% (Z) se estableció en el valor de 1.645, la probabilidad de que ocurra el evento (p) se estableció en 0.5 (50%) y la probabilidad de que no ocurra el evento (q) se estableció igualmente en 0.5 (50%), así como un error de

estimación máximo aceptado (e) establecido en 0.05 (5%), lo cual devolvió un tamaño de muestra buscado (n) de 251.26.

De acuerdo con la fórmula y los cálculos realizados, se determinó una muestra de 251 locales comerciales para aplicar las encuestas, usando un muestreo aleatorio simple.

Para la segunda muestra se optó por un muestreo no probabilístico por conveniencia determinando tres empresas en Quito para la aplicación de las entrevistas, las empresas seleccionadas fueron: TECHRESOURCES, QALTROM y TELALCA.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Resultados de las encuestas.

Las encuestas fueron aplicadas a los propietarios de los locales comerciales de la ciudad de Tulcán que cuentan con sistemas de videovigilancia, así como también a un pequeño grupo que no cuentan con estos, siendo la finalidad de las encuestas el percibir que aspectos relacionados a los sistemas de videovigilancia y la analítica de video conocen los propietarios de los locales comerciales, además no se solicitó información personal de los encuestados, con el fin de evitar una alteración en los resultados obtenidos.

4.1.1.1. Análisis de los ítems de la encuesta.

Pregunta 1. ¿Qué tipo de seguridad dispone su local comercial? (Seleccione una o más opciones)

Tabla 2.

Tipo de seguridad del local comercial

Opción de respuesta	Cantidad
Sistema de videovigilancia	200
Alarmas de seguridad	112
Guardia de seguridad	6
Rejas y/o persianas	67

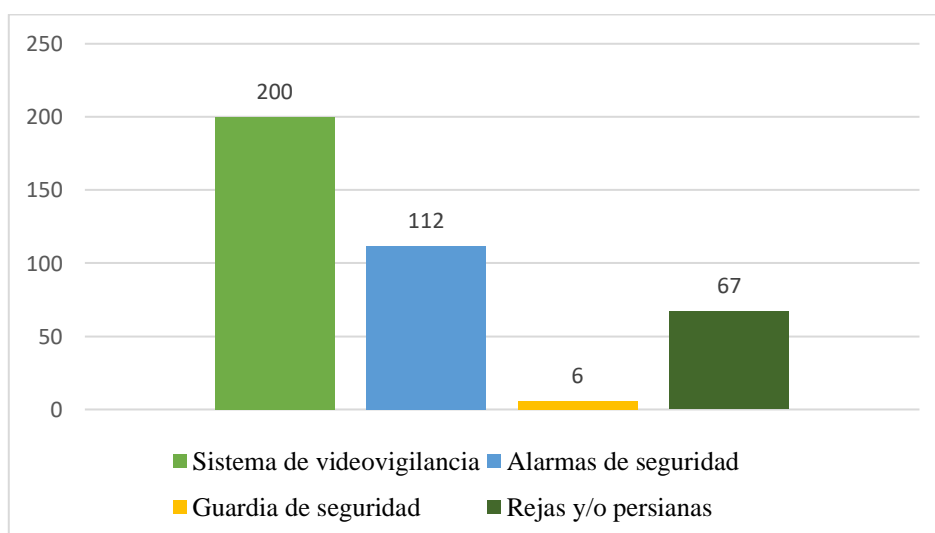


Figura 8. Tipo de seguridad del local comercial

Análisis e interpretación. Se encuestaron a 251 propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán, entre los que se encuentran locales con sistemas de videovigilancia y locales comerciales que no cuentan con los mismos, siendo así que, 200 locales comerciales cuentan con un sistema de videovigilancia, de los cuales 112 locales tienen una alarma de seguridad; también se incluyen 67 locales comerciales que tienen como seguridad rejas o persianas, destacando en ellos aquellos locales que no cuentan con un sistema de videovigilancia y además 6 locales comerciales cuentan con un guardia de seguridad. Es decir que un 79,7% de los propietarios de los locales comerciales encuestados se preocupan por mantener su local comercial seguro y evitar ser víctima de la delincuencia, especialmente los robos, así como también el identificar mediante las grabaciones los objetos de valor olvidados por los clientes dentro del local comercial; mientras que el 20,3% no han implementado un sistema de seguridad, siendo la principal causa o motivo el ser un local con apertura reciente, ser un local comercial pequeño o el hecho de que se les hace costoso el adquirir un sistema de videovigilancia.

Pregunta 2. ¿Su sistema de videovigilancia se encuentra en funcionamiento?

Tabla 3.

Funcionamiento del sistema de videovigilancia

Opción de respuesta	Cantidad
Si	190
No	10

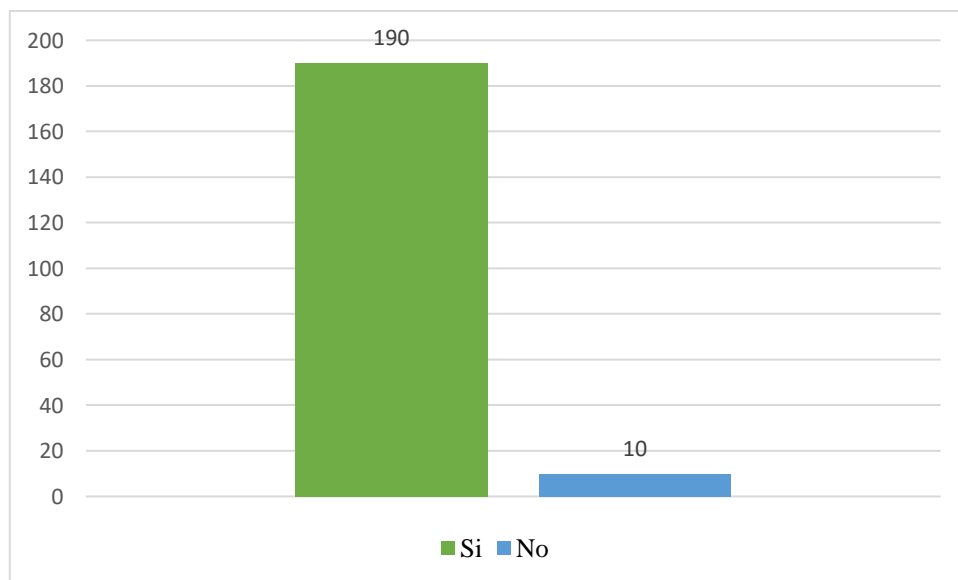


Figura 9. Funcionamiento del sistema de videovigilancia

Análisis e interpretación. De los 200 locales comerciales encuestados que poseen un sistema de videovigilancia, en 190 locales comerciales se encuentran en funcionamiento su sistema de videovigilancia, mientras que en 10 locales comerciales el sistema de videovigilancia no se encuentra en funcionamiento. Es decir que en el 95% de los locales comerciales el sistema de videovigilancia se encuentra funcionando de manera correcta, mientras que en el 5% de los locales comerciales de la ciudad no funciona el sistema de videovigilancia, manifestando los propietarios que esto ocurre a que por el momento se encuentra en mantenimiento o lo suspendieron.

Pregunta 3. ¿Indique los motivos por los cuáles implementó un sistema de videovigilancia en su local comercial? (Seleccione una o más opciones).

Tabla 4.

Motivos para la implementación del sistema de videovigilancia

Opción de respuesta	Cantidad
Para mayor seguridad	199
Porque me robaron	95
El lugar es peligroso	52
Prevenir robos	180

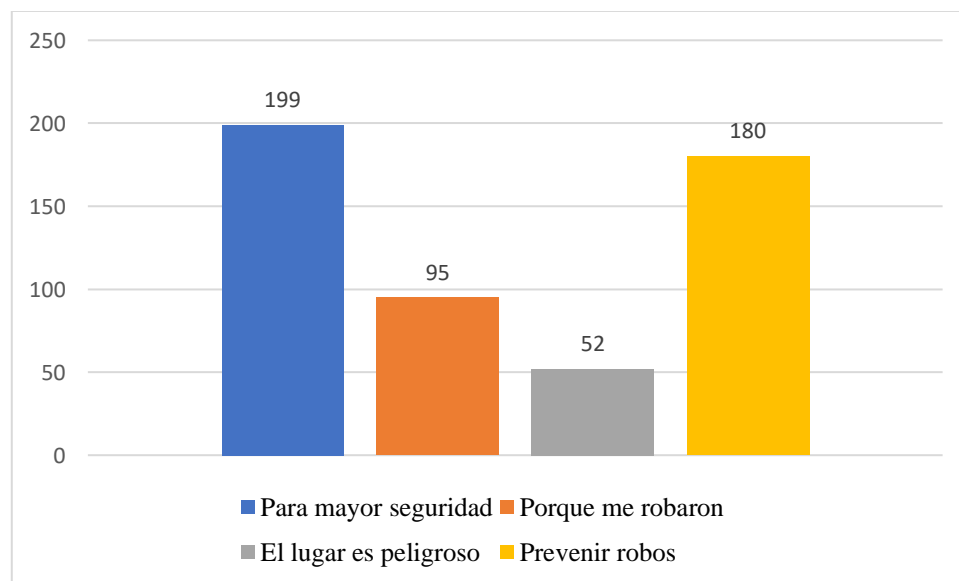


Figura 10. Motivos para la implementación del sistema de videovigilancia

Análisis e interpretación. 199 de los propietarios encuestados mencionan que han implementado un sistema de videovigilancia para mayor seguridad, 180 encuestados

mencionan que lo implementaron para prevenir robos, mientras que 95 propietarios dijeron que optaron por un sistema de videovigilancia porque les robaron y 52 personas mencionaron que el motivo fue porque el lugar es peligroso. Es decir que los propietarios se preocupan por la seguridad de sus locales comerciales, así como también su seguridad personal y la de sus empleados, previniendo de esta manera resultar afectados ellos evitando el robo de la mercadería.

Pregunta 4. ¿Quién instaló su sistema de videovigilancia actual?

Tabla 5.
Instalación del sistema de videovigilancia

Opción de respuesta	Cantidad
Un técnico calificado	156
Instalación propia	29
Instalación por empresa de seguridad	9
Un conocido	7
Videotutoriales	0
Otros	0

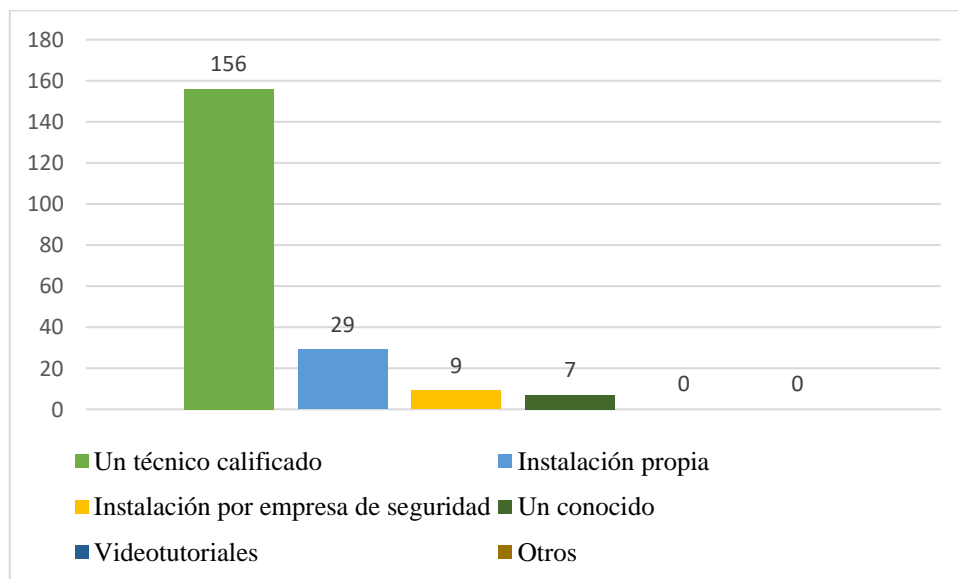


Figura 11. Instalación del sistema de videovigilancia

Análisis e interpretación. En 156 locales comerciales de la ciudad de Tulcán la instalación de un sistema de videovigilancia la hizo un técnico calificado; en 29 locales la instalación del sistema videovigilancia fue por parte del propietario; mientras que en 9 locales comerciales la instalación la hizo una empresa de seguridad y en 7 locales la instalación la hizo un conocido

del propietario. Es decir que el 78% de los encuestados confían la seguridad de su local comercial a un técnico calificado que conozca cual es el sistema de videovigilancia óptimo para su instalación; un 14,5% de los propietarios de los locales comerciales conocen a cerca de la instalación de dichos sistemas de videovigilancia, aplicando de esta manera sus conocimientos en beneficio para la seguridad tanto en lo personal como en la del local comercial.

Pregunta 5. Indique las partes que conforman su sistema de videovigilancia.

Tabla 6.
Partes del sistema de videovigilancia

Opción de respuesta	Cantidad
Cámaras de videovigilancia	200
NVR (Grabador de Video en Red)	53
DVR (Grabador de Video Digital)	144
Monitor	128
TV	77
Router de Conexión	127
Respaldo de corriente – UPS	13
App móvil	97

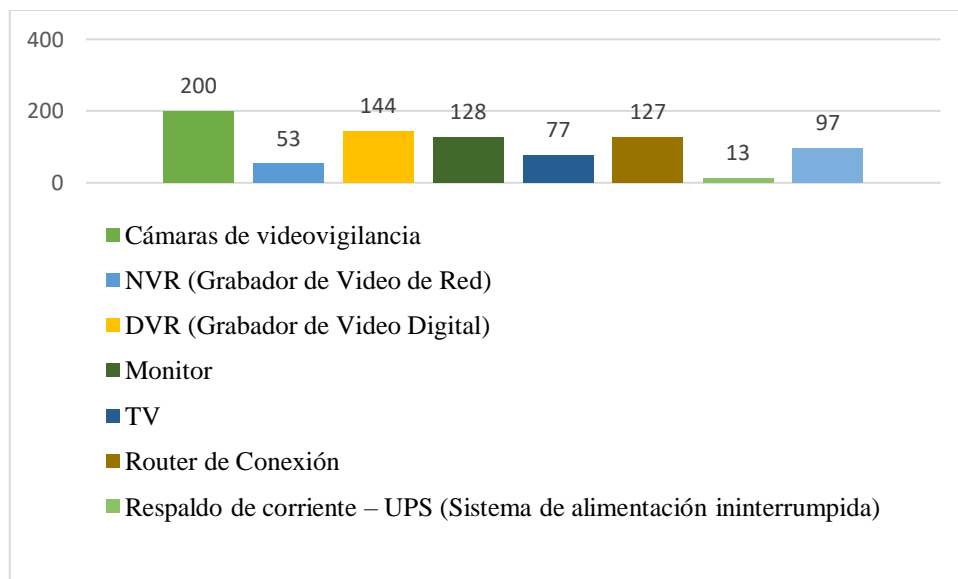


Figura 12. Partes del sistema de videovigilancia

Análisis e interpretación. Los 200 locales comerciales cuentan con sus respectivas cámaras de videovigilancia; 144 locales tienen un Grabador de Video Digital (DVR), mientras que 53

locales cuentan con un Grabador de Video en Red (NVR); para la visualización de las imágenes captadas por las cámaras de videovigilancia, 128 locales lo hacen mediante un monitor, en 77 locales lo hacen mediante un TV y en 97 también visualizan las imágenes mediante una aplicación móvil instalada en los teléfonos personales, adicionalmente en 128 locales comerciales poseen una router de conexión a internet y 13 locales cuentan con un respaldo de corriente. Es decir que el 72% de los locales comerciales hacen uso de un DVR, para el almacenamiento y administración de las imágenes captadas por las cámaras; y en cuanto a la visualización de las imágenes el 64% de los propietarios prefieren hacer uso de un monitor; en cuestiones de uso de app móvil el 48,5% de los propietarios tienen instalado una aplicación móvil en su celular personal; cabe recalcar que varios de los propietarios encuestados desconocía que ellos pueden observar las imágenes de las cámaras mediante una aplicación móvil instalada en su smartphone.

Pregunta 6. ¿Indique cuáles son los tipos de cámaras que dispone?

Tabla 7.
Tipos de cámaras

Opción de respuesta	Cantidad
Cámaras analógicas	155
Cámaras IP	18
Ambas	26

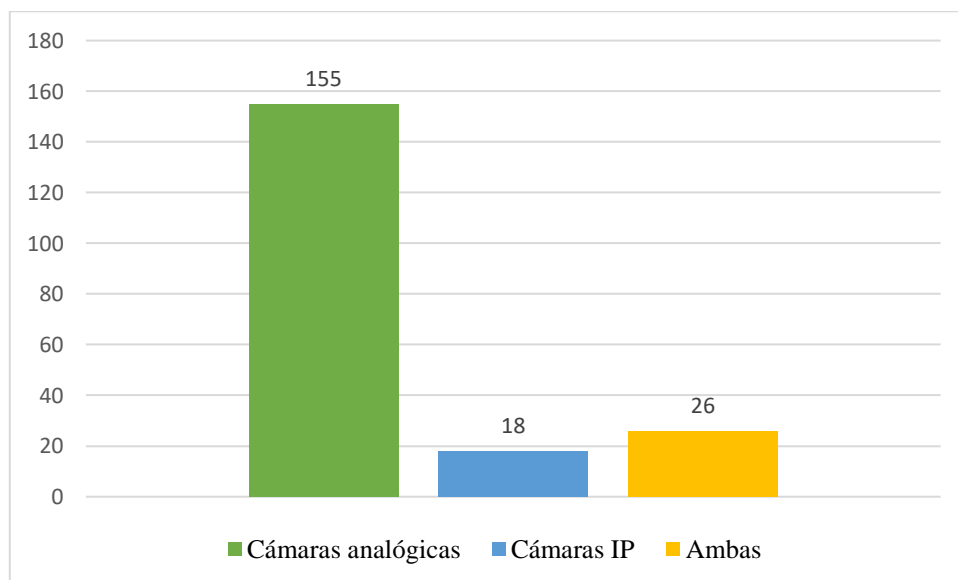


Figura 13. Tipos de cámaras

Análisis e interpretación. En 155 locales comerciales se han instalado cámaras analógicas, en 18 locales comerciales se han instalado cámaras IP, mientras que en 26 locales comerciales se han instalado tanto cámaras analógicas como cámaras IP. Es decir que en el 77,5% de los locales comerciales prefieren captar las imágenes mediante cámaras analógicas, esto debido a que tienen instalado en su mayoría un DVR, a excepción del 13% que instalaron los dos tipos de cámaras y el 9,5% de los locales comerciales tienen instalado únicamente cámaras IP.

Pregunta 7. Indique el número de cámaras que dispone su sistema de videovigilancia.

Tabla 8.

Número de cámaras

Opción de respuesta	Cantidad
1- 3	93
4 – 6	87
7 – 9	17
Más de 9	4

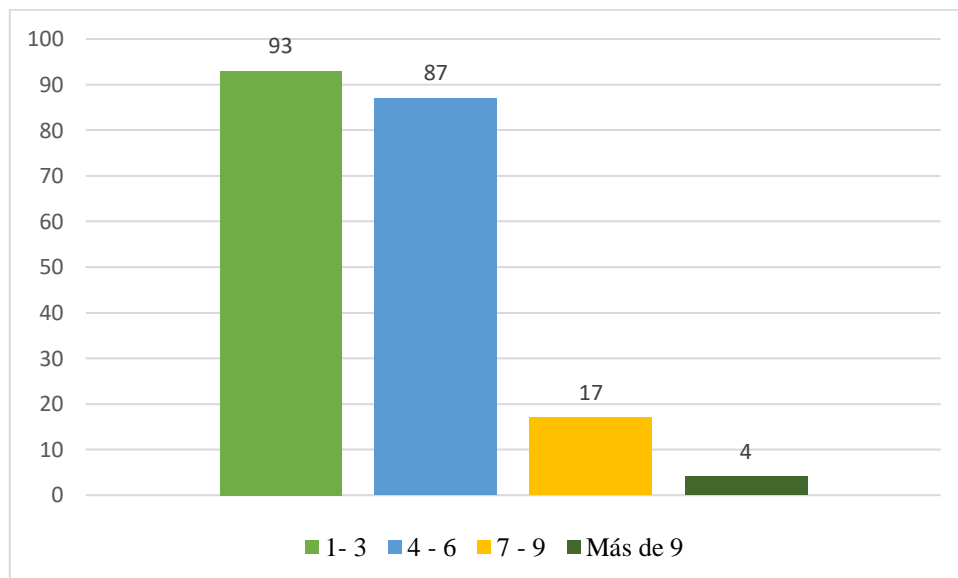


Figura 14. Número de cámaras

Análisis e interpretación. 93 locales de la ciudad de Tulcán tienen entre 1 y 3 cámaras; 87 locales comerciales tienen instaladas entre 4 y 6 cámaras; 17 locales tienen entre 7 y 9 cámaras; mientras que 4 locales poseen más de 9 cámaras. Se puede evidenciar que en la ciudad de Tulcán el 90% de los propietarios de los locales comerciales han instalado de 1 a 6 cámaras, mientras que el 10% de los propietarios de los locales comerciales han instalado más de 7

cámaras, esto con la finalidad de mantenerse seguros y evitar robos a cualquier hora del día en el local o locales comerciales de su propiedad.

Pregunta 8. Indique el nivel de satisfacción con respecto a la calidad de imagen de las cámaras de su sistema de videovigilancia.

Tabla 9.
Satisfacción con respecto a la calidad de imagen

Opción de respuesta	Cantidad
Extremadamente satisfecho	4
Muy satisfecho	155
Moderadamente satisfecho	39
Poco satisfecho	3

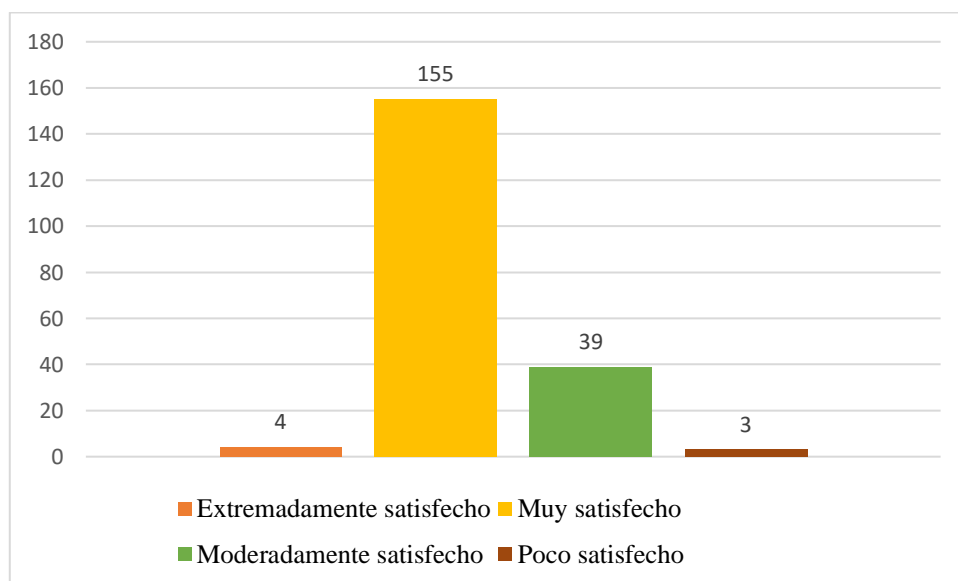


Figura 15. Satisfacción con respecto a la calidad de imagen

Análisis e interpretación. De acuerdo con los datos obtenidos 155 propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán, es decir que el 77,5% de los encuestados manifestaron que se encuentran muy satisfechos, con respecto a la calidad de imagen de las cámaras de sus sistemas de videovigilancia; mientras que 39 personas, es decir que el 19,5% mencionaron que se encuentran moderadamente satisfechos con la calidad de imagen de las cámaras de videovigilancia; los propietarios estuvieron de acuerdo con que las imágenes que se visualizan a través del monitor, televisión o aplicación móvil son claras, con una buena resolución.

Pregunta 9. Indique la analítica de video que deberían tener los sistemas de videovigilancia de los locales comerciales. (Seleccione una o más opciones).

Tabla 10.

Analítica de video que debería tener el sistema de videovigilancia

Opción de respuesta	Cantidad
Reconocimiento de rostros	247
Detección de objetos	230
Conteo de personas	221
Detectar personas y almacenar su imagen	213
Cruce de líneas o puertas (Detección de ingreso no autorizado)	228
Alertas de actividad inusual	194

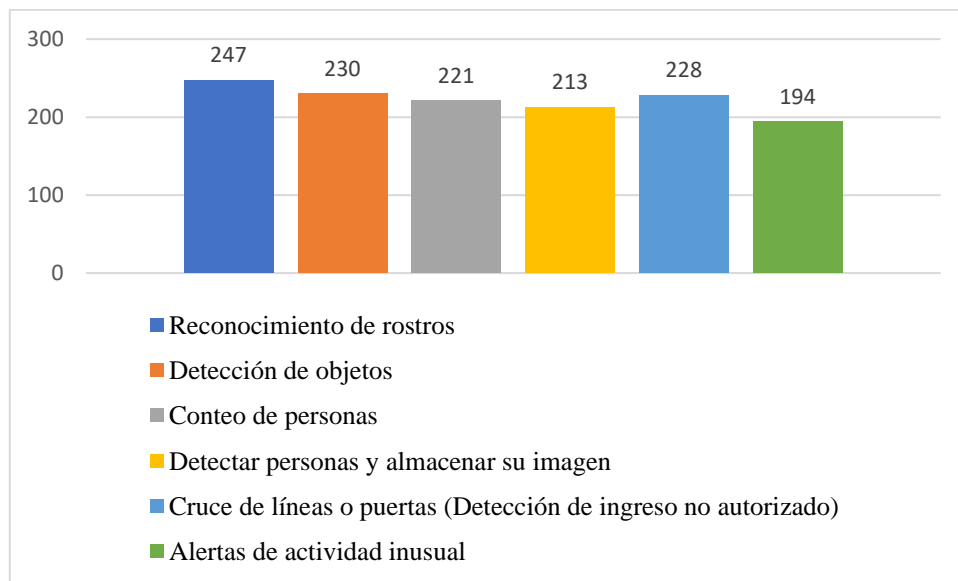


Figura 16. Analítica de video que debería tener el sistema de videovigilancia

Análisis e interpretación. De acuerdo con los resultados obtenidos los encuestados mencionan que la analítica de video que debería tener el sistema prototipo informático de videovigilancia es: reconocimiento de rostros, detección de objetos, detección de ingreso no autorizado que vendría siendo el cruce de líneas o puertas, cabe mencionar que estas opciones elegidas por los propietarios son las principales que debería tener todo sistema.

Pregunta 10. Indique el tipo de alerta que debería tener un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

Tabla 11.

Tipo de alerta que debería tener un sistema de videovigilancia

Opción de respuesta	Cantidad
Recibir alertas a una aplicación móvil	242
Enviar la imagen al celular	228
Generar una alarma a la policía	236
Activar una alarma en el local	231
Notificar y guardar las grabaciones	214
Activar un seguro electrónico	149

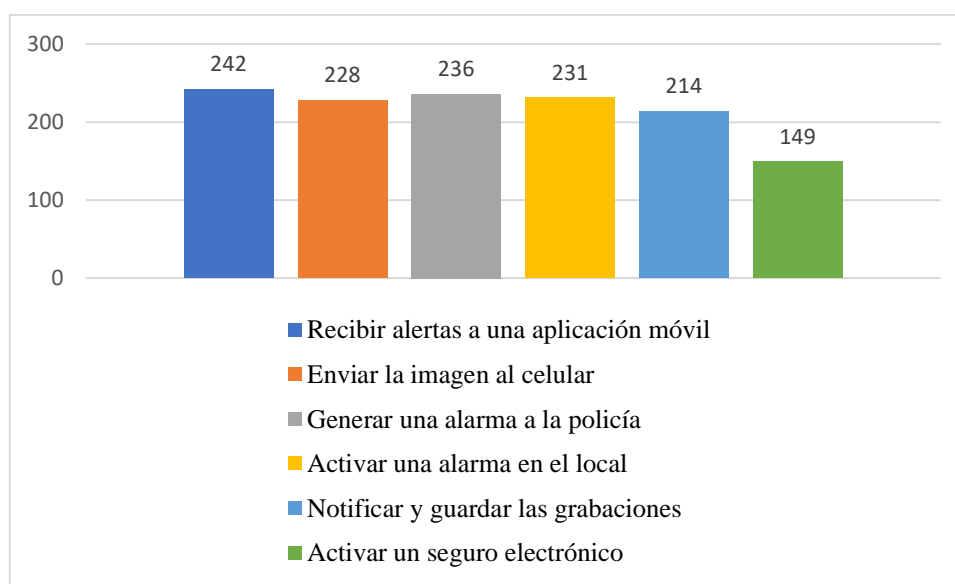


Figura 17. Tipo de alerta que debería tener un sistema de videovigilancia

Análisis e interpretación. De acuerdo con los datos recolectados, a los propietarios de locales comerciales encuestados les gustaría recibir una alerta del sistema de videovigilancia con analítica de video mediante una aplicación móvil, así como también el recibir una alerta mediante un mensaje de texto, adicionalmente a esto, ellos mencionaron que sería de gran utilidad que se generara una alarma a la policía y que se activase una alarma en el local comercial de manera automática, esto con el fin de que se realice un monitoreo automático, conocer en tiempo real lo que se encuentra aconteciendo en el entorno del local comercial, así como también notificar a la policía y evitar el robo en los locales.

Pregunta 11. Indique los motivos por los cuáles implementaría un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

Tabla 12.
Motivos para implementar la analítica de video

Opción de respuesta	Cantidad
Mayor seguridad	241
Recibir alertas en tiempo real	227
Mayor eficiencia	192
Monitoreo de video a distancia	205
Monitoreo automático	238
Otras	20

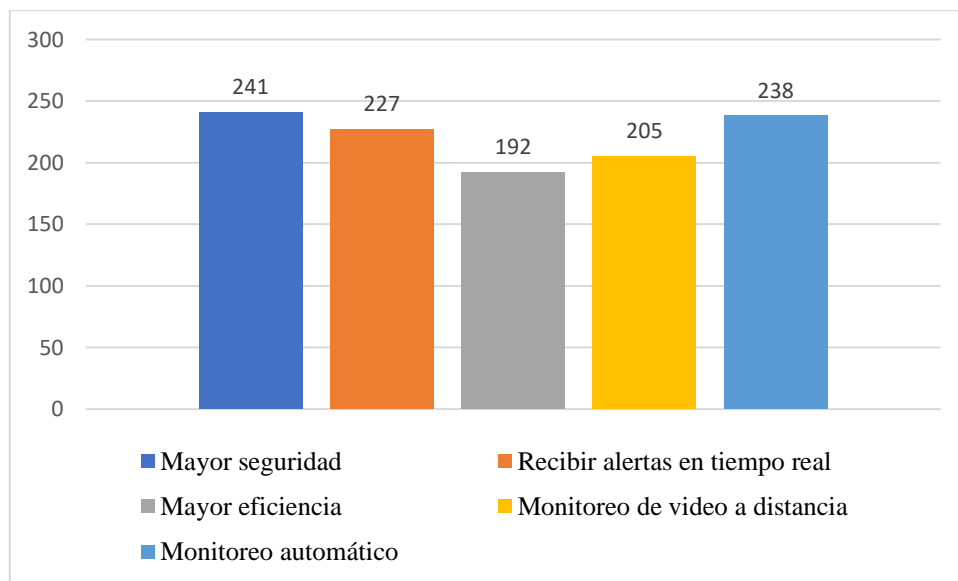


Figura 18. Motivos para implementar la analítica de video

Análisis e interpretación. Los propietarios de los locales comerciales de la ciudad de Tulcán implementarían un sistema de videovigilancia con analítica de video principalmente para tener una mayor seguridad, para que las cámaras sean monitoreadas automáticamente, recibir alertas en tiempo real, también para que los propietarios puedan realizar un monitoreo de video a distancia, además para que su sistema de videovigilancia actual sea más eficiente.

Pregunta 12. ¿Qué valor estaría usted dispuesto a invertir para implementar la analítica de video en su local comercial?

Tabla 13.

Inversión para implementar analítica de video

Opción de respuesta	Cantidad
No estoy interesado	31
500 – 1000 dólares	68
1000 – 2000 dólares	14
2000 – 5000 dólares	1
Más de 5000 dólares	0
Pagar por una suscripción mensualmente	137

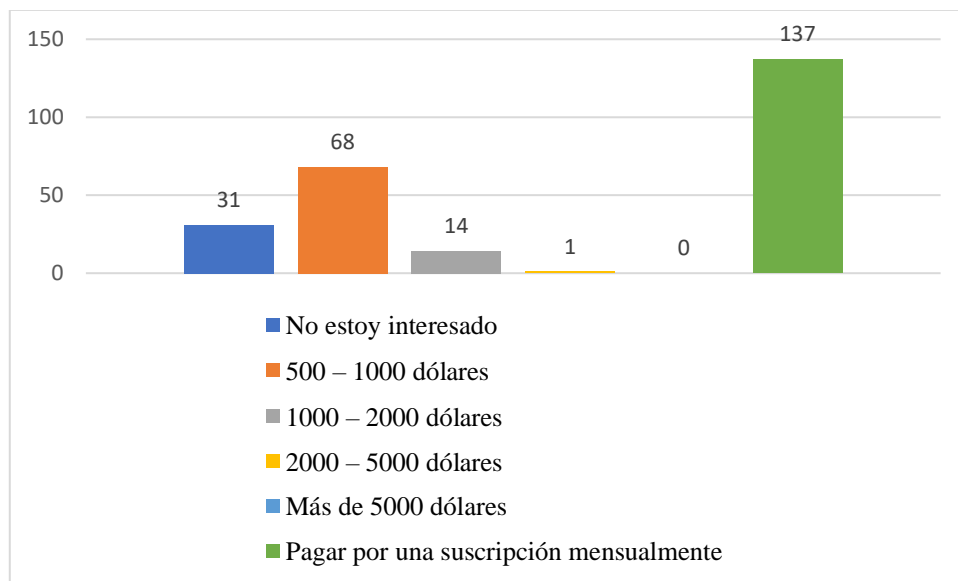


Figura 19. Inversión para implementar analítica de video

Análisis e interpretación. De acuerdo con los resultados obtenidos el 55% de los propietarios de los locales comerciales mencionan que para implementar la analítica de video ellos pagarían por una suscripción mensual, mientras que el 32,6% estarían dispuestos a invertir entre 500 a 2000 dólares para implementar la analítica de video en su local comercial y un 12,4% de los encuestados indicaron que no están interesados, en su mayoría porque no cuentan con un capital extra para su implementación.

Pregunta 13. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la suscripción mensual para la implementación de analítica de video en su local comercial?

Tabla 14.
Pago por la suscripción mensual

Opción de respuesta	Cantidad
Plan lite (10 – 20 dólares) – analítica de video básica, 1 a 3 cámaras	66
Plan básico (30 – 40 dólares) – analítica de video estándar, 4 a 6 cámaras	52
Plan premium (50 – 65 dólares) – analítica de video avanzada, 7 a 10 cámaras	12

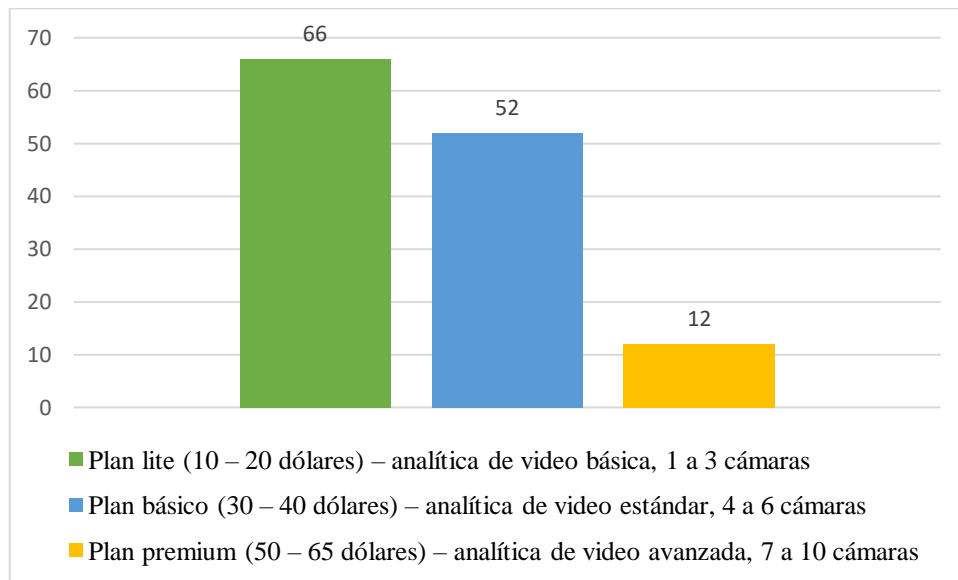


Figura 20. Pago por la suscripción mensual

Análisis e interpretación. Los resultados que se obtuvieron al preguntar por una suscripción mensual fueron los siguientes, 66 encuestados eligieron un plan lite de analítica de video que abarca de 1 a 3 cámaras, 52 encuestados mencionaron que instalarían un plan básico que abarca de 4 a 6 cámaras y 12 personas eligieron un plan premium que abarca de 7 a 10 cámaras. Es decir que el 90% de los locales comerciales encuestados se han instalado o se instalarían de 1 a 6 cámaras, puesto a que la mayoría de los locales comerciales son de un tamaño mediano.

4.1.2. Resultados de las entrevistas.

Las entrevistas fueron aplicadas a empresas de venta de sistemas de videovigilancia con analítica de video, siendo la finalidad de las entrevistas el conocer acerca de las cualidades de los sistemas de videovigilancia IP con analítica de video que las empresas ofrecen y la relación con su precio.

4.1.2.1. Análisis de los ítems de las entrevistas.

Pregunta 1. De los sistemas de videovigilancia que ofertan, ¿qué modelos cuentan con analítica de video?

Esta información permite conocer cuáles son las marcas y modelos de cámaras que cuentan con analítica de video y que son las más utilizadas en sistemas de videovigilancia, entre ellas podemos encontrar a las siguientes cámaras:

Tabla 15.
Cámaras que cuentan con analítica de video

Marca	Modelo	Resolución	Tipo
Hikvision	DS-2DE5225IW-AE	2MP	Domo
Hikvision	DS-2DE4A425IW-DE	4MP	Domo
Hikvision	DS-2CD2125FWD-I	2MP	Domo
Ezviz	CV310-A0-1B2WFR	2MP	Bullet
Ezviz	CS-CV246-A0-1C2WFR	2MP	Pantilt
Ezviz C4W	CS-CV228-A0-3C2WFR	2MP	Domo

Pregunta 2. ¿Cuál es el costo de los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ofertan?

El ítem número dos, permite conocer el precio de las diferentes cámaras inteligentes, el costo promedio de las cámaras se encuentra entre 150 a 1000 dólares, dependiendo de las características que el cliente necesite.

Tabla 16.*Precio de las cámaras que cuentan con analítica de video*

Empresa	Marca	Modelo	Precio
TechResources	Hikvision	DS-2CD2125FWD-I	\$180,00
Qaltrom	Ezviz	CV310-A0-1B2WFR	\$150,00 - \$700,00
	Ezviz	CS-CV246-A0-1C2WFR	
	Ezviz C4W	CS-CV228-A0-3C2WFR	
Telalca	Hikvision	DS-2DE5225IW-AE	\$400,00 - \$1000,00
	Hikvision	DS-2DE4A425IW-DE	

Pregunta 3. ¿Cómo está diseñado el sistema de videovigilancia con analítica de video que ofrecen?

La información brindada por las empresas nos permitió conocer como están diseñados los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ellos ofrecen; en este caso ofrecen un sistema de videovigilancia con cámaras para interiores y exteriores con conexión mediante WIFI o cable LAN, NVR con disco duro hasta 6 TB, Switch de red cableado y software de monitoreo y video analíticos.

Pregunta 4. ¿Cuáles son las características del grabador del sistema de videovigilancia con analítica de video?

El ítem cuatro nos ayudó a conocer información referente a el grabador de video que las empresas usan en las instalaciones de sistemas de video vigilancia:

Tabla 17.*Características del grabador de video*

Empresa	Marca y Modelo	Resolución	Canal	Interfaz	Compresión y Resolución	Almacenamiento
Tech Resources	Hikvision DS-7716NI-Q4	8MP	16 canales	HDMI/VGA	H.265/H.265+/H.264/H.264+/MPEG4	4 interfaces SATA
Qaltrom	Hikvision DS-7216HUHI-K2	5MP	16 canales	HDMI/VGA/CVBS	H.264/H.264+/H.265/H.265+	2 interfaces SATA
Telalca	Hikvision DS7732NIE4	5MP	32 canales	HDMI/VGA	H.265/H.265+/H.264/H.264+/MPEG4	4 interfaces SATA y 1 interfaz eSATA (opcional)

Pregunta 5. ¿Qué componentes incluye el sistema de videovigilancia con analítica de video que ofrecen?

Con esta información se conoció que componentes incluyen los sistemas de videovigilancia con analítica de video, conociendo que esto depende de la necesidad del cliente, las empresas ofrecen principalmente las cámaras, DVR, fuentes, conectores, disco duro y software de monitoreo.

Pregunta 6. ¿Con qué tipo y modelo de cámaras funciona el sistema de videovigilancia con analítica de video que ofrecen?

Este ítem permitió conocer que los sistemas de videovigilancia funcionan con cámaras tipo domo, tubo, cubo, bala, ojo de pez y PTZ, entre los cuales las empresas ofrecen los modelos más comunes como:

Tabla 18.
Modelos de cámaras para analítica de video

Marca	Modelo	Tipo
Hikvision	DS-2CE16D0T-IRF	Tubo ext.
Hikvision	DS-2CE56D0T-IRF	Domo
Ezviz	CS-CV246-A0-1C2WFR	Pantilt
Ezviz C4W	CS-CV228-A0-3C2WFR	Domo
Hikvision	DS-2DE5225IW-AE	Domo
Hikvision	DS-2DE4A425IW-DE	Domo

Pregunta 7. ¿Cuáles son las características de la analítica de video de sus sistemas de videovigilancia?

El ítem número siete fue de gran utilidad ya que nos permitió conocer cada una de las características de analítica de video de los sistemas de videovigilancia que ofrecen las empresas, entre las que tenemos la detección de rostro y movimiento, intrusión y cruce de líneas, conteo de personas, detección de objetos y equipaje desatendido, detección de temperatura y análisis autónomo 3D.

Pregunta 8. ¿Qué beneficios ofrecen la analítica de video de sus sistemas de videovigilancia?

Con la información proporcionada se conoce que son múltiples las ventajas de la implementación de la analítica de video en los sistemas de videovigilancia, ya que gracias a la tecnología VSmart las cámaras ofrecen una mejora en la calidad de imagen, además pueden captar el audio lo cual no hacen los sistemas análogos, la tecnología VSmart logra de esta manera reducir el riesgo referente a fallos de seguridad.

Pregunta 9. ¿Cuál es el tipo de conexión de sus sistemas de videovigilancia con analítica de video?

Con la información proporcionada por las empresas de venta de sistemas de videovigilancia con analítica de video se conoció que el tipo de conexión de los sistemas de videovigilancia son mediante cable UTP, WIFI, y por conexión IP.

Pregunta 10. ¿Cuál es el nivel de seguridad que ofrecen sus sistemas de videovigilancia con analítica de video?

Las empresas ofrecen un sistema automatizado con cámaras que brindan mayor seguridad, siendo este mejor a los sistemas de videovigilancia con cámaras básicas, evitando de esta manera el tener un personal de vigilancia.

Pregunta 11. ¿Disponen de algún tipo de alerta los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ustedes ofrecen?

Tabla 19.
Tipos de alerta

Empresa	Notificación	Acción
TechResources	Correo electrónico	Enviar captura y activar alarma
Telalca	Software de monitoreo y apps	Activar alarma
Qaltrom	Software de monitoreo EZVIZ	Activar alarma
	Software ZKBioSecurity	Control de acceso biométrico

Pregunta 12. ¿Cuál es el tiempo de respuesta del análisis del video de sus sistemas de videovigilancia con analítica de video?

Con el ítem número doce se conoció que el tiempo de respuesta del análisis del video de los sistemas de videovigilancia que estas empresas ofrecen es de manera inmediata.

Pregunta 13. ¿Cuál es la complejidad de instalación de los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ofrece?

Las empresas dieron a conocer que la complejidad de instalación de los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ellos ofrecen es baja, debido a que es relativamente fácil con una conexión simple.

Pregunta 14. ¿Cuál es la complejidad de uso de los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ofrece?

Las empresas manifestaron que el uso de los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ofrecen es sencilla, puesto a que se configuran de manera simple, además proveen de aplicaciones con una interfaz amigable con el usuario y aplicaciones para dispositivos móviles intuitivas, desarrolladas para usuarios promedio.

Pregunta 15. ¿Qué software se utiliza para el monitoreo en los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ofrece?

Las empresas manifestaron que utilizan el software iVMS-4200 e iVMS-4500 para equipos Hikvision, mientras que para sistemas de control de acceso biométrico ZKTeco utilizan el software ZKBioSecurity.

4.1.3. Resultados de la experimentación con algoritmos de detección de movimiento y algoritmos de detección de objetos.

Previo al desarrollo de la experimentación con los algoritmos de detección de movimiento y detección de objetos, se procedió a implementarlos en dos PCs con las siguientes características de hardware:

Tabla 20.
Características de hardware de las dos PCs

Características	PC A	PC B
Procesador	Intel(R) Core (TM) i3-2330M CPU @ 2.20 GHz (4 CPUs)	Intel(R) Core (TM) i7-7700 CPU @ 3.60 GHz (8 CPUs)
Memoria RAM	6 GB	8 GB
GPU	Intel HD Graphics 3000	NVIDIA GeForce GT 1030
Almacenamiento	Kingston SSD 240 GB / Toshiba HDD 1000 GB	Western Digital Blue HDD 1000 GB

4.1.3.1. Análisis de los algoritmos de detección de movimiento.

Para la implementación de algoritmos de detección de movimiento, se ha realizado la experimentación con algoritmos basados en la técnica de sustracción de fondo con métodos que son proporcionados por la librería OpenCV para la detección de movimiento, los cuales se desarrollaron en base a trabajos realizados por investigadores y que se han incorporado al CORE de OpenCV. La sustracción de fondo es una de las técnicas mayormente utilizadas en la detección de movimiento. Para la experimentación se realizaron pruebas en las mismas condiciones para los tres algoritmos que se mencionan a continuación:

- Background Subtractor - MOG.
- Background Subtractor - MOG2.
- Background Subtractor – KNN.

Iniciando con la experimentación, se tomó como punto de partida el algoritmo de sustracción de fondo MOG. Tomando como valores necesarios:

- history: tamaño del histórico.
- nmistures: número de mezclas Gaussianas.

- backgroundRatio: relación de fondo.
- noiseSigma: potencia del ruido (desviación estándar de la luminosidad o de cada canal de color). 0 significa que obtiene un valor automático.

Estos parámetros serán necesarios de ajustar acorde al proyecto en el cual se vaya a implementar la detección de movimiento en base al algoritmo MOG.

```
fgbg = cv2.bgsegm.createBackgroundSubtractorMOG(history=200, nmixtures=5, backgroundRatio=0.7, noiseSigma=0)
```

Figura 21. Uso del método para MOG mediante OpenCV

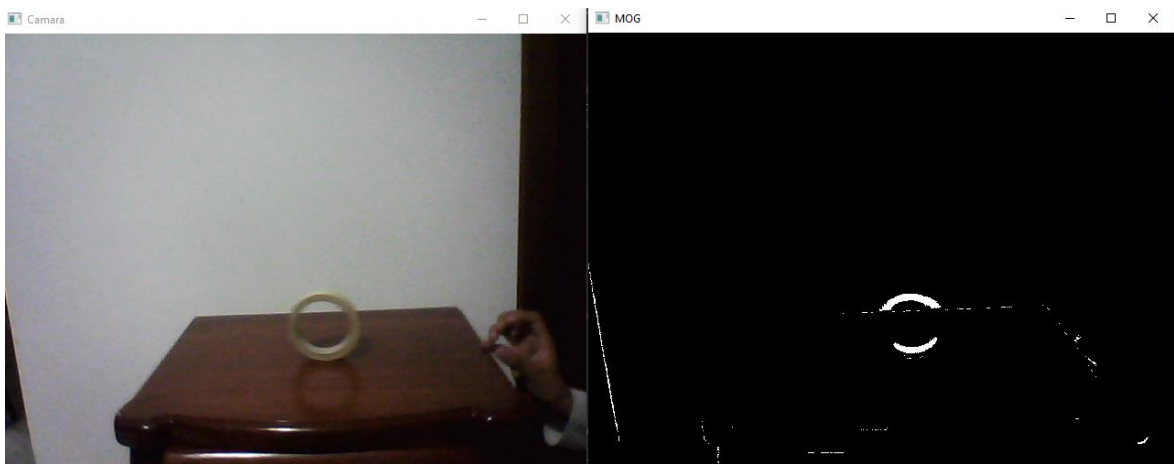


Figura 22. Background Subtractor - MOG

El coste computación del algoritmo Background Subtractor – MOG en *la* PC A tiene un consumo de 52.8 MB de memoria RAM, 66.5% de CPU y 5.6% de GPU, como se detalla en la Figura 23.

Sensor	Value	Min	Max
DESKTOP-OT3HHJM			
Intel Core i3 2330M			
Voltages			
Temperatures			
Package	53.0 °C (127.4 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	54.0 °C (129.2 °F)
Core #0	53.0 °C (127.4 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	54.0 °C (129.2 °F)
Core #1	52.0 °C (125.6 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	53.0 °C (127.4 °F)
Powers			
Utilization			
Processor	66.5 %	0.4 %	100.0 %
CPU #0	92.2 %	0.0 %	100.0 %
CPU #1	95.3 %	0.0 %	100.0 %
CPU #2	89.1 %	0.0 %	100.0 %
CPU #3	92.2 %	0.0 %	100.0 %
Clocks			
Core #0	798 MHz	703 MHz	805 MHz
Core #1	798 MHz	703 MHz	805 MHz
KINGSTON SA400S37240G			
TOSHIBA MQ04ABF100			
Intel(R) HD Graphics 3000			
Temperatures			
GPU	52.0 °C (125.6 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	53.0 °C (127.4 °F)
Clocks			
Graphics	648 MHz	571 MHz	650 MHz
Utilization			
GPU	5.6 %	0.0 %	15.1 %
PA3817U-1BRS			
Intel Corp. Base Board Product ...			

Figura 23. Coste computacional del algoritmo Background Subtractor – MOG en PC A

El coste computación del algoritmo Background Subtractor – MOG en *la PC B* tiene un consumo de 57.2 MB de memoria RAM, 14.8% de CPU y 2.4% de GPU, como se detalla en la Figura 24.

Sensor	Value	Min	Max
DESKTOP-N0PN6LO			
Intel Core i7 7700			
+ Voltages			
- Temperatures			
Package	36.0 °C (96.8...)	27.0 °C (80.6...)	57.0 °C (134....)
Core #0	36.0 °C (96.8...)	27.0 °C (80.6...)	56.0 °C (132....)
Core #1	34.0 °C (93.2...)	26.0 °C (78.8...)	54.0 °C (129....)
Core #2	37.0 °C (98.6...)	26.0 °C (78.8...)	56.0 °C (132....)
Core #3	35.0 °C (95.0...)	26.0 °C (78.8...)	54.0 °C (129....)
+ Powers			
- Utilization			
Processor	14.8 %	0.0 %	77.0 %
CPU #0	13.8 %	0.0 %	83.1 %
CPU #1	7.7 %	0.0 %	71.9 %
CPU #2	20.0 %	0.0 %	82.8 %
CPU #3	1.5 %	0.0 %	73.4 %
CPU #4	27.7 %	0.0 %	85.9 %
CPU #5	16.9 %	0.0 %	84.4 %
CPU #6	18.5 %	0.0 %	81.3 %
CPU #7	12.3 %	0.0 %	71.9 %
- Clocks			
Core #0	3599 MHz	799 MHz	4002 MHz
Core #1	3999 MHz	799 MHz	4002 MHz
Core #2	3599 MHz	799 MHz	4002 MHz
Core #3	3299 MHz	799 MHz	4002 MHz
+ WDC WD10EZEX-08WN4A0			
+ NVIDIA GeForce GT 1030			
+ Voltages			
- Temperatures			
GPU	28.0 °C (82.5...)	24.9 °C (76.8...)	28.3 °C (83.0...)
Hot Spot	36.0 °C (96.9...)	32.9 °C (91.2...)	36.3 °C (97.4...)
+ Fans PWM			
- Clocks			
Graphics	1228 MHz	139 MHz	1228 MHz
Memory	3004 MHz	405 MHz	3004 MHz
Video	1114 MHz	544 MHz	1114 MHz
- Utilization			
GPU	2.4 %	0.0 %	22.1 %
Memory	14.1 %	8.9 %	16.1 %
Frame Buffer	2.0 %	1.0 %	36.0 %
Video Engine	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Bus Interface	1.0 %	0.0 %	12.0 %
+ Performance			
+ ASRock H270M Pro4			

Figura 24. Coste computacional del algoritmo Background Subtractor – MOG en PC B

El siguiente algoritmo evaluado para la detección de movimiento fue el Background Subtractor - MOG2, con este algoritmo se logró apreciar una gran mejora con respecto a su predecesor MOG con relación a la eficiencia en la detección de objetos en movimiento y la substracción de fondo con respecto al objeto. Gracias a esto se pudo conseguir una imagen mayor optimizada en la cual se detecta con mayor fidelidad el objeto en movimiento y se observa un mejor contraste con respecto al fondo de este objeto. Para este algoritmo se requiere usar el método que proporciona OpenCV para la implementación de MOG2, en este método se requerirán de tres parámetros que se han ajustado para adaptarse al presente proyecto:

- `history`: tamaño del histórico.
- `varThreshold`: umbral de la distancia de Mahalanobis al cuadrado entre el píxel y el modelo para decidir si un píxel está bien descrito por el fondo.
- `detectShadows`: con `True` permite al algoritmo detectar sombras, pero limita su velocidad.

```
fgbg = cv2.createBackgroundSubtractorMOG2(history=500, varThreshold=50, detectShadows=False)
```

Figura 25. Uso del método para MOG2 mediante OpenCV

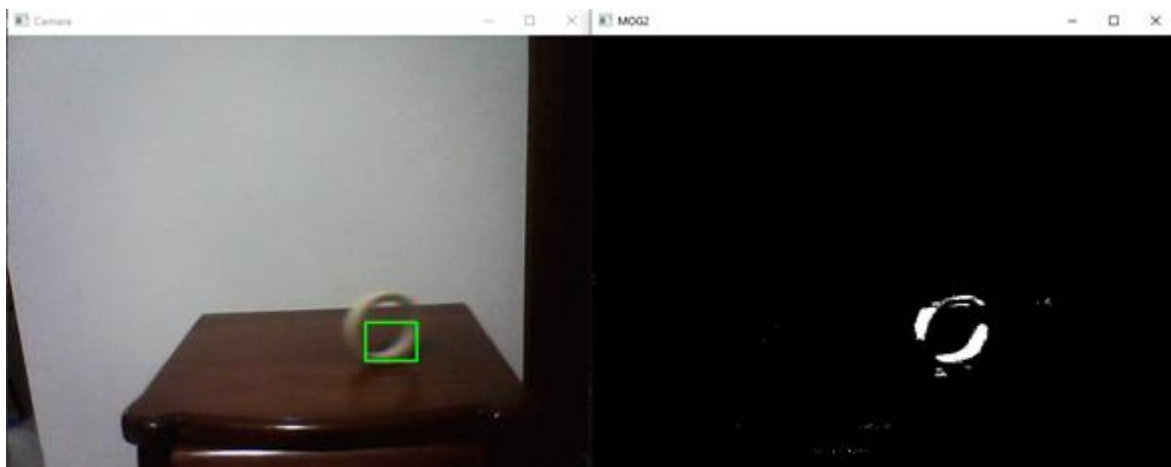


Figura 26. Background Subtractor - MOG2

El coste computación del algoritmo Background Subtractor – MOG2 en la PC A tiene un consumo de 52.1 MB de memoria RAM, 87.1% de CPU y 3.7% de GPU, como se detalla en la Figura 27.

Sensor	Value	Min	Max
DESKTOP-OT3HHJM			
Intel Core i3 2330M			
Voltages			
Temperatures			
Package	53.0 °C (127.4 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	54.0 °C (129.2 °F)
Core #0	53.0 °C (127.4 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	54.0 °C (129.2 °F)
Core #1	52.0 °C (125.6 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	53.0 °C (127.4 °F)
Powers			
Utilization			
Processor	87.1 %	0.4 %	100.0 %
CPU #0	80.0 %	0.0 %	100.0 %
CPU #1	64.6 %	0.0 %	100.0 %
CPU #2	73.8 %	0.0 %	100.0 %
CPU #3	81.5 %	0.0 %	100.0 %
Clocks			
Core #0	798 MHz	703 MHz	798 MHz
Core #1	798 MHz	703 MHz	798 MHz
KINGSTON SA400S37240G			
TOSHIBA MQ04ABF100			
Intel(R) HD Graphics 3000			
Temperatures			
GPU	52.0 °C (125.6 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	52.0 °C (125.6 °F)
Clocks			
Graphics	648 MHz	571 MHz	650 MHz
Utilization			
GPU	3.7 %	0.0 %	9.6 %
PA3817U-1BRS			
Intel Corp. Base Board Product ...			

Figura 27. Coste computacional del algoritmo Background Subtractor – MOG2 en PC A

El coste computación del algoritmo Background Subtractor – MOG2 en la PC B tiene un consumo de 54.3 MB de memoria RAM, 18.9% de CPU y 5.5% de GPU, como se detalla en la Figura 28.

Sensor	Value	Min	Max
DESKTOP-N0PN6LO			
Intel Core i7 7700			
Voltages			
Temperatures			
Package	38.0 °C (100....	27.0 °C (80.6...	55.0 °C (131....
Core #0	38.0 °C (100....	27.0 °C (80.6...	55.0 °C (131....
Core #1	38.0 °C (100....	26.0 °C (78.8...	54.0 °C (129....
Core #2	36.0 °C (96.8...	26.0 °C (78.8...	55.0 °C (131....
Core #3	37.0 °C (98.6...	26.0 °C (78.8...	53.0 °C (127....
Powers			
Utilization			
Processor	18.9 %	0.0 %	77.0 %
CPU #0	21.5 %	0.0 %	83.1 %
CPU #1	9.2 %	0.0 %	71.9 %
CPU #2	20.0 %	0.0 %	82.8 %
CPU #3	12.3 %	0.0 %	73.4 %
CPU #4	18.5 %	0.0 %	85.9 %
CPU #5	20.0 %	0.0 %	84.4 %
CPU #6	20.0 %	0.0 %	81.3 %
CPU #7	9.2 %	0.0 %	71.9 %
Clocks			
Core #0	2500 MHz	799 MHz	4002 MHz
Core #1	3600 MHz	799 MHz	4002 MHz
Core #2	2500 MHz	799 MHz	4002 MHz
Core #3	4000 MHz	799 MHz	4002 MHz
WDC WD10EZEX-08WN4A0			
NVIDIA GeForce GT 1030			
Voltages			
Temperatures			
GPU	28.2 °C (82.7...	24.9 °C (76.8...	28.3 °C (82.9...
Hot Spot	36.2 °C (97.1...	32.9 °C (91.2...	36.3 °C (97.3...
Fans PWM			
Clocks			
Graphics	1228 MHz	139 MHz	1228 MHz
Memory	3004 MHz	405 MHz	3004 MHz
Video	1114 MHz	544 MHz	1114 MHz
Utilization			
GPU	5.5 %	0.0 %	22.1 %
Memory	14.2 %	8.9 %	16.1 %
Frame Buffer	2.0 %	1.0 %	26.0 %
Video Engine	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Bus Interface	1.0 %	0.0 %	11.0 %
Performance			
ASRock H270M Pro4			

Figura 28. Coste computacional del algoritmo Background Subtractor – MOG2 en PC B

Finalmente se realizó la experimentación con el KNN o mejor conocido como K Vecinos más Próximos. Con este algoritmo en la mayor parte de pruebas, no se logró obtener los resultados esperados para la detección de un objeto en movimiento, puesto que, usando este algoritmo, se marcaban más los bordes de los objetos y no era posible identificar en la escena únicamente el objeto de interés, sino que se marcaban muchas zonas más en las cuales no se había realizado movimiento alguno. Este algoritmo, al igual que los anteriores, hace uso del método proporcionado por la librería Python en el cuál fue necesario ajustar los parámetros para su correcto funcionamiento en el presente proyecto:

- `history`: tamaño del histórico.
- `dist2Threshold`: umbral de la distancia al cuadrado entre el píxel y la muestra para decidir si un píxel está cerca de esa muestra.
- `detectShadows`: con `True` permite al algoritmo detectar sombras, pero limita su velocidad.

```
fgbg = cv2.createBackgroundSubtractorKNN(history=500, dist2Threshold=400, detectShadows=False)
```

Figura 29. Uso del método para KNN mediante OpenCV

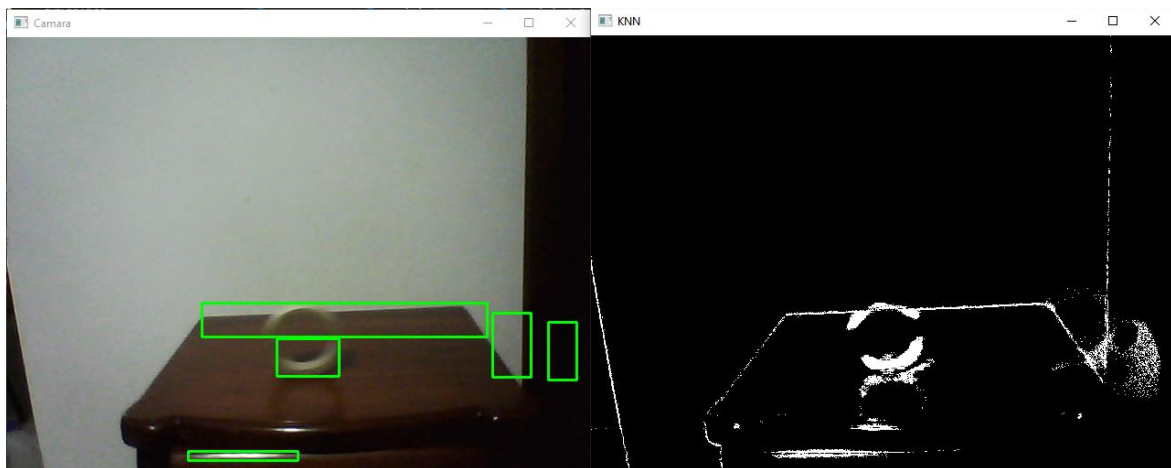


Figura 30. Background Subtractor – KNN

El coste computación del algoritmo Background Subtractor – KNN en *la* PC A tiene un consumo de 49.7 MB de memoria RAM, 51.2% de CPU y 10.5% de GPU, como se detalla en la Figura 31.

Sensor	Value	Min	Max
DESKTOP-OT3HHJM			
Intel Core i3 2330M			
Voltages			
Temperatures			
Package	49.0 °C (120.2 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	54.0 °C (129.2 °F)
Core #0	49.0 °C (120.2 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	54.0 °C (129.2 °F)
Core #1	47.0 °C (116.6 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	53.0 °C (127.4 °F)
Powers			
Utilization			
Processor	51.2 %	0.4 %	100.0 %
CPU #0	53.1 %	0.0 %	100.0 %
CPU #1	54.7 %	0.0 %	100.0 %
CPU #2	50.0 %	0.0 %	100.0 %
CPU #3	46.9 %	0.0 %	100.0 %
Clocks			
Core #0	798 MHz	703 MHz	805 MHz
Core #1	798 MHz	703 MHz	805 MHz
KINGSTON SA400S37240G			
TOSHIBA MQ04ABF100			
Intel(R) HD Graphics 3000			
Temperatures			
GPU	49.0 °C (120.2 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	53.0 °C (127.4 °F)
Clocks			
Graphics	648 MHz	571 MHz	650 MHz
Utilization			
GPU	10.5 %	0.0 %	15.4 %
PA3817U-1BRS			
Intel Corp. Base Board Product ...			

Figura 31. Coste computacional del algoritmo Background Subtractor – KNN en PC A

El coste computación del algoritmo Background Subtractor – KNN en *la PC B* tiene un consumo de 53.6 MB de memoria RAM, 13.7% de CPU y 6.8% de GPU, como se detalla en la Figura 32.

Sensor	Value	Min	Max
DESKTOP-N0PN6LO			
Intel Core i7 7700			
Voltages			
Temperatures			
Package	50.0 °C (122....	27.0 °C (80.6...	57.0 °C (134....
Core #0	38.0 °C (100....	27.0 °C (80.6...	56.0 °C (132....
Core #1	35.0 °C (95.0...	26.0 °C (78.8...	54.0 °C (129....
Core #2	34.0 °C (93.2...	26.0 °C (78.8...	56.0 °C (132....
Core #3	34.0 °C (93.2...	26.0 °C (78.8...	54.0 °C (129....
Powers			
Utilization			
Processor	13.7 %	0.0 %	77.0 %
CPU #0	12.5 %	0.0 %	83.1 %
CPU #1	29.7 %	0.0 %	71.9 %
CPU #2	26.6 %	0.0 %	90.6 %
CPU #3	14.1 %	0.0 %	73.4 %
CPU #4	6.3 %	0.0 %	85.9 %
CPU #5	1.6 %	0.0 %	84.4 %
CPU #6	15.6 %	0.0 %	81.3 %
CPU #7	3.1 %	0.0 %	71.9 %
Clocks			
Core #0	1500 MHz	799 MHz	4003 MHz
Core #1	3999 MHz	799 MHz	4003 MHz
Core #2	3999 MHz	799 MHz	4003 MHz
Core #3	1400 MHz	799 MHz	4003 MHz
WDC WD10EZEX-08WN4A0			
NVIDIA GeForce GT 1030			
Voltages			
Temperatures			
GPU	27.8 °C (82.0...	24.9 °C (76.8...	28.4 °C (83.1...
Hot Spot	35.8 °C (96.4...	32.9 °C (91.2...	36.4 °C (97.5...
Fans PWM			
Clocks			
Graphics	1228 MHz	139 MHz	1228 MHz
Memory	3004 MHz	405 MHz	3004 MHz
Video	1114 MHz	544 MHz	1114 MHz
Utilization			
GPU	6.8 %	0.0 %	43.5 %
Memory	13.6 %	8.9 %	16.2 %
Frame Buffer	5.0 %	1.0 %	36.0 %
Video Engine	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Bus Interface	2.0 %	0.0 %	13.0 %
Performance			
ASRock H270M Pro4			

Figura 32. Coste computacional del algoritmo Background Subtractor – KNN en PC B

Conclusión de los algoritmos de detección de movimiento: Luego de haber realizado las diferentes pruebas a los algoritmos de sustracción de fondo (MOG, MOG2 y KNN) se logró identificar que el algoritmo óptimo para ser aplicado en el sistema prototipo informático de videovigilancia con analítica de video, fue el algoritmo MOG2, eso debido a que muestra un rendimiento mayor que el de los otros algoritmos evaluados, pudiendo identificar rápidamente el objeto en movimiento y evitar detectar zonas no deseadas dentro de la escena. Con este algoritmo se logrará una identificación de movimiento rápida y eficiente, lo cual ayudará a alertar de forma inmediata al usuario una vez que el sistema prototipo informático haya detectado movimiento en una cámara. Así también, en base a los tres algoritmos analizados, MOG presenta parámetros como *el tamaño del histórico, el número de mezclas Gaussianas, la relación de fondo y la potencia del ruido*, a diferencia de MOG2, que únicamente con el valor *del histórico y el umbral*, puede detectar de mejor manera movimiento en escena.

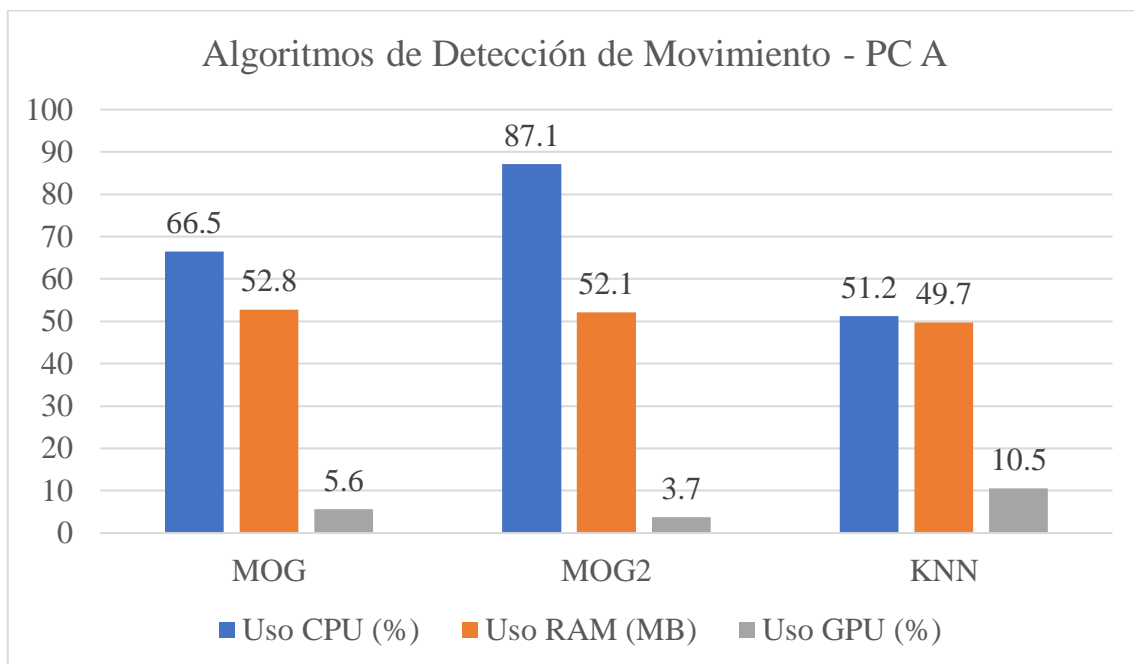


Figura 33. Comparativa en coste computacional de los algoritmos de detección de movimiento en PC A

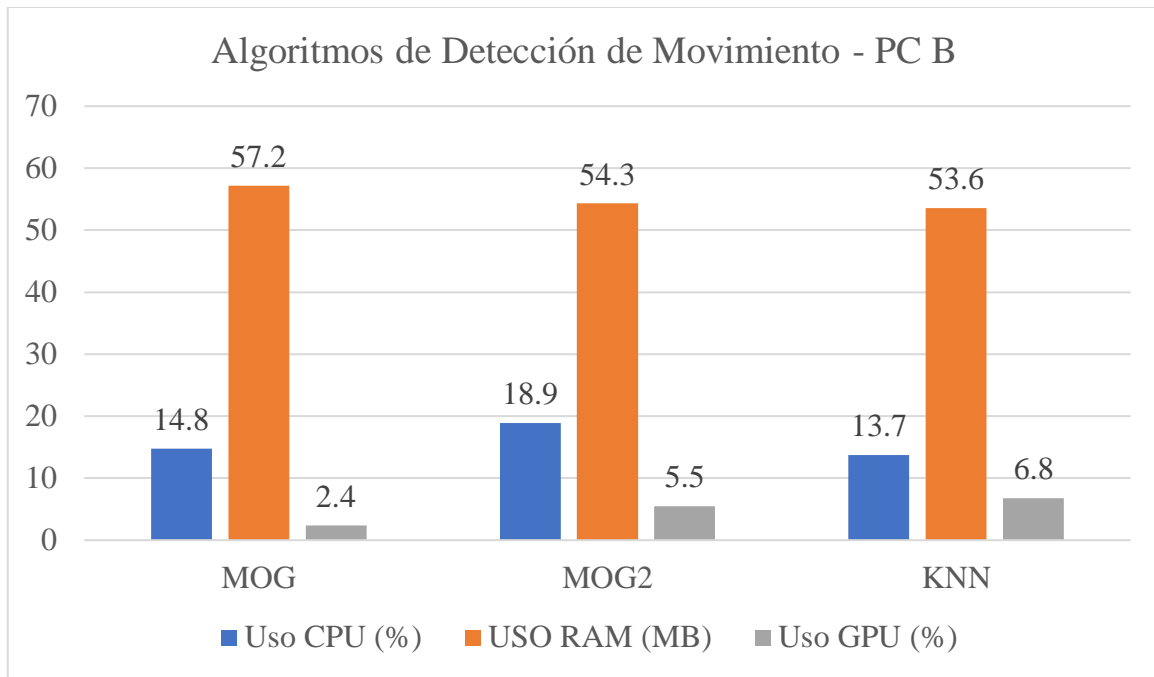


Figura 34. Comparativa en coste computacional de los algoritmos de detección de movimiento en PC B

Tabla 21.

Comparativa en coste computacional de los algoritmos de detección de movimiento en PC A y PC B

	PC A			PC B		
	MOG	MOG 2	KNN	MOG	MOG 2	KNN
Uso CPU	66.5 %	87.1 %	51.2 %	14.8 %	18.9 %	13.7 %
Uso RAM	52.8 MB	52.1 MB	49.7 MB	57.2 MB	54.3 MB	53.6 MB
Uso GPU	5.6 %	3.7 %	10.5 %	2.4 %	5.5 %	6.8 %

En una comparativa basada en el coste computacional la cual fue realizada entre la PC A y PC B para los tres algoritmos propuestos para detección de movimiento se logró observar un mayor consumo de CPU para ambos equipos en el algoritmo MOG2, con respecto al consumo de memoria RAM los tres algoritmos consumen entre 49 MB y 58 MB de memoria RAM en ambos equipos, por otro lado, en ambas PCs se denota un mayor consumo de GPU con el algoritmo KNN respecto a los otros dos algoritmos.

A continuación, se presentan los diferentes escenarios en los cuales se puso a prueba los algoritmos de detección de movimiento.



Figura 35. Escenarios de prueba con algoritmos de detección de movimiento

Tabla 22.

Pruebas de los diferentes escenarios para detección de movimiento

	MOG	MOG2	KNN
Escenario 1	Correcto	Correcto	Correcto
Escenario 2	Nulo	Nulo	Nulo
Escenario 3	Correcto	Correcto	Correcto
Escenario 4	Correcto	Correcto	Correcto
Escenario 5	Nulo	Correcto	Correcto
Escenario 6	Correcto	Correcto	Correcto
Escenario 7	Correcto	Correcto	Correcto

Escenario 8	Nulo	Correcto	Correcto
Escenario 9	Correcto	Incorrecto	Incorrecto
Escenario 10	Correcto	Correcto	Correcto
Escenario 11	Correcto	Correcto	Correcto
Escenario 12	Correcto	Correcto	Correcto
Escenario 13	Incorrecto	Correcto	Incorrecto
Escenario 14	Correcto	Incorrecto	Incorrecto
Escenario 15	Incorrecto	Correcto	Incorrecto
Escenario 16	Nulo	Correcto	Correcto
Escenario 17	Correcto	Correcto	Correcto
Escenario 18	Nulo	Correcto	Correcto
Escenario 19	Nulo	Correcto	Correcto
Escenario 20	Correcto	Incorrecto	Incorrecto

Se realizaron 20 pruebas en 20 escenarios diferentes para los tres algoritmos con el objetivo de determinar cuál de los tres algoritmos es el más preciso y óptimo para ser aplicado en las cámaras de un sistema de videovigilancia, para las pruebas se consideró que la evaluación fue correcta cuando detectaba únicamente el objeto en movimiento, incorrecta cuando detectaba áreas, zonas u objetos que no se encontraban en movimiento, y nulo cuando no detectó ningún objeto en movimiento a pesar de encontrarse este objeto moviéndose en la escena. Con relación a las detecciones nulas, se determinó que eran en su mayoría ocasionadas por la distancia a la cual se encontraba el objeto en movimiento respecto a la cámara, por otra parte, las detecciones incorrectas se presentaron por escenarios con mucha y poca luz, así como también en escenarios en los cuales los objetos generaban sombra.

Tabla 23.

Resultados de las pruebas con algoritmos de detección de movimiento

	MOG	MOG2	KNN
Correctos	12	16	14
Incorrectos	2	3	5
Nulos	6	1	1

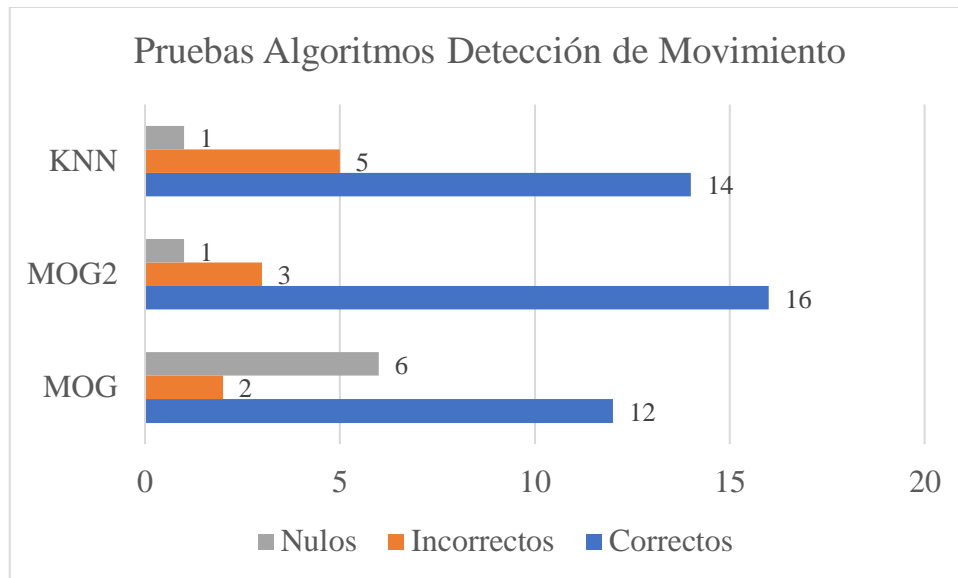


Figura 36. Resultados de las pruebas con algoritmos de detección de movimiento

En base a las pruebas realizadas en los veinte escenarios se obtuvieron diferentes resultados para los tres algoritmos evaluados, entre los cuales existieron detecciones nulas e incorrectas en todos los algoritmos, pero en la que se presentó un menor número de incorrectos y nulos, y así como también un mayor porcentaje de correctos fue en el algoritmo MOG2, por lo cual a pesar de tener un coste computacional elevado en relación a la CPU se consideró óptimo aplicarlo en los sistemas de videovigilancia por su alto índice de aciertos en detección de movimiento.

4.1.3.2. Análisis de los algoritmos de detección de objetos.

Para la detección de objetos en el sistema prototipo informático de videovigilancia con analítica de video, se realizó la experimentación con tres diferentes algoritmos mayormente usados en la detección de objetos. Los algoritmos usados para la experimentación fueron:

- SSD (Single Shot MultiBox Detector) MobileNet v3
- YOLO (You Only Look Once) v3 – 320
- YOLO (You Only Look Once) v3 – Tiny

Partiendo con la experimentación de los algoritmos de detección de movimiento, se inició con el algoritmo *Single Shot MultiBox Detector (SSD)* en su versión ligera o Mobile. Este algoritmo es usado para la detección de objetos en tiempo real, alcanzando una precisión muy parecida a Faster R-CNN y una ejecución en tiempo real óptima (Rodríguez y Gómez, 2020). Con este algoritmo, al ser eficiente en cuanto a rendimiento y precisión en la detección de objetos, se

consiguieron unos resultados óptimos para ser aplicado a la detección de objetos en las cámaras de los sistemas de videovigilancia. En los resultados obtenidos en las pruebas que se realizó, se notó un gran rendimiento en cuanto a la velocidad con la que un objeto es detectado y se consiguió una precisión muy buena. A pesar de la eficiencia de este algoritmo, existen fotogramas en los cuales le resulta un tanto complicado detectar ciertos objetos, especialmente aquellos que se encuentran más distantes.

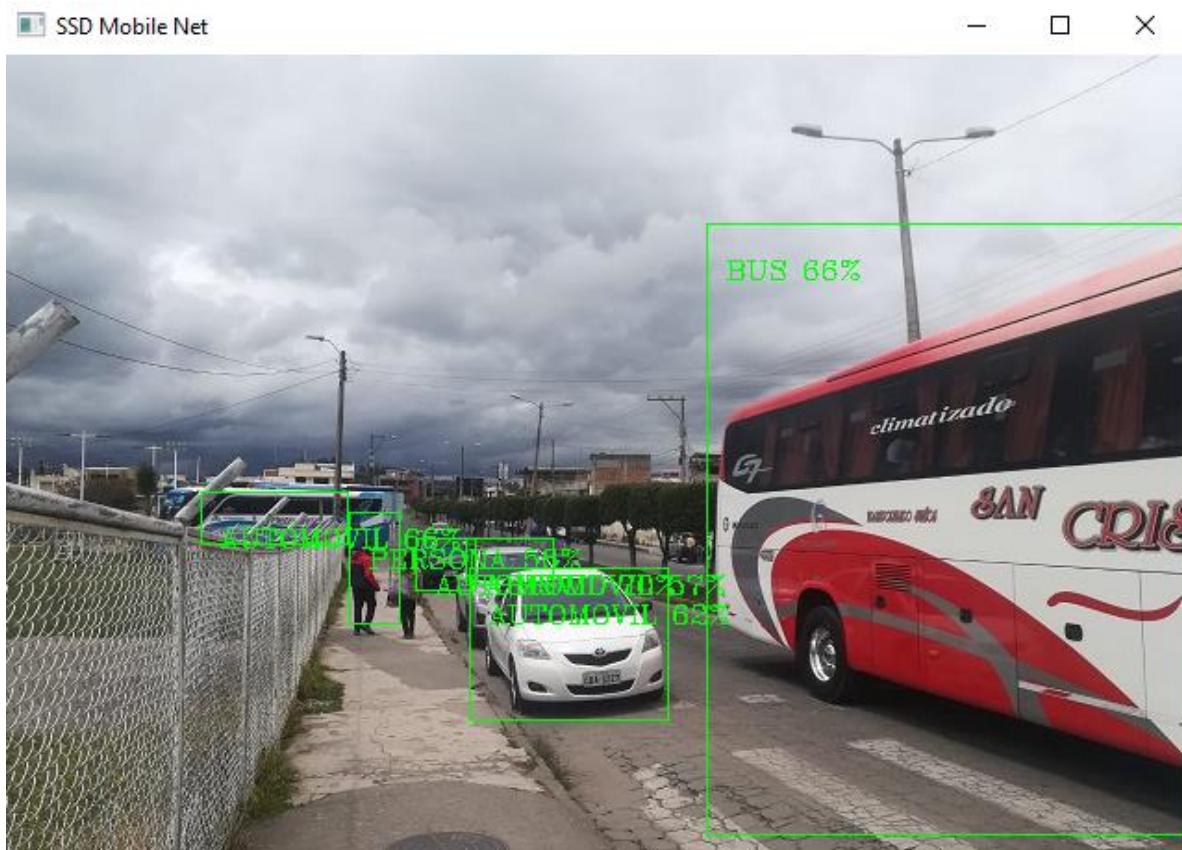


Figura 37. SSD (Single Shot MultiBox Detector) MobileNet v3 (a)



Figura 38. SSD (Single Shot MultiBox Detector) MobileNet v3 (b)



Figura 39. SSD (Single Shot MultiBox Detector) MobileNet v3 (c)

Adicionalmente, el algoritmo fue evaluado en base a su tiempo de ejecución o la velocidad a la cuál fue capaz de detectar los objetos en escena, para realizar este proceso se hizo uso de la librería *tiemit* de Python, lo cual permitió identificar el tiempo invertido en la ejecución del algoritmo.



Figura 40. Tiempos de ejecución SSD MobileNet v3

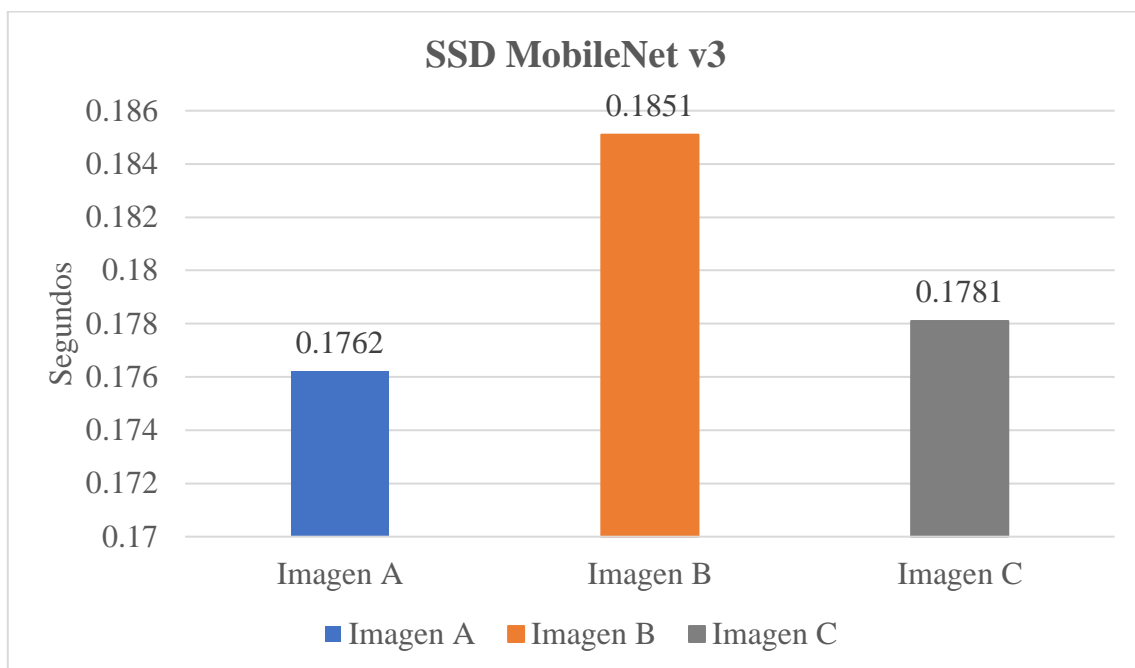


Figura 41. Comparativa en tiempo de ejecución (segundos) de algoritmo en detección de objetos con SSD MobileNet v3

El coste computación del algoritmo SSD MobileNet v3 en la PC A tiene un consumo de 69.3 MB de memoria RAM, 77.7% de CPU y 6.3% de GPU, como se detalla en la Figura 42.

Sensor	Value	Min	Max
DESKTOP-OT3HHJM			
Intel Core i3 2330M			
Voltages			
Temperatures			
Package	55.0 °C (131.0 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	58.0 °C (136.4 °F)
Core #0	55.0 °C (131.0 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	58.0 °C (136.4 °F)
Core #1	54.0 °C (129.2 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	57.0 °C (134.6 °F)
Powers			
Utilization			
Processor	77.7 %	0.4 %	100.0 %
CPU #0	92.2 %	0.0 %	100.0 %
CPU #1	75.0 %	0.0 %	100.0 %
CPU #2	70.3 %	0.0 %	100.0 %
CPU #3	73.4 %	0.0 %	100.0 %
Clocks			
Core #0	798 MHz	703 MHz	814 MHz
Core #1	798 MHz	703 MHz	814 MHz
KINGSTON SA400S37240G			
TOSHIBA MQ04ABF100			
Intel(R) HD Graphics 3000			
Temperatures			
GPU	55.0 °C (131.0 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	57.0 °C (134.6 °F)
Clocks			
Graphics	648 MHz	571 MHz	662 MHz
Utilization			
GPU	6.3 %	0.0 %	18.1 %
PA3817U-1BRS			
Intel Corp. Base Board Product ...			

Figura 42. Coste computacional del algoritmo SSD MobileNet v3 en PC A

El coste computación del algoritmo SSD MobileNet v3 en la PC B tiene un consumo de 71.2 MB de memoria RAM, 61.5% de CPU y 1.3% de GPU, como se detalla en la Figura 43.

Sensor	Value	Min	Max
DESKTOP-N0PN6LO			
Intel Core i7 7700			
Voltages			
Temperatures			
Package	57.0 °C (134....	27.0 °C (80.6...	57.0 °C (134....
Core #0	57.0 °C (134....	27.0 °C (80.6...	57.0 °C (134....
Core #1	42.0 °C (107....	26.0 °C (78.8...	56.0 °C (132....
Core #2	53.0 °C (127....	26.0 °C (78.8...	56.0 °C (132....
Core #3	51.0 °C (123....	26.0 °C (78.8...	54.0 °C (129....
Powers			
Utilization			
Processor	61.5 %	0.0 %	77.0 %
CPU #0	60.0 %	0.0 %	83.1 %
CPU #1	61.5 %	0.0 %	71.9 %
CPU #2	69.2 %	0.0 %	90.6 %
CPU #3	50.8 %	0.0 %	73.4 %
CPU #4	73.8 %	0.0 %	85.9 %
CPU #5	47.7 %	0.0 %	84.4 %
CPU #6	50.8 %	0.0 %	81.3 %
CPU #7	78.5 %	0.0 %	78.5 %
Clocks			
Core #0	3997 MHz	799 MHz	4003 MHz
Core #1	3997 MHz	799 MHz	4003 MHz
Core #2	3997 MHz	799 MHz	4003 MHz
Core #3	3997 MHz	799 MHz	4003 MHz
WDC WD10EZEX-08WN4A0			
NVIDIA GeForce GT 1030			
Voltages			
Temperatures			
GPU	27.6 °C (81.7...	24.9 °C (76.8...	28.4 °C (83.1...
Hot Spot	35.6 °C (96.1...	32.9 °C (91.2...	36.4 °C (97.5...
Fans PWM			
Clocks			
Graphics	1228 MHz	139 MHz	1228 MHz
Memory	3004 MHz	405 MHz	3004 MHz
Video	1114 MHz	544 MHz	1114 MHz
Utilization			
GPU	1.3 %	0.0 %	43.5 %
Memory	15.0 %	8.9 %	16.2 %
Frame Buffer	2.0 %	1.0 %	36.0 %
Video Engine	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Bus Interface	1.0 %	0.0 %	14.0 %
Performance			
ASRock H270M Pro4			

Figura 43. Coste computacional del algoritmo SSD MobileNet v3 en PC B

Continuando con la experimentación de algoritmos para la detección de objetos, se optó por poner a prueba el algoritmo conocido como *YOLO (You Only Look Once)* en su versión 3-320. Este algoritmo en comparación con el anterior posee una gran precisión en cuanto a la detección de objetos dentro de una escena, puesto que al poner a prueba en las mismas condiciones que el resto de algoritmos, en este se detectaron objetos lejanos con una gran precisión, la gran desventaja de este algoritmo es su tiempo de ejecución en un hardware de rendimiento medio, ya que para poder ejecutar la detección objetos precisa que nos brinda este algoritmo a una tasa de fotogramas promedio de 45 FPS, es necesario contar con un hardware potente, especialmente haciendo referencia a una GPU (Graphics Processing Unit).



Figura 44. YOLO (You Only Look Once) v3 – 320 (a)



Figura 45. YOLO (You Only Look Once) v3 – 320 (b)



Figura 46. YOLO (You Only Look Once) v3 – 320 (c)

Para YOLOv3 – 320 también se realizó un análisis comparativo en relación con el tiempo de ejecución del algoritmo al momento de detectar objetos en tres escenas diferentes.



Figura 47. Tiempos de ejecución YOLO v3 – 320

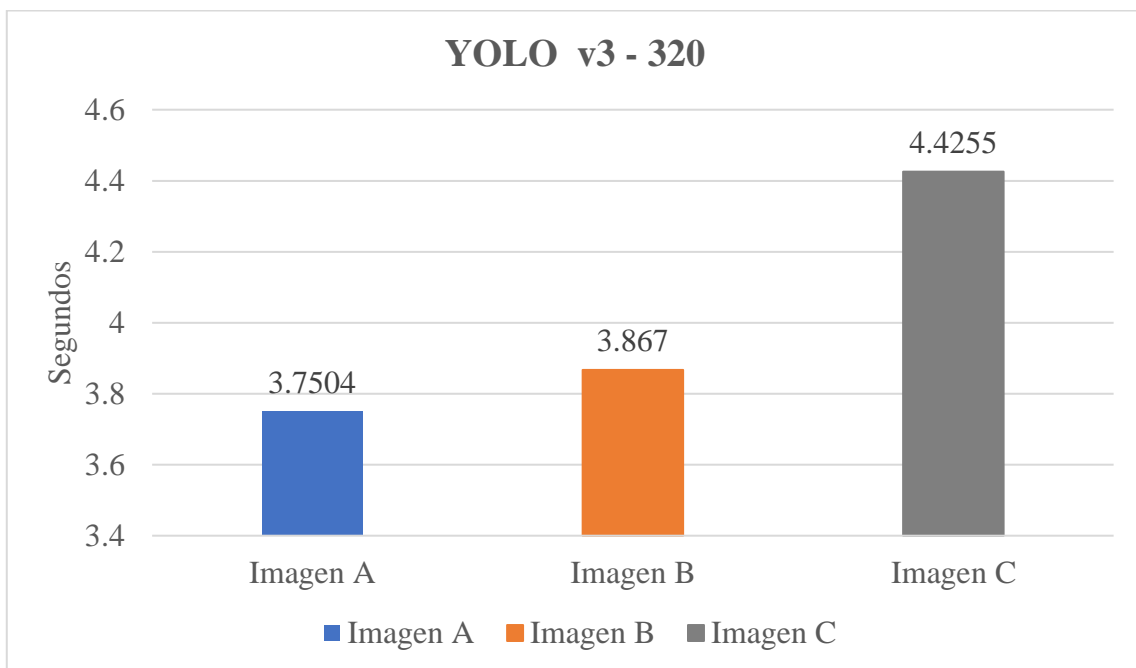


Figura 48. Comparativa en tiempo de ejecución (segundos) de algoritmo en detección de objetos con YOLO v3 – 320

El coste computación del algoritmo YOLO v3 – 320 en *la* PC A tiene un consumo de 535.6 MB de memoria RAM, 95.3% de CPU y 5% de GPU, como se detalla en la Figura 49.

Sensor	Value	Min	Max
DESKTOP-OT3HHJM			
Intel Core i3 2330M			
Voltages			
Temperatures			
Package	56.0 °C (132.8 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	58.0 °C (136.4 °F)
Core #0	56.0 °C (132.8 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	58.0 °C (136.4 °F)
Core #1	55.0 °C (131.0 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	57.0 °C (134.6 °F)
Powers			
Utilization			
Processor	95.3 %	0.4 %	100.0 %
CPU #0	96.9 %	0.0 %	100.0 %
CPU #1	95.3 %	0.0 %	100.0 %
CPU #2	93.8 %	0.0 %	100.0 %
CPU #3	95.3 %	0.0 %	100.0 %
Clocks			
Core #0	798 MHz	703 MHz	814 MHz
Core #1	798 MHz	703 MHz	814 MHz
KINGSTON SA400S37240G			
TOSHIBA MQ04ABF100			
Intel(R) HD Graphics 3000			
Temperatures			
GPU	55.0 °C (131.0 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	57.0 °C (134.6 °F)
Clocks			
Graphics	648 MHz	571 MHz	662 MHz
Utilization			
GPU	5.0 %	0.0 %	18.1 %
PA3817U-1BRS			
Intel Corp. Base Board Product ...			

Figura 49. Coste computacional del algoritmo YOLO v3 – 320 en PC A

El coste computación del algoritmo YOLO v3 – 320 en la PC B tiene un consumo de 541.4 MB de memoria RAM, 42.2% de CPU y 5.7% de GPU, como se detalla en la Figura 50.

Sensor	Value	Min	Max
DESKTOP-NOPN6LO			
Intel Core i7 7700			
Voltages			
Temperatures			
Package	62.0 °C (143....	27.0 °C (80.6...	73.0 °C (163....
Core #0	62.0 °C (143....	27.0 °C (80.6...	73.0 °C (163....
Core #1	61.0 °C (141....	26.0 °C (78.8...	71.0 °C (159....
Core #2	54.0 °C (129....	26.0 °C (78.8...	72.0 °C (161....
Core #3	42.0 °C (107....	26.0 °C (78.8...	71.0 °C (159....
Powers			
Utilization			
Processor	82.2 %	0.0 %	82.7 %
CPU #0	78.1 %	0.0 %	89.2 %
CPU #1	81.3 %	0.0 %	84.4 %
CPU #2	85.9 %	0.0 %	90.6 %
CPU #3	87.5 %	0.0 %	87.5 %
CPU #4	81.3 %	0.0 %	87.7 %
CPU #5	79.7 %	0.0 %	84.4 %
CPU #6	81.3 %	0.0 %	86.2 %
CPU #7	82.8 %	0.0 %	92.3 %
Clocks			
Core #0	4000 MHz	799 MHz	4003 MHz
Core #1	4000 MHz	799 MHz	4003 MHz
Core #2	4000 MHz	799 MHz	4003 MHz
Core #3	4000 MHz	799 MHz	4003 MHz
WDC WD10EZEX-08WN4A0			
NVIDIA GeForce GT 1030			
Voltages			
Temperatures			
GPU	28.2 °C (82.7...	24.9 °C (76.8...	28.4 °C (83.1...
Hot Spot	36.2 °C (97.1...	32.9 °C (91.2...	36.4 °C (97.5...
Fans PWM			
Clocks			
Graphics	1228 MHz	139 MHz	1228 MHz
Memory	3004 MHz	405 MHz	3004 MHz
Video	1114 MHz	544 MHz	1114 MHz
Utilization			
GPU	5.7 %	0.0 %	43.5 %
Memory	14.5 %	8.9 %	16.2 %
Frame Buffer	2.0 %	1.0 %	36.0 %
Video Engine	0.0 %	0.0 %	0.0 %
Bus Interface	0.0 %	0.0 %	14.0 %
Performance			
ASRock H270M Pro4			

Figura 50. Coste computacional del algoritmo YOLO v3 – 320 en PC B

Finalmente, otro de los algoritmos puestos a prueba es una versión ligera del algoritmo YOLO v3-320, este algoritmo consigue un rendimiento mejorado en cuanto a la velocidad, ya que a diferencia de su versión standard, este brinda una tasa de fotogramas decente en cuanto a su ejecución en un hardware promedio. En contraste con su buen rendimiento en fotogramas por segundo, su capacidad para detectar de manera precisa las objetos dentro de una escena deja mucho que desear y no es muy precisa que incluso con objetos a media distancia, es incapaz de reconocerlos y detectarlos como los otros dos algoritmos analizados; con este algoritmo incluso se puede apreciar que al detectar un objeto en escena, este no es señalado en su totalidad puesto que en el bounding box que debería contener al objeto, este marca de forma parcial al objeto o en algunas ocasiones solo delimita el centro del objeto.



Figura 51. YOLO (You Only Look Once) v3 – Tiny (a)



Figura 52. YOLO (You Only Look Once) v3 – Tiny (b)



Figura 53. YOLO (You Only Look Once) v3 – Tiny (c)

Del mismo modo como se realizó previamente con los algoritmos SSD MobileNet v3 y YOLO v3 – 320, para YOLO v3 – Tiny se realizó una comparativa de tiempos de ejecución del algoritmo en los mismos escenarios evaluados anteriormente:



Figura 54. Tiempos de ejecución YOLO v3 – Tiny

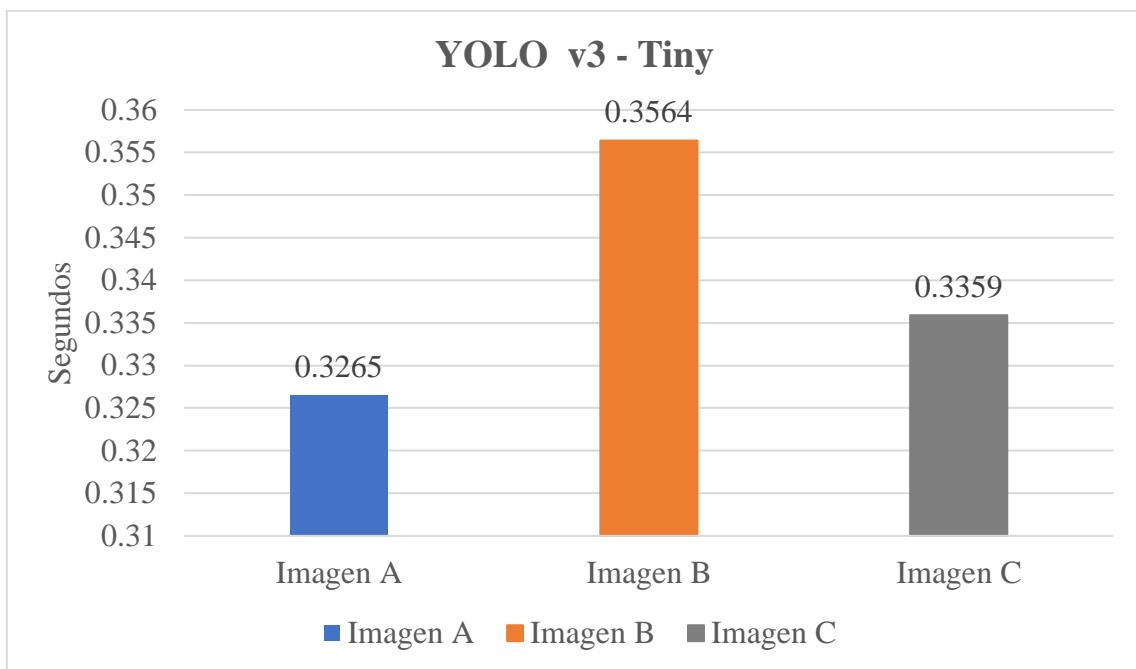


Figura 55. Comparativa en tiempo de ejecución (segundos) de algoritmo en detección de objetos con YOLO v3 – Tiny

El coste computación del algoritmo YOLO v3 – Tiny en la PC A tiene un consumo de 107.7 MB de memoria RAM, 77.3% de CPU y 0.7% de GPU, como se detalla en la Figura 56.

Sensor	Value	Min	Max
DESKTOP-OT3HHJM			
Intel Core i3 2330M			
Voltages			
Temperatures			
Package	55.0 °C (131.0 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	58.0 °C (136.4 °F)
Core #0	55.0 °C (131.0 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	58.0 °C (136.4 °F)
Core #1	55.0 °C (131.0 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	57.0 °C (134.6 °F)
Powers			
Utilization			
Processor	77.3 %	0.4 %	100.0 %
CPU #0	89.2 %	0.0 %	100.0 %
CPU #1	72.3 %	0.0 %	100.0 %
CPU #2	78.5 %	0.0 %	100.0 %
CPU #3	80.0 %	0.0 %	100.0 %
Clocks			
Core #0	798 MHz	703 MHz	814 MHz
Core #1	798 MHz	703 MHz	814 MHz
KINGSTON SA400S37240G			
TOSHIBA MQ04ABF100			
Intel(R) HD Graphics 3000			
Temperatures			
GPU	54.0 °C (129.2 °F)	40.0 °C (104.0 °F)	57.0 °C (134.6 °F)
Clocks			
Graphics	648 MHz	571 MHz	662 MHz
Utilization			
GPU	0.7 %	0.0 %	18.1 %
PA3817U-1BRS			
Intel Corp. Base Board Product ...			

Figura 56. Coste computacional del algoritmo YOLO v3 – Tiny en PC A

El coste computación del algoritmo YOLO v3 – Tiny en la PC B tiene un consumo de 111.9 MB de memoria RAM, 54.9% de CPU y 3.5% de GPU, como se detalla en la Figura 57.

Sensor	Value	Min	Max
DESKTOP-N0PN6LO			
Intel Core i7 7700			
Voltages			
Temperatures			
Package	53.0 °C (127....	27.0 °C (80.6...	78.0 °C (172....
Core #0	53.0 °C (127....	27.0 °C (80.6...	77.0 °C (170....
Core #1	49.0 °C (120....	26.0 °C (78.8...	76.0 °C (168....
Core #2	41.0 °C (105....	26.0 °C (78.8...	77.0 °C (170....
Core #3	54.0 °C (129....	26.0 °C (78.8...	75.0 °C (167....
Powers			
Utilization			
Processor	54.9 %	0.0 %	100.0 %
CPU #0	57.8 %	0.0 %	100.0 %
CPU #1	54.7 %	0.0 %	100.0 %
CPU #2	65.6 %	0.0 %	100.0 %
CPU #3	51.6 %	0.0 %	100.0 %
CPU #4	59.4 %	0.0 %	100.0 %
CPU #5	50.0 %	0.0 %	100.0 %
CPU #6	48.4 %	0.0 %	100.0 %
CPU #7	51.6 %	0.0 %	100.0 %
Clocks			
Core #0	4000 MHz	799 MHz	4003 MHz
Core #1	4000 MHz	799 MHz	4003 MHz
Core #2	4000 MHz	799 MHz	4003 MHz
Core #3	4000 MHz	799 MHz	4003 MHz
WDC WD10EZEX-08WN4A0			
NVIDIA GeForce GT 1030			
Voltages			
Temperatures			
GPU	29.0 °C (84.3...	24.9 °C (76.8...	29.5 °C (85.0...
Hot Spot	37.0 °C (98.7...	32.9 °C (91.2...	37.5 °C (99.4...
Fans PWM			
Clocks			
Graphics	1228 MHz	139 MHz	1228 MHz
Memory	3004 MHz	405 MHz	3004 MHz
Video	1114 MHz	544 MHz	1114 MHz
Utilization			
GPU	3.5 %	0.0 %	43.5 %
Memory	17.3 %	8.9 %	22.0 %
Frame Buffer	2.0 %	1.0 %	36.0 %
Video Engine	0.0 %	0.0 %	14.0 %
Bus Interface	1.0 %	0.0 %	14.0 %
Performance			
ASRock H270M Pro4			

Figura 57. Coste computacional del algoritmo YOLO v3 – Tiny en PC B

Conclusión de los algoritmos de detección de objetos: En conclusión a la experimentación y pruebas aplicadas en los tres algoritmos de visión artificial para la detección de objetos, se pudieron apreciar tanto ventajas como desventajas en cada uno de los algoritmos, por tal motivo se optó por elegir el algoritmo con un rendimiento tanto óptimo en relación a los fotogramas por segundo, así como también la precisión al detectar un objeto en escena, ya que los dos aspectos son relevantes en el sistema prototipo informático de analítica de video, siendo indispensable el rendimiento para notificar de forma inmediata al usuario, y la precisión de objetos detectados para un software más preciso y confiable. Partiendo de todo lo mencionado anteriormente, la mejor opción en cuanto a los algoritmos de detección de objetos fue el algoritmo SSD MobileNet v3 debido a que este posee una buena precisión al momento de detectar objetos, así como también un buen rendimiento y una tasa de fotogramas muy aceptable, siendo así la mejor opción para el desarrollo del software prototipo de analítica de video del presente trabajo de investigación.

Por otra parte en el análisis de los tiempos de ejecución de cada uno de los algoritmos en el hardware mencionado, se logró apreciar notables diferencias con respecto al tiempo que el algoritmo tarda en detectar objetos, por una parte YOLO v3 – 320 consiguió un promedio de 4.0143 segundos en detectar objetos en los tres escenarios presentados, a diferencia de su versión para entornos restringidos YOLO v3 – Tiny que consiguió un promedio de 0.3396 segundos, siendo veloz al detectar objetos pero con una precisión muy baja; por otra parte el algoritmo de detección de objetos SSD MobileNet v3, consiguió un promedio de tiempo de ejecución de 0.1798 segundo y a diferencia de YOLO v3 – Tiny, este es aún más preciso a la hora de detectar objetos en el hardware mencionado, es por esta razón que resulta ser un algoritmo óptimo tanto en rendimiento como en precisión para ejecutarse en hardware con características limitadas.

Tabla 24.

Comparativa en tiempo de ejecución (segundos) de algoritmos en detección de objetos

	SSD MobileNet v3	YOLO v3 - 320	YOLO v3 - Tiny
Imagen A	0.1762s	3.7504s	0.3265s
Imagen B	0.1851s	3.8670s	0.3564s
Imagen C	0.1781s	4.4255s	0.3359s

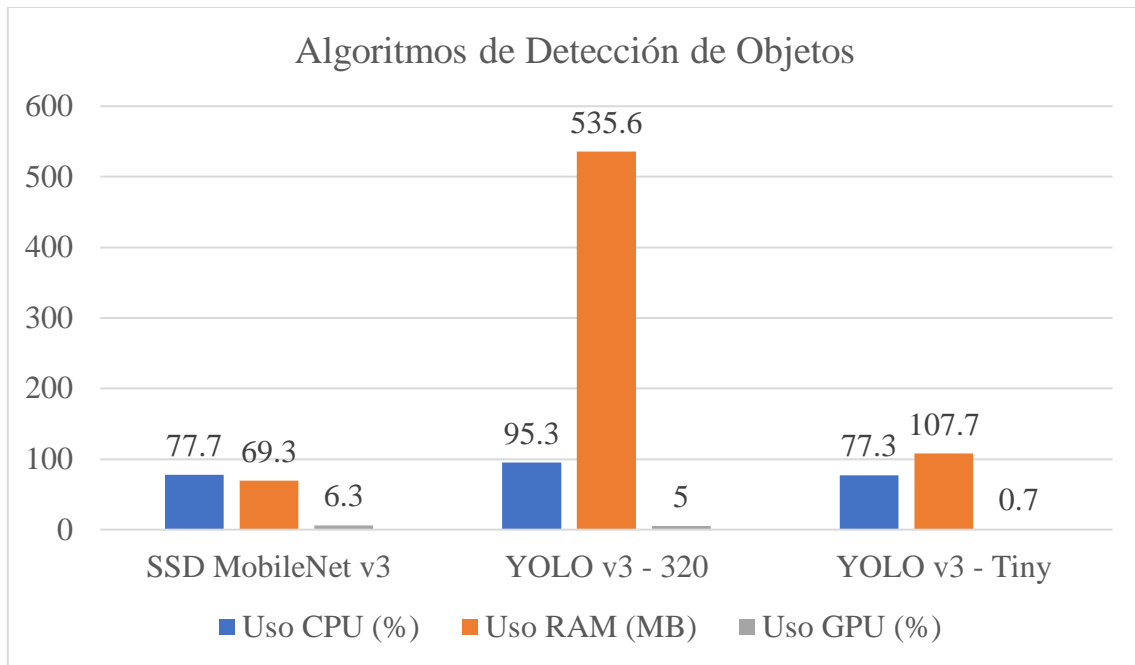


Figura 58. Comparativa en coste computacional de los algoritmos de detección de objetos en PC A

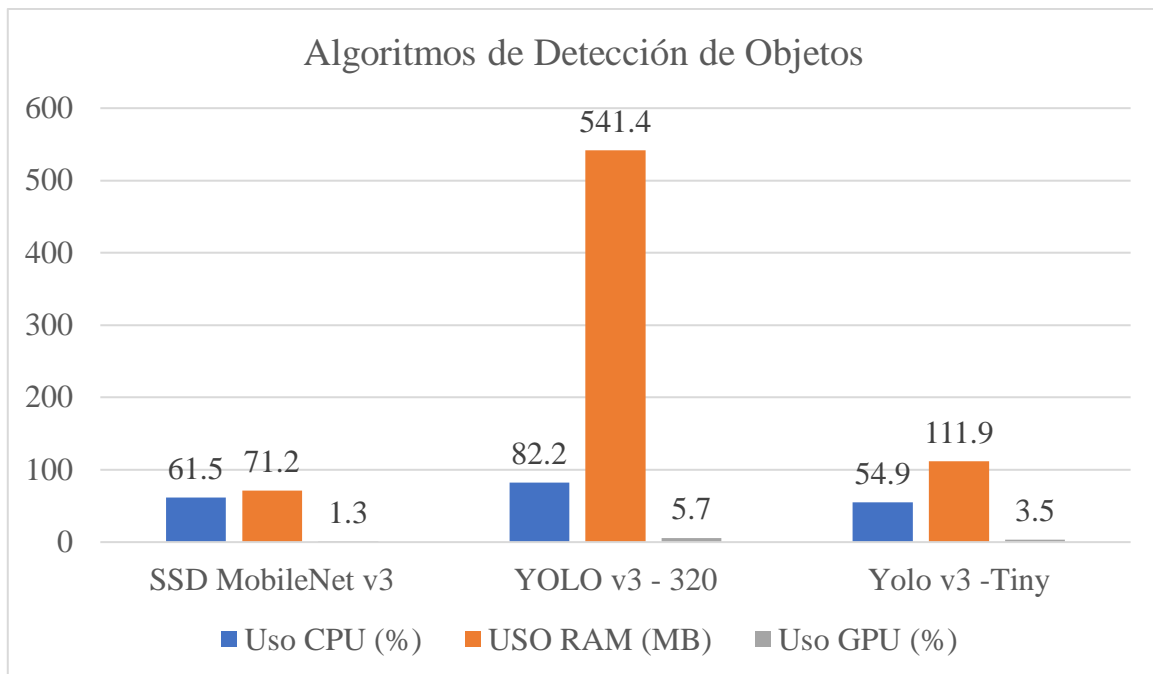


Figura 59. Comparativa en coste computacional de los algoritmos de detección de objetos en PC B

Tabla 25.*Comparativa en coste computacional de algoritmos de detección de objetos en PC A y PC B*

	PC A				PC B			
	SSD v3	MobileNet	YOLO v3 - 320	YOLO v3 - Tiny	SSD v3	MobileNet	YOLO v3 - 320	YOLO v3 - Tiny
Uso CPU		77.7 %	95.3 %	77.3 %	61.5 %		82.2 %	54.9 %
Uso RAM		69.3 MB	535.6 MB	107.7 MB	71.2 MB		541.4 MB	111.9 MB
Uso GPU		6.3 %	5.0 %	0.7 %	1.3 %		5.7 %	3.5 %

En base al análisis realizado en relación al coste computacional de los algoritmos de detección de objetos se pudo determinar que el algoritmo con mayor consumo de recursos en relación al CPU, RAM, GPU es el algoritmo YOLO v3 – 320, por lo cual en ambos PCs resulto un algoritmo pesado para correr óptimamente en este hardware, optando de esta manera por implementar en los sistemas de videovigilancia el algoritmo SSD MobileNet v3 debido a que su consumo de hardware es moderado en comparación a los otros dos algoritmos evaluados, con una precisión mucho mayor que el algoritmo YOLO v3 – Tiny.

4.2. PROPUESTA

En base a los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a los propietarios de los locales comerciales de la ciudad de Tulcán, además de la información brindada mediante una entrevista aplicada a empresas de venta de sistemas de videovigilancia con analítica de video, y la puesta a prueba de algoritmos y técnicas utilizadas en la detección de movimiento y la detección de objetos; se presenta la propuesta de desarrollar un sistema prototipo informático de bajo costo con analítica de video mediante el uso de algoritmos de visión artificial y nuevas tecnologías para su asequibilidad a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán, el sistema prototipo informático cuenta con un servidor desarrollado en Flask, un framework escrito en Python, los algoritmos que se han tomado en cuenta son Background Subtractor - MOG2 y SSD (Single Shot MultiBox Detector) MobileNet v3, algoritmos de detección de movimiento y detección de objetos, respectivamente, se ha utilizado la base de datos no relacional MongoDB; para el desarrollo de la aplicación móvil se hizo del framework de Ionic basado en Angular y el servicio de notificaciones Push OneSignal.

4.2.1. Metodología Utilizada.

Para el desarrollo del sistema prototipo informático de videovigilancia con analítica de video se usó la metodología ágil XP “Extreme Programming” debido a que gestiona el proyecto de manera óptima en sus cuatro fases (planificación, diseño, desarrollo y pruebas); permitiendo de esta modo desarrollar un proyecto planificado, mediante la aplicación de las historias de usuario y el plan de iteraciones, para que en cada una de las reuniones semanales se pueda complementar con los aportes que haga el cliente a modo de feedback, desarrollando así un sistema prototipo informático con un diseño funcional y entendible para el usuario, posteriormente en la fase de desarrollo, se codifica de manera organizada y planificada, y de esta manera someter el proyecto final a pruebas unitarias, de error y aceptación, para finalizar obteniendo un proyecto que sea útil y sobre todo se ajuste a las necesidades del cliente.

4.2.2. Fases de desarrollo.

En el presente apartado se dará a conocer el desarrollo de la propuesta planteada en base a la investigación realizada en capítulos anteriores, en esta sección se presentará la fase de requerimientos, en la que se encuentra los requerimientos funcionales y no funcionales, procesos que realiza el sistema prototipo informático de videovigilancia presentado a través del diagrama de flujo, caso de uso y diseño de la base de datos; en la fase de prototipo se presenta las interfaces de la aplicación móvil diseñadas en Balsamiq Wireframes; en la fase de desarrollo se incluye las capturas de la aplicación y el servidor con su respectivo código y finalmente en la fase de pruebas se presenta al sistema prototipo informático funcionando.

4.2.2.1. Fase 1. Requerimientos del sistema prototipo informático de videovigilancia.

a. Requerimientos funcionales

- El sistema debe tener una base de datos con la información de usuario, cuentas para acceder a la app, información del sistema de videovigilancia y cámaras, así como también las alertas en tiempo real a través de notificación al correo electrónico, mensaje de texto o aplicación móvil.
- El sistema permitirá que mediante la aplicación móvil el usuario pueda registrarse e iniciar sesión.
- El sistema permitirá a los usuarios poder modificar su perfil mediante la aplicación móvil.

- El sistema permitirá registrar y modificar las cámaras del sistema de videovigilancia mediante la aplicación móvil.
- El sistema realizará el análisis del video captado por las cámaras de seguridad enfocándose a detección de movimiento y detección de objetos.
- En base a la configuración realizada por el usuario en la app, el sistema deberá enviar alertas al usuario ya sea mediante: mensaje de texto, correo electrónico o notificaciones a la app.
- El sistema mostrará en un menú de la aplicación móvil las alertas que se han generado, con información de la alerta y su respectiva captura de imagen en base al horario que el usuario ha configurado previamente.
- El sistema permitirá generar en la aplicación móvil horarios personalizados con registrando las cámaras, además de la analítica de video y objetos que se deben detectar en determinado horario.

b. Requerimientos no funcionales

- El sistema contará con una aplicación para el sistema operativo móvil Android, para poder administrar las características del sistema.
- El sistema contará con una base de datos no relacional desarrollada en MongoDB.
- El sistema debe ser capaz de adaptarse a sistemas de videovigilancia IP básicos que se encuentren conectados a Internet.
- Las alertas que se generen en base al análisis del video deben reflejarse de forma inmediata para el usuario.
- El sistema se debe desarrollar con las mejores prácticas para que la analítica de video y las alertas generadas sea lo más confiable posible.
- El sistema deberá en lo posible no consumir mucho ancho de banda de la conexión de internet a la cual el sistema de videovigilancia se encuentra conectado.
- La aplicación móvil debe ser intuitiva y de fácil uso, para que el usuario puede configurarla y utilizarla sin ningún inconveniente.
- El sistema deberá contar con su respectivo manual de usuario bien documentado con lenguaje sencillo y claro.

c. Procesos que realiza el sistema prototipo informático de videovigilancia

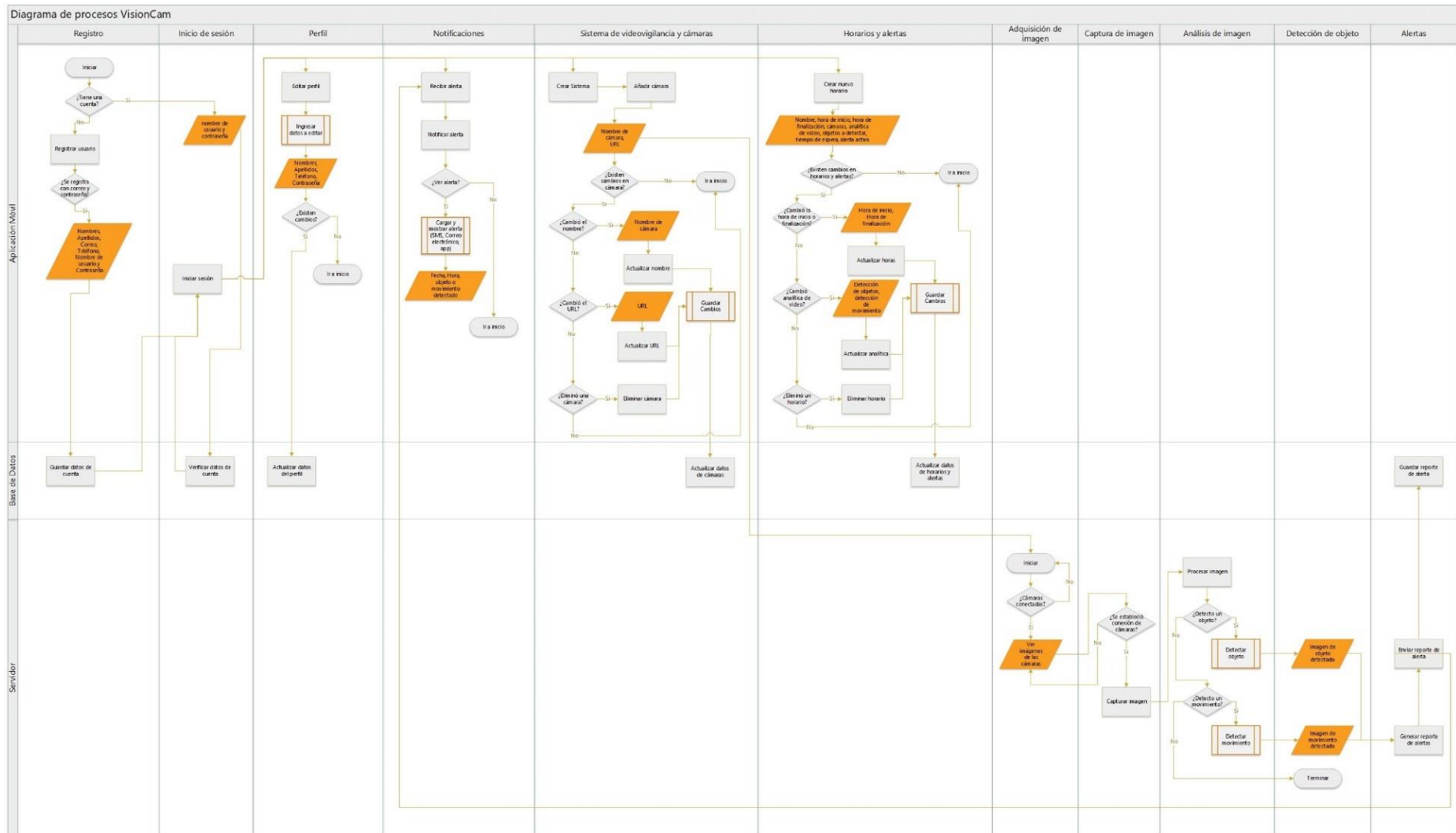


Figura 60. Diagrama de flujo del sistema prototipo informático de videovigilancia

d. Caso de uso del sistema prototipo informático de videovigilancia

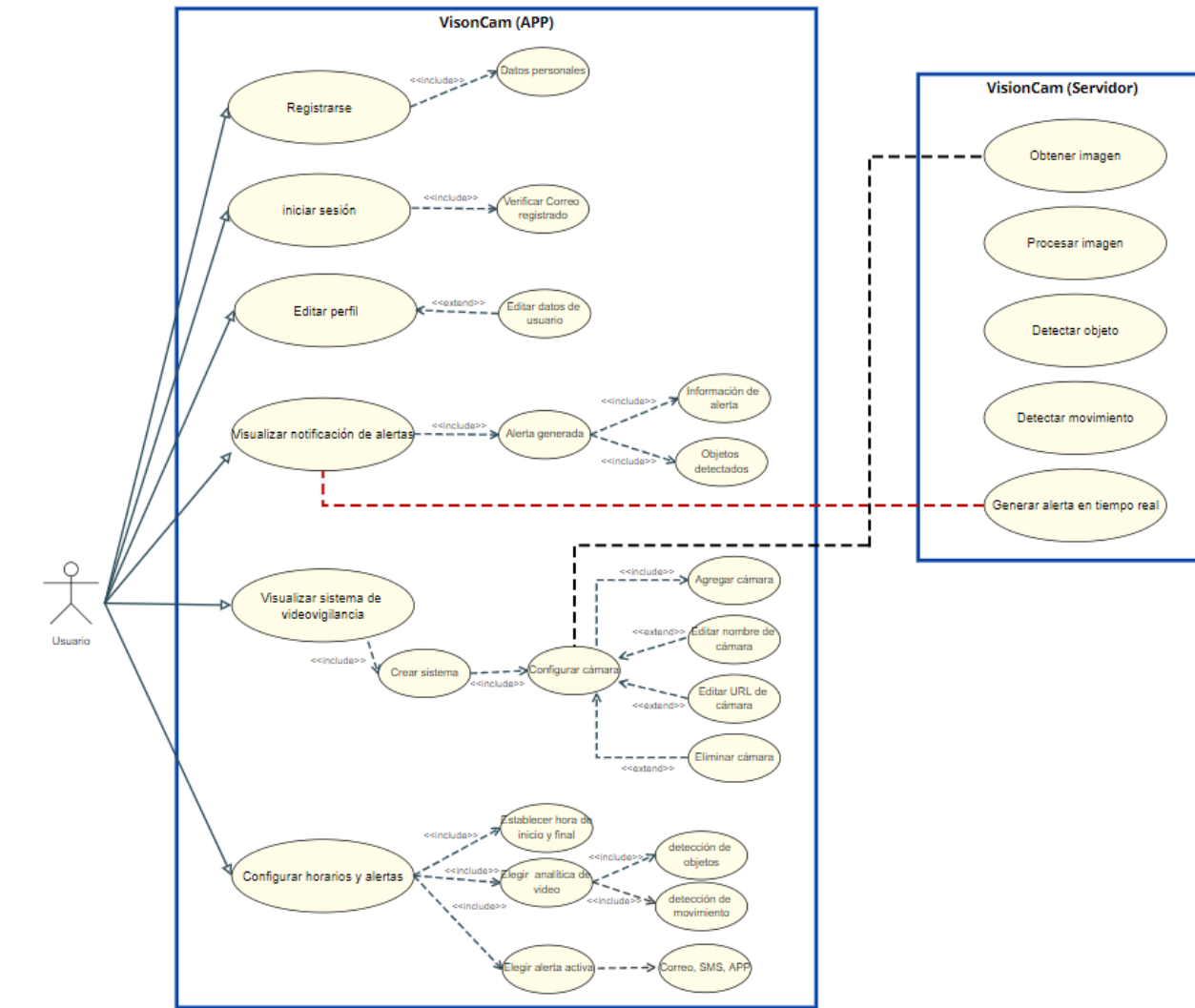


Figura 61. Caso de uso del sistema prototipo informático de videovigilancia

e. Diseño de la base de datos del sistema prototipo informático de videovigilancia

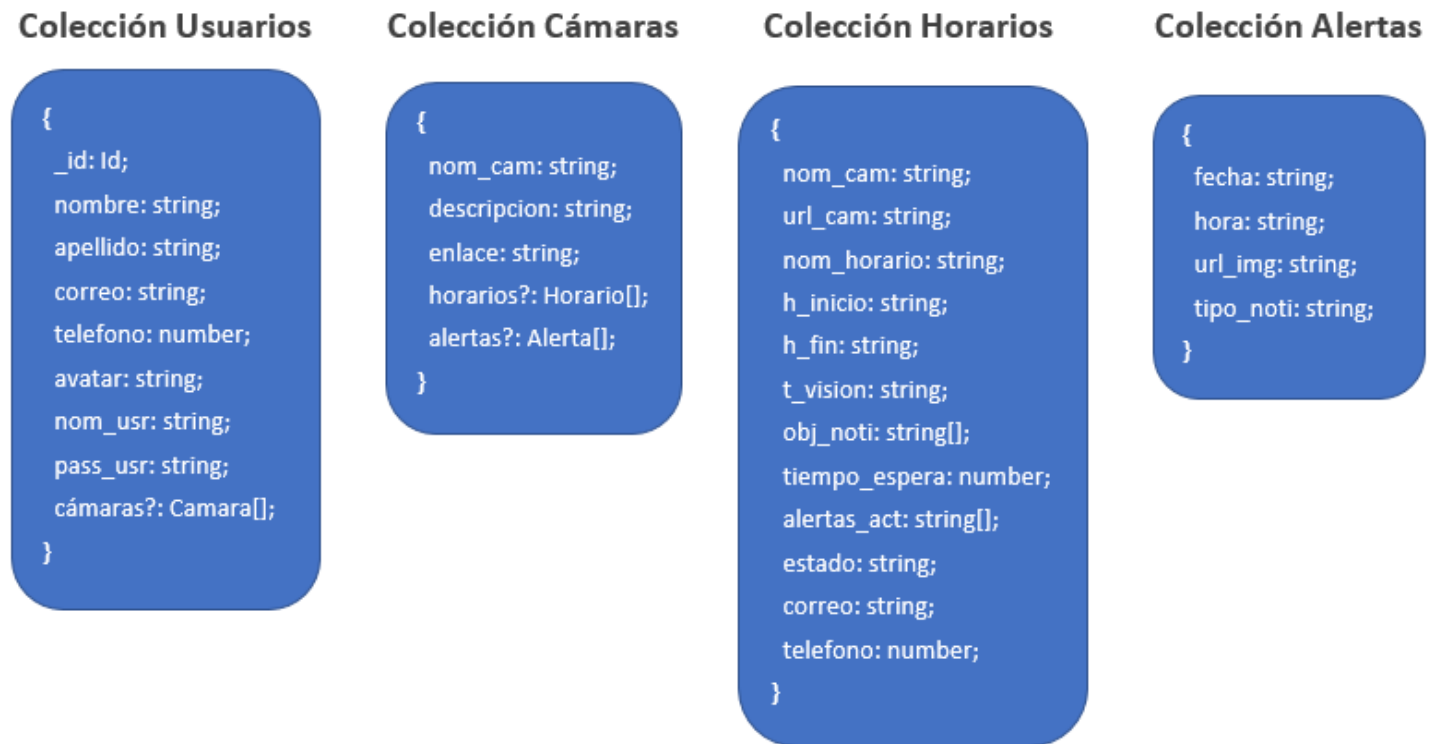


Figura 62. Diseño de la base de datos del sistema prototipo informático de videovigilancia (MongoDB)

4.2.2.2. Fase 2. Prototipo del sistema prototipo informático de videovigilancia.

Para diseñar las interfaces de la aplicación móvil del sistema prototipo informático de videovigilancia se hizo uso del programa Balsamiq Wireframes, siendo la herramienta que permitió plasmar un diseño inicial de la app.

a. Interfaz de inicio de sesión: mediante esta interfaz podremos hacer un inicio de sesión con una cuenta registrada, sea el caso de no tener cuenta existe un botón que redirige al registro de usuario.



Figura 63. Interfaz de inicio de sesión

b. Interfaz de registro de usuario: por medio de esta interfaz el nuevo usuario podrá registrarse con sus datos personales y posteriormente ingresar con la cuenta creada.

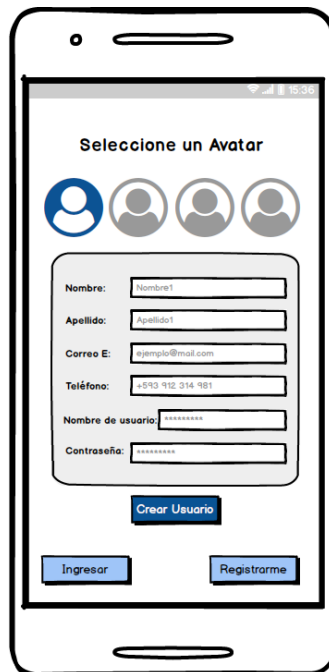


Figura 64. Interfaz de registro de usuario

c. Interfaz editar perfil: a través de esta interfaz el usuario podrá editar los campos del perfil creado, posteriormente guardar la actualización de sus datos personales.



Figura 65. Interfaz editar perfil

d. Interfaz sistema de videovigilancia: por medio de esta interfaz el usuario podrá ver las diferentes cámaras registradas en su sistema de videovigilancia, además reproducir, editar, eliminar y añadir cámaras.

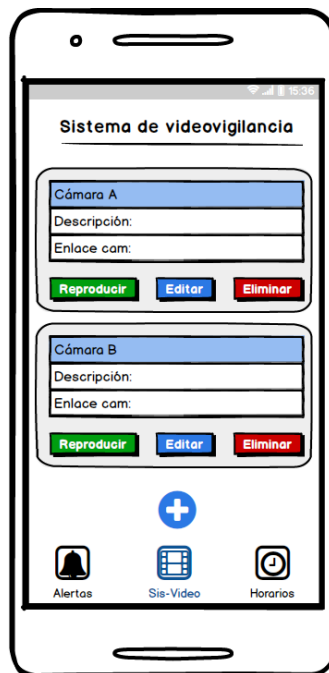


Figura 66. Interfaz sistema de videovigilancia

e. Interfaz de añadir cámara: por medio de esta interfaz el usuario podrá registrar una nueva cámara agregándole un nombre, descripción y el enlace de la cámara.



Figura 67. Interfaz de añadir cámara

f. Interfaz de modificar cámara: mediante esta interfaz el usuario podrá actualizar los datos de una cámara registrada, sea el nombre, descripción y enlace de la cámara.

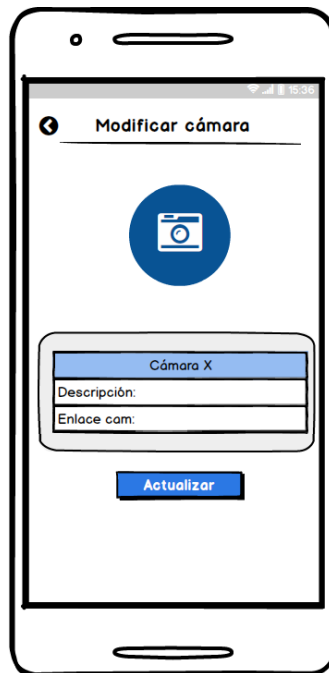


Figura 68. Interfaz de modificar cámara

g. Interfaz Alertas: mediante esta interfaz el usuario podrá recibir las alertas de acuerdo con un horario configurado previamente.

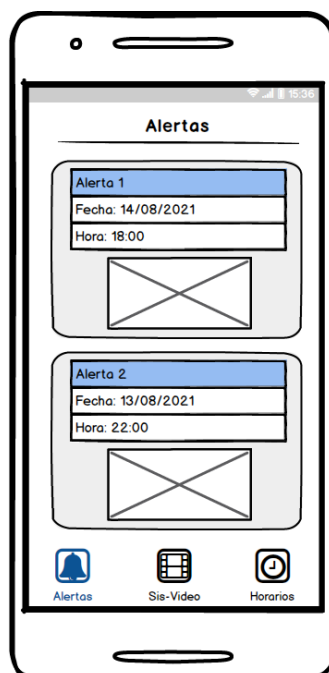


Figura 69. Interfaz Alertas

h. Interfaz horario de alertas: a través de esta interfaz el usuario podrá verificar los horarios configurados, la visión artificial a utilizar y las alertas activadas.

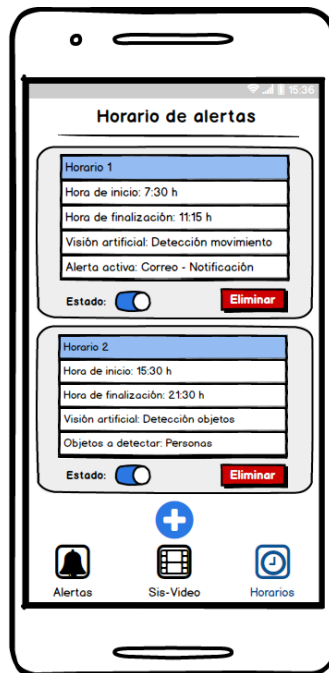


Figura 70. Interfaz horario de alertas

i. Interfaz de añadir horario: por medio de esta interfaz el usuario podrá registrar un nuevo horario para la recepción de alertas.

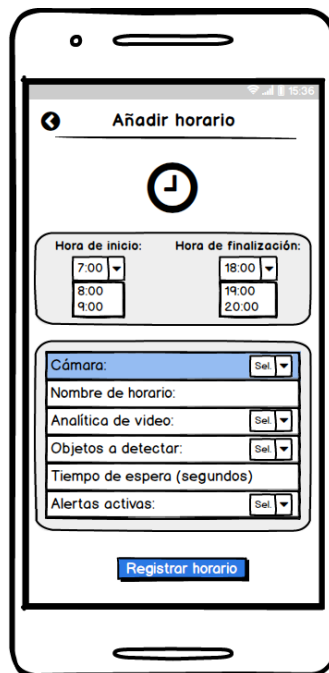


Figura 71. Interfaz de añadir horario

4.2.2.3. Fase 3. Desarrollo del sistema prototipo informático de videovigilancia.

a. Servidor

```
app.py
app.py > ...
1 from flask import Flask
2 from extensions import mongo, jwt
3 from flask_cors import CORS
4
5 from routes.usuarios.routes import usuarios
6 from routes.cameras.routes import camaras
7 from routes.horarios.routes import horarios
8 from routes.img.routes import img
9 from routes.alertas.routes import alertas
10
11
12 app = Flask(__name__)
13 CORS(app)
14
15 #<<<<<-----Configuraciones ----->>>>>>>
16 app.config["MONGO_URI"] = "mongodb://localhost:27017/visioncam"
17 mongo.init_app(app)
18
19 app.config["JWT_SECRET_KEY"] = "Alepi727321265?"
20 jwt.init_app(app)
21
22
23 #<<<<<----- Blueprints ----->>>>>>>
24 #Definir blueprint usuarios
25 app.register_blueprint(usuarios)
26
27 #Definir blueprint camaras
28 app.register_blueprint(camaras)
29
30 #Definir blueprint horarios
31 app.register_blueprint(horarios)
32
33 #Definir blueprint imagenes
34 app.register_blueprint(img)
35
36 #Definir blueprint alertas
37 app.register_blueprint(alertas)
38
39 #<<<<<----- Ejecución del servidor ----->>>>>>>
40 if __name__ == '__main__':
41     app.run(port=3000, debug=True)
```

Figura 72. Archivo Principal del Servidor.

```
extensions.py
extensions.py > ...
1 from flask_pymongo import PyMongo
2 from flask_jwt_extended import JWTManager
3
4 #MONGO
5 mongo = PyMongo()
6
7 #JSON WEB TOKEN
8 jwt = JWTManager()
```

Figura 73. Extensiones usadas en el servidor

```

alertas > correo.py > correo > mail_body
1 import smtplib
2 from email.mime.multipart import MIMEMultipart
3 from email.mime.text import MIMEText
4 from email.mime.base import MIMEBase
5 from email import encoders
6
7 def correo(mail, fecha, hora, obj_o_mov, url_img, nom_img, nom_cam, tipo_noti):
8     username = " "
9     password = " "
10    mail_from = " "
11    mail_to = mail
12    mail_subject = f"{tipo_noti} en {nom_cam}"
13    mail_body = f"{obj_o_mov} detectado/a en la {nom_cam} el {fecha} a las {hora}"
14    mail_attachment = url_img
15    mail_attachment_name = nom_img
16
17    mimemsg = MIMEMultipart()
18    mimemsg['From']=mail_from
19    mimemsg['To']=mail_to
20    mimemsg['Subject']=mail_subject
21    mimemsg.attach(MIMEText(mail_body, 'plain'))
22
23    with open(mail_attachment, "rb") as attachment:
24        mimefile = MIMEBase('application', 'octet-stream')
25        mimefile.set_payload((attachment).read())
26        encoders.encode_base64(mimefile)
27        mimefile.add_header('Content-Disposition', "attachment; filename= %s" % mail_attachment_name)
28        mimemsg.attach(mimefile)
29        connection = smtplib.SMTP(host='smtp.gmail.com', port=587)
30        connection.starttls()
31        connection.login(username,password)
32        connection.send_message(mimemsg)
33        connection.quit()

```

Figura 74. Script para envío de alertas por correo electrónico

```

alertas > celular.py > sms > jsonText
1 from sms_api.altiria_client import *
2
3 def sms(celular, fecha, hora, obj_o_mov, nom_cam):
4     mensaje = f"{obj_o_mov} detectado/a en la {nom_cam} el {fecha} a las {hora}"
5     try:
6         client = AltiriaClient(' ', ' ')
7         textMessage = AltiriaModelTextMessage(f'593{celular}', mensaje)
8         jsonText = client.sendSms(textMessage)
9         print('¡Mensaje enviado!')
10    except AltiriaGwException as ae:
11        print('Mensaje no aceptado:'+ae.message)
12        print('Código de error:'+ae.status)
13    except JsonException as je:
14        print('Error en la petición:'+je.message)
15    except ConnectionException as ce:
16        if "RESPONSE_TIMEOUT" in ce.message:
17            print('Tiempo de respuesta agotado:'+ce.message)
18        else:
19            print('Tiempo de conexión agotado:'+ce.message)

```

Figura 75. Script para envío de alertas por SMS

```
alertas_routes.py X
routes > alertas_routes.py > post_alerta
1 from flask import request, jsonify, Blueprint
2 from extensions import mongo
3 from bson.objectid import ObjectId
4
5 alertas = Blueprint('alertas', __name__)
6
7
8 def post_alerta(fecha, hora, url_img, nom_cam, id_usr, tipo_noti):
9     if fecha and hora and url_img and nom_cam and id_usr and tipo_noti:
10         mongo.db.usuarios.update_one({'_id': ObjectId(id_usr)}, {'camaras.nom_cam': nom_cam}, {'$addToSet': {
11             'camaras.$.alertas': {
12                 'fecha': fecha,
13                 'hora': hora,
14                 'url_img': url_img,
15                 'tipo_noti': tipo_noti
16             }
17         }})
18         respuesta = jsonify({'ok': True})
19         return respuesta
20     else:
21         respuesta = jsonify({'ok': False, 'message': 'No se ha podido añadir alerta'})
22         return respuesta
23
24
25 #Mensaje de Error 404
26 @alertas.errorhandler(404)
27 def not_foud(error=None):
28     respuesta = jsonify({
29         'mensaje': 'Recurso no encontrado: ' + request.url,
30         'Estado': 404
31     })
32     respuesta.status_code = 404
33     return respuesta
```

Figura 76. Rutas de alertas

```
usuarios_routes.py X
routes > usuarios_routes.py > post_usuario
1 from flask import request, jsonify, Blueprint, Response
2 from extensions import mongo
3 from werkzeug.security import generate_password_hash, check_password_hash
4 from bson import json_util
5 from bson.objectid import ObjectId
6
7
8 from flask_jwt_extended import create_access_token
9 from flask_jwt_extended import jwt_required
10 from flask_jwt_extended import get_jwt_identity
11
12
13 usuarios = Blueprint('usuarios', __name__)
14
15
16 #Crear Usuario
17 @usuarios.route('/post_usuario', methods=['POST'])
18 def post_usuario():
19     #Reciviendo datos (variable = solicitud post 'nombre de variable enviada desde el cliente')
20     nombre = request.json['nombre']
21     apellido = request.json['apellido']
22     correo = request.json['correo']
23     telefono = request.json['telefono']
24     avatar = request.json['avatar']
25     nom_usr = request.json['nom_usr']
26     pass_usr = request.json['pass_usr']
27     #Si existen esos datos insertarlos en una colacción usuarios de mongodb
28     if nombre and apellido and telefono and nom_usr and correo and pass_usr and avatar:
29         nom_usuario = mongo.db.usuarios.find_one({'nom_usr': nom_usr})
30         if not nom_usuario:
31             contrasena_cifrada = generate_password_hash(pass_usr) #Contraseña cifrada
32             # Insertar los datos en mongodb y guardar un id
33             id = mongo.db.usuarios.insert_one(
```

Figura 77. Rutas de usuario

```
thread.py X
routes > thread.py > Temporizador
1 from datetime import datetime, timedelta
2 from threading import Thread
3 from time import sleep
4
5
6 #Clase Tarea programada
7 class Temporizador(Thread):
8     def __init__(self, hora, delay, funcion):
9         super(Temporizador, self).__init__()
10        self.estado = True
11        self.hora = hora
12        self.delay = delay
13        self.funcion = funcion
14
15    def stop(self):
16        self.estado = False
17
18    def run(self):
19        aux = datetime.strptime(self.hora, '%H:%M:%S')
20        hora = datetime.now()
21        hora = hora.replace(hour = aux.hour, minute=aux.minute, second=aux.second, microsecond = 0)
22        if hora <= datetime.now():
23            hora += timedelta(days=1)
24
25        print('Ejecución automática iniciada')
26        print('Proxima ejecución programada el {0} a las {1}'.format(hora.date(), hora.time()))
27
28        while self.estado:
29            if hora <= datetime.now():
30                self.funcion()
31                hora += timedelta(days=1)
32                sleep(self.delay)
```

Figura 78. Ejecución de tareas programadas

```
img_routes.py X
routes > img_routes.py > get_imgs
1 from flask import request, jsonify, Blueprint, url_for, redirect, render_template, make_response
2 from extensions import mongo
3 from bson.objectid import ObjectId
4 import os
5
6 img = Blueprint('img', __name__)
7
8 @img.route('/get_img_obj/<nom_img>', methods=['GET'])
9 def get_img_obj(nom_img):
10    image_data = open(f'media/obj/{nom_img}', "rb").read()
11    response = make_response(image_data)
12    response.headers['Content-Type'] = 'image/png'
13    return response
14
15 @img.route('/get_img_mov/<nom_img>', methods=['GET'])
16 def get_img_mov(nom_img):
17    image_data = open(f'media/mov/{nom_img}', "rb").read()
18    response = make_response(image_data)
19    response.headers['Content-Type'] = 'image/png'
20    return response
21
22 @img.route('/get_imgs/<nom_img>', methods=['GET'])
23 def get_imgs(nom_img):
24    image_data = open(f'media/{nom_img}', "rb").read()
25    response = make_response(image_data)
26    response.headers['Content-Type'] = 'image/jpg'
27    return response
```

Figura 79. Rutas para imágenes

```

horarios_routes.py X
routes > horarios_routes.py > post_horario
1 from flask import request, jsonify, Blueprint
2 from extensions import mongo
3 from bson.objectid import ObjectId
4
5 from datetime import datetime, timedelta
6 from time import sleep
7 from routes.thread import Temporizador
8
9 import vision_artificial.detecMov as detecMov
10 import vision_artificial.detecObj as detecObj
11
12 from routes.thread import Temporizador
13
14
15 horarios = Blueprint('horarios', __name__)
16
17 #Crear Horarios por ID de Usuario
18 @horarios.route('/post_horario/<id>', methods=['PUT'])
19 def post_horario(id):
20     nom_cam = request.json['nom_cam']
21     url_cam = request.json['url_cam']
22     nom_horario = request.json['nom_horario']
23     h_inicio = request.json['h_inicio']
24     h_fin = request.json['h_fin']
25     t_vision = request.json['t_vision']
26     obj_noti = request.json['obj_noti']
27     tiempo_espera = request.json['tiempo_espera'] #Obligatorio en detección de objetos - Sino Vacíos
28     alertas_act = request.json['alertas_act']
29     estado = request.json['estado']
30     #Datos para Alerta
31     correo = request.json['correo']
32     telefono = request.json['telefono']
33

```

Figura 80. Rutas para horarios

```

camaras_routes.py X
routes > camaras_routes.py > update_camara
1 from flask import request, jsonify, Blueprint
2 from extensions import mongo
3 from bson.objectid import ObjectId
4
5
6 camaras = Blueprint('camaras', __name__)
7
8 #Crear Camara en Usuario
9 @camaras.route('/post_camara/<id>', methods=['PUT'])
10 def post_camara(id):
11     nom_cam = request.json['nom_cam']
12     enlace = request.json['enlace']
13     descripcion = request.json['descripcion']
14     if nom_cam and enlace and descripcion:
15         camara = mongo.db.usuarios.find_one({'_id': ObjectId(id), 'camaras.nom_cam': nom_cam})
16         if not camara:
17             mongo.db.usuarios.update_one({'_id': ObjectId(id)}, {'$addToSet': {
18                 'camaras': {
19                     'nom_cam': nom_cam,
20                     'descripcion': descripcion,
21                     'enlace': enlace
22                 }
23             }})
24         respuesta = jsonify({'ok': True})
25         return respuesta
26     else:
27         respuesta = jsonify({'ok': False, 'message': 'La cámara ya existe'})
28         return respuesta
29     else:
30         return not_foud()
31
32 #Actualizar Camara por ID de usuario
33 @camaras.route('/update_camara/<id>', methods=['PUT'])

```

Figura 81. Rutas para cámaras

```

detecObj.py X
vision_artificial > detecObj.py > deteccion_obj
1 import cv2
2 import numpy as np
3
4 import time
5 from datetime import datetime, timedelta
6
7 from alertas.correo import correo
8 from alertas.celular import sms
9
10 from routes.alertas_routes import post_alerta
11
12 import requests
13
14 #url = '192.168.8.192:3000'
15 url = '192.168.1.108:3000'
16
17 nom_cam1 = ""
18 objeto1 = ""
19 tiempo1 = ""
20 id_usr1 = ""
21 mail1 = ""
22 celular1 = ""
23 alertas_act1 = []
24 h_fin1 = ""
25 url_cam1 = ""
26
27 def datos_obj(nom_cam, objeto, tiempo, id_usr, mail, celular, alertas_act, h_fin, url_cam):
28     global objeto1, nom_cam1, tiempo1, id_usr1, mail1, celular1, alertas_act1, h_fin1, url_cam1
29     nom_cam1 = nom_cam
30     objeto1 = objeto
31     tiempo1 = tiempo
32     id_usr1 = id_usr
33     mail1 = mail

```

Figura 82. Detección de Objetos

```

detecMov.py X
vision_artificial > detecMov.py > ...
1 from time import sleep
2 import cv2
3
4 from datetime import date, datetime, timedelta
5
6 from alertas.correo import correo
7 from alertas.celular import sms
8
9 from routes.alertas_routes import post_alerta
10
11 import requests
12
13 #url = '192.168.8.192:3000'
14 url = '192.168.1.108:3000'
15 cont = 0
16
17 nom_cam1 = ""
18 id_usr1 = ""
19 mail1 = ""
20 celular1 = ""
21 alertas_act1 = []
22 h_fin1 = ""
23 url_cam1 = ""
24 #estado1 = False
25
26 def datos_mov(nom_cam, id_usr, mail, celular, alertas_act, h_fin, url_cam):
27     global nom_cam1, id_usr1, mail1, celular1, alertas_act1, h_fin1, url_cam1
28     nom_cam1 = nom_cam
29     id_usr1 = id_usr
30     mail1 = mail
31     celular1 = celular
32     alertas_act1 = alertas_act
33     h_fin1 = h_fin

```

Figura 83. Detección de Movimiento

b. Aplicación Móvil

```
environments
src > environments > environments > ...
4
5 export const environment = {
6   production: false,
7
8   url: 'http://192.168.1.108:3000'
9
10 };
11
12 /*
13  * For easier debugging in development mode, you can import the following file
14  * to ignore zone related error stack frames such as `zone.run`, `zoneDelegate.invokeTask`.
15  *
16  * This import should be commented out in production mode because it will have a negative impact
17  * on performance if an error is thrown.
18  */
19 // import 'zone.js/dist/zone-error'; // Included with Angular CLI.
20
```

Figura 84. Environment de la app

```
app.component.ts
src > app > app.component.ts > AppComponent
1 import { Component } from '@angular/core';
2 import OneSignal from 'onesignal-cordova-plugin';
3
4
5 @Component({
6   selector: 'app-root',
7   templateUrl: 'app.component.html',
8   styleUrls: ['app.component.scss'],
9 })
10
11 export class AppComponent {
12   constructor() {
13     //Iniciar funcion de notificaciones junto con la App
14     this.OneSignalInit();
15   }
16
17   //Funcion de Notificaciones Push en Con One Signal
18   OneSignalInit(){
19
20     OneSignal.setAppId("7d3a9c78-0cdd-452b-9e44-77c98884d1cf");
21
22     OneSignal.setNotificationOpenedHandler(function(jsonData) {
23       console.log('notificationOpenedCallback: ' + JSON.stringify(jsonData));
24     });
25
26     OneSignal.promptForPushNotificationsWithUserResponse(function(accepted) {
27       console.log("User accepted notifications: " + accepted);
28     });
29 }
```

Figura 85. App Component

```

app-routing.module.ts x
src > app > app-routing.module.ts > routes
1 import { NgModule } from '@angular/core';
2 import { PreloadAllModules, RouterModule, Routes } from '@angular/router';
3 import { UsuarioGuard } from './guards/usuario.guard';
4
5 const routes: Routes = [
6   {
7     path: 'main',
8     loadChildren: () => import('./pages/tabs/tabs.module').then(m => m.TabsPageModule),
9     canLoad: [UsuarioGuard]
10  },
11  {
12    path: 'login',
13    loadChildren: () => import('./pages/login/login.module').then(m => m.LoginPageModule)
14  },
15  {
16    path: 'perfil',
17    loadChildren: () => import('./pages/perfil/perfil.module').then(m => m.PerfilPageModule)
18  },
19  {
20    path: 'camaras-v',
21    loadChildren: () => import('./pages/camaras-v/camaras-v.module').then(m => m.CamarasVPageModule)
22  },
23  {
24    path: '',
25    redirectTo: 'login',
26    pathMatch: 'full'
27  },
28  {
29    path: 'act-cam',
30    loadChildren: () => import('./pages/act-cam/act-cam.module').then(m => m.ActCamPageModule)
31  },
32  ]

```

Figura 86. App Routing Module

```

interfaces.ts components.module.ts
src > app > components > components.module.ts > ComponentsModule
1 import { NgModule } from '@angular/core';
2 import { CommonModule } from '@angular/common';
3 import { HeaderComponent } from './header/header.component';
4 import { IonicModule } from '@ionic/angular';
5 import { AvatarSelectorComponent } from './avatar-selector/avatar-selector.component';
6 import { AlertasComponent } from './alertas/alertas.component';
7 import { AlertaComponent } from './alerta/alerta.component';
8 import { NgxIonicImageViewerModule } from 'ngx-ionic-image-viewer';
9 import { CamarasComponent } from './camaras/camaras.component';
10 import { HorarioCompComponent } from './horario-comp/horario-comp.component';
11 import { HorariosCompComponent } from './horarios-comp/horarios-comp.component';
12
13
14 @NgModule({
15   declarations: [
16     HeaderComponent,
17     AvatarSelectorComponent,
18     AlertasComponent,
19     AlertaComponent,
20     CamarasComponent,
21     HorarioCompComponent,
22     HorariosCompComponent
23   ],
24   exports: [
25     HeaderComponent,
26     AvatarSelectorComponent,
27     AlertasComponent,
28     CamarasComponent,
29     HorariosCompComponent
30   ],
31   imports: [
32     CommonModule

```

Figura 87. Components Module

```
interfaces.ts • usuario.guard.ts ×
src > app > guards > usuario.guard.ts > ...
1 import { Injectable } from '@angular/core';
2 import { ActivatedRouteSnapshot, CanActivate, CanLoad, RouterStateSnapshot, UrlTree } from '@angular/router';
3 import { Observable } from 'rxjs';
4 import { UsuarioService } from '../services/usuario.service';
5
6 @Injectable({
7   providedIn: 'root'
8 })
9 export class UsuarioGuard implements CanLoad {
10
11   constructor(private usuarioService: UsuarioService){ }
12
13   canLoad(): Observable<boolean | UrlTree> | Promise<boolean | UrlTree> | boolean | UrlTree {
14     return this.usuarioService.validaToken();
15   }
16
17 }
18
19 }
```

Figura 88. Usuario Guard

```
interfaces.ts •
src > app > interfaces > interfaces.ts > RespuestaUsuarioDatos > telefono
1 export interface Usuario{
2   _id?: string;
3   nombre?: string;
4   apellido?: string;
5   correo?: string;
6   telefono?: number;
7   avatar?: string;
8   nom_usr?: string;
9   pass_usr?: string;
10 }
11
12 > // export interface UsuarioDat{...
13 // }
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44 export interface RespuestaUsuarioDatos {
45   _id: Id;
46   nombre?: string;
47   apellido?: string;
48   correo?: string;
49   telefono?: number;
50   avatar?: string;
51   nom_usr?: string;
52   pass_usr?: string;
53   camaras?: Camara[];
54 }
55
56 export interface Camara {
57   nom_cam?: string;
58   descripcion?: string;
59 }
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
```

Figura 89. Interfaces

```

camara.service.ts X
src > app > services > camara.service.ts > CamaraService
1 import { HttpClient } from '@angular/common/http';
2 import { Injectable } from '@angular/core';
3 import { NavController } from '@ionic/angular';
4 import { environment } from 'src/environments/environment';
5 import { Camara } from '../interfaces/interfaces';
6
7
8 const URL = environment.url;
9
10 @Injectable({
11   providedIn: 'root'
12 })
13 export class CamaraService {
14
15   private usuario: Camara = {};
16
17   constructor(private http: HttpClient, private navCtrl: NavController) {
18
19   }
20
21   //Registro de Cámaras
22   registro(camara: Camara, id){
23     return new Promise( resolve => {
24
25       this.http.put(`${ URL }/post_camara/${id}`, camara)
26         .subscribe( resp => {
27           console.log(resp);
28           if(resp['ok']){
29             resolve(true);
30           } else {
31             resolve(false);
32           }
33         }
34     )
35   }
36 }

```

Figura 90. Cámara Service

```

usuario.service.ts X
src > app > services > usuario.service.ts > ...
1 import { HttpClient, HttpHeaders } from '@angular/common/http';
2 import { Injectable } from '@angular/core';
3 import { NavController } from '@ionic/angular';
4 import { Storage } from '@ionic/storage';
5 import { environment } from 'src/environments/environment';
6 import { RespuestaUsuarioDatos, Usuario } from '../interfaces/interfaces';
7
8
9 const URL = environment.url;
10
11 @Injectable({
12   providedIn: 'root'
13 })
14 export class UsuarioService {
15
16
17   token: string = null;
18   private usuario: Usuario = {};
19
20
21   constructor(private http: HttpClient, private storage: Storage, private navCtrl: NavController) {
22     //Crear almacenamiento local al iniciar
23     this.storage.create();
24   }
25
26   //Hacer un post al /login_usuario para obtener el token si el usuario está registrado
27   login(nom_usr: string, pass_usr: string){
28     const data = {nom_usr, pass_usr}; //crear constante para almacenar los valores recibidos
29
30     //Creado para retornar una promesa
31     return new Promise( resolve => {
32
33       this.http.post(`${ URL }/login_usuario` data) //hacer la petición al servidor enviando los datos que in
34     }
35   }
36 }

```

Figura 91. Usuario Service

```
ui-service.service.ts X
src > app > services > ui-service.service.ts > ...
1 import { Injectable } from '@angular/core';
2 import { AlertController, ToastController } from '@ionic/angular';
3
4 @Injectable({
5   providedIn: 'root'
6 })
7 export class UiServiceService {
8
9   constructor(private alertCtrl: AlertController,
10              private toastCtrl: ToastController) { }
11
12   //Crear alerta informativa con el mensaje que se recibe a través de la función
13   async alertaInformativa( message: string ) {
14     const alert = await this.alertCtrl.create({
15       cssClass: 'my-custom-class',
16       message,
17       buttons: ['OK']
18     });
19     await alert.present();
20   }
21
22
23
24   async presentToast( message: string ) {
25     const toast = await this.toastCtrl.create({
26       message,
27       duration: 1500
28     });
29     toast.present();
30   }
31 }
```

Figura 92. UI Service

```
horario.service.ts X
src > app > services > horario.service.ts > HorarioService
1 import { HttpClient, HttpHeaders } from '@angular/common/http';
2 import { Injectable } from '@angular/core';
3 import { NavController } from '@ionic/angular';
4 import { environment } from 'src/environments/environment';
5 import { Horario } from '../interfaces/interfaces';
6
7 const URL = environment.url;
8
9 @Injectable({
10   providedIn: 'root'
11 })
12 export class HorarioService {
13
14   constructor(private http: HttpClient, private navCtrl: NavController) { }
15
16   //Registro de Horarios
17   registro(horario: Horario, id){
18     return new Promise( resolve => {
19
20       this.http.put(`${ URL }/post_horario/${id}`, horario)
21         .subscribe( resp => {
22           console.log(resp);
23           if(resp['ok']){
24             resolve(true);
25           } else {
26             resolve(false);
27           }
28         });
29     });
30   }
31 }
```

Figura 93. Horario Service

```
datos.service.ts x
src > app > services > datos.service.ts > DatosService
1 import { EventEmitter, Injectable, Output } from '@angular/core';
2 import { Camara } from '../interfaces/interfaces';
3
4 @Injectable({
5   providedIn: 'root'
6 })
7 export class DatosService {
8   @Output() disparadorDatos: EventEmitter<any> = new EventEmitter();
9
10  private camara: Camara = {};
11
12  constructor() { }
13
14  //Obtener cámara datos del componente
15  getCamara(){
16    this.disparadorDatos.subscribe(resp => { //<<<---using ()=> syntax
17      this.camara = resp;
18    });
19    return {...this.camara};
20  }
}
```

Figura 94. Datos Service

4.2.2.4. Fase 4. Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia.

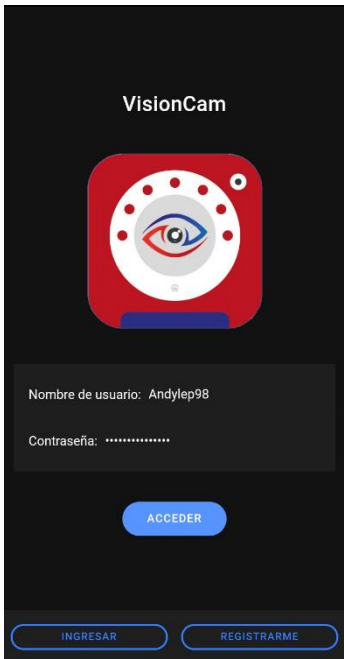
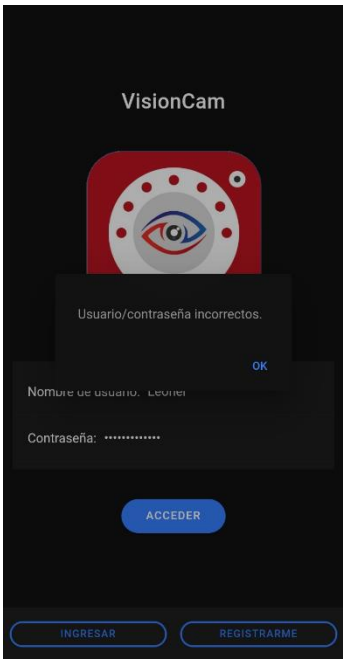
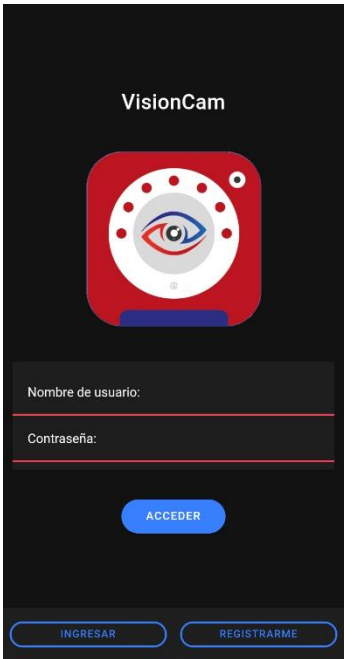
Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video				
Prueba N°1	Inicio de sesión			
Objetivo	Ingresar correctamente al aplicativo móvil			
Rol de usuario	Propietario del sistema de videovigilancia			
Resultado	Exitoso	X	Fallido	
Escenario de prueba				
Escenario	Datos de entrada	Resultado		
Ingreso de datos correctos	Nombre de usuario y contraseña registrados en la Base de Datos	Acceso exitoso al aplicativo móvil, generación y almacenamiento del nuevo token en el storage.		
Ingreso de datos erróneos	Nombre de usuario o contraseña incorrectos	Muestra de alerta con el mensaje: “Usuario/Contraseña incorrecta”		
Ingreso de datos nulos	Campos de nombre de usuario o contraseña en blanco	Se marca en rojo las casillas vacías.		
Resultado				
Ingreso de datos correctos	Ingreso de datos erróneos	Ingreso de datos nulos		
				

Figura 95. Prueba N°1. Inicio de sesión

Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video				
Prueba N°2	Registro usuario			
Objetivo	Creación correcta de usuario en el aplicativo móvil			
Rol de usuario	Propietario del sistema de videovigilancia			
Resultado	Exitoso	X	Fallido	
Escenario de prueba				
Escenario	Datos de entrada		Resultado	
Ingreso de datos correctos	Avatar, nombre, apellido, correo, teléfono, nombre de usuario y contraseña		Creación exitosa de usuario, ingresa al aplicativo móvil, generación y almacenamiento del nuevo token en el storage.	
Intento de registro de datos de usuario ya registrado	Avatar, nombre, apellido, correo, teléfono, nombre de usuario y contraseña		Muestra de alerta con el mensaje: “El usuario (nombre de usuario) ya se encuentra registrado”	
Ingreso de datos nulos	Avatar, nombre, apellido, correo, teléfono, nombre de usuario y contraseña		Se marca en rojo las casillas vacías.	
Resultado				
Ingreso de datos correctos	Intento de registro de datos de usuario ya registrado		Ingreso de datos nulos	
				

Figura 96. Prueba N°2. Registro usuario

Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video				
Prueba N°3	Actualizar usuario			
Objetivo	Actualización correcta de los datos de usuario en el aplicativo móvil			
Rol de usuario	Propietario del sistema de videovigilancia			
Resultado	Exitoso	X	Fallido	
Escenario de prueba				
Escenario	Datos de entrada	Resultado		
Ingreso de datos correctos	Avatar, nombre, apellido, correo, teléfono y nombre de usuario	Muestra de alerta con el mensaje: “Usuario actualizado correctamente”		
Ingreso de datos nulos	Avatar, nombre, apellido, correo, teléfono y nombre de usuario	Se marca en rojo las casillas vacías		
Resultado				
Ingreso de datos correctos		Ingreso de datos nulos		
				

Figura 97. Prueba N°3. Actualizar usuario

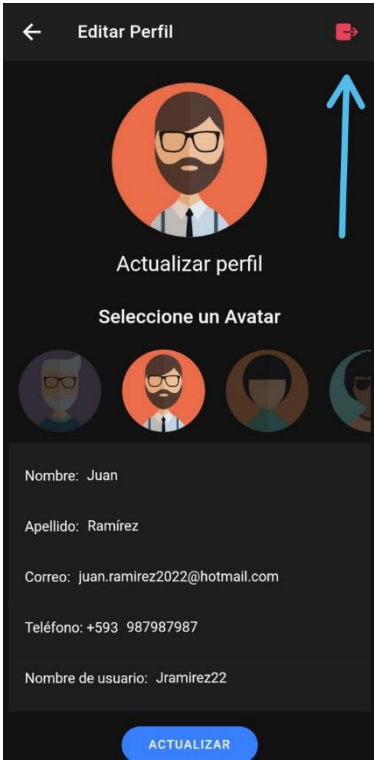
Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video				
Prueba N°4	Cerrar sesión			
Objetivo	Cerrar sesión correctamente en el aplicativo móvil			
Rol de usuario	Propietario del sistema de videovigilancia			
Resultado	Exitoso	X	Fallido	
Escenario de prueba				
Escenario	Resultado			
Cierre de sesión exitoso	Cerrar sesión de usuario, se envía a la interfaz de login y se elimina el token almacenado en el storage			
Resultado				
Cierre de sesión exitoso				
				

Figura 98. Prueba N°4. Cerrar sesión


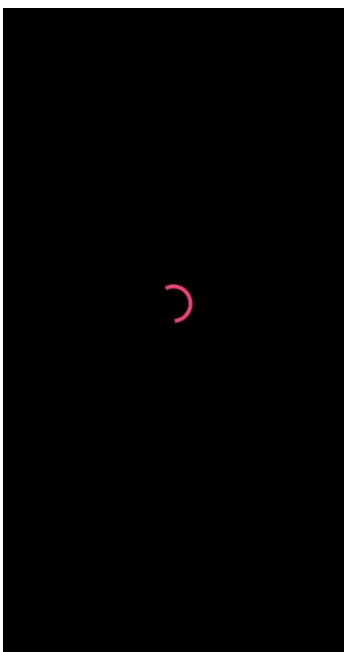
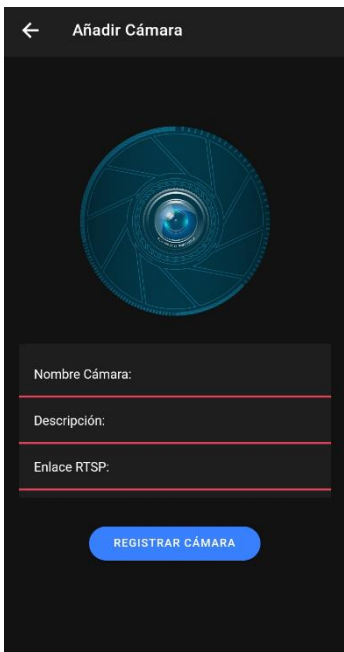
Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video			
Prueba N°5	Registrar cámara		
Objetivo	Agregar correctamente una cámara de videovigilancia mediante el aplicativo móvil		
Rol de usuario	Propietario del sistema de videovigilancia		
Resultado	Exitoso	X	Fallido
Escenario de prueba			
Escenario	Datos de entrada	Resultado	
Ingreso de datos correctos	Nombre de cámara, descripción y enlace RTSP	Se agrega una nueva cámara. Muestra de alerta con el mensaje: “La cámara (nombre cámara) se ha registrado exitosamente”	
Ingreso de enlace RTSP erróneo	Enlace RTSP	Dificultades de conexión con la cámara registrada	
Ingreso de datos nulos	Nombre de cámara, descripción y enlace RTSP	Se marca en rojo las casillas vacías	
Resultado			
Ingreso de datos correctos	Ingreso de enlace RTSP erróneo	Ingreso de datos nulos	
			

Figura 99. Prueba N°5. Registrar cámara

Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video				
Prueba N°6	Actualizar cámara			
Objetivo	Actualizar correctamente los datos de una cámara de videovigilancia mediante el aplicativo móvil			
Rol de usuario	Propietario del sistema de videovigilancia			
Resultado	Exitoso	X	Fallido	
Escenario de prueba				
Escenario	Datos de entrada	Resultado		
Ingreso de datos correctos	Descripción y enlace RTSP	Se actualiza correctamente los datos de la cámara. Muestra de alerta con el mensaje: “Cámara actualizada correctamente”		
Ingreso de enlace RTSP erróneo	Enlace RTSP	Dificultades de conexión con la cámara registrada		
Ingreso de datos nulos	Descripción y enlace RTSP	Se marca en rojo las casillas vacías		
Resultado				
Ingreso de datos correctos	Ingreso de enlace RTSP erróneo	Ingreso de datos nulos		
				

Figura 100. Prueba N°6. Actualizar cámara

Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video				
Prueba N°7	Eliminar cámara			
Objetivo	Eliminar correctamente una cámara en el aplicativo móvil			
Rol de usuario	Propietario del sistema de videovigilancia			
Resultado	Exitoso	X	Fallido	
Escenario de prueba				
Escenario	Resultado			
Confirmar eliminación	Al seleccionar SI se elimina la cámara de la base de datos. Muestra de alerta con el mensaje: “La cámara (nombre cámara) se ha eliminado exitosamente”			
Negar eliminación	Al seleccionar NO se redirige al usuario a la pestaña Sis-Videovigilancia, sin modificaciones en la base de datos			
Resultado				
Confirmar eliminación	Negar eliminación			
				

Figura 101. Prueba N°7. Eliminar cámara

Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video				
Prueba N°8	Reproducir cámara			
Objetivo	Reproducir correctamente una cámara en el aplicativo móvil			
Rol de usuario	Propietario del sistema de videovigilancia			
Resultado	Exitoso	X	Fallido	
Escenario de prueba				
Escenario	Resultado			
Conexión exitosa con la cámara	Se visualiza en tiempo real en video captado por la cámara			
Conexión fallida con la cámara	Al agotarse el tiempo de espera de conexión se cierra el reproductor y se redirige al usuario a la pestaña Sis-Videovigilancia			
Resultado				
Conexión exitosa con la cámara	Conexión fallida con la cámara			
				

Figura 102. Prueba N°8. Reproducir cámara

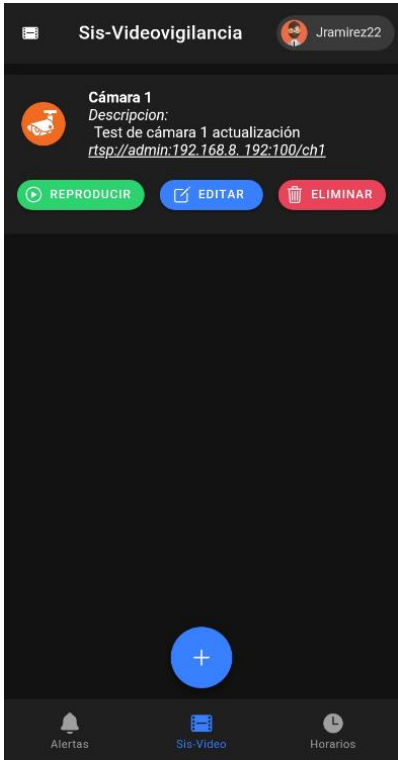
Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video				
Prueba N°9	Visualizar cámaras registradas en el aplicativo móvil			
Objetivo	Visualizar correctamente las cámaras registradas en el aplicativo móvil			
Rol de usuario	Propietario del sistema de videovigilancia			
Resultado	Exitoso	X	Fallido	
Escenario de prueba				
Escenario	Datos mostrados		Resultado	
Importación correcta de datos	Nombre de cámara, descripción y enlace RTSP		Se visualiza un listado completo de todas las cámaras registradas en la base de datos	
Resultado				
Importación correcta de datos				
				

Figura 103. Prueba N°9. Visualizar cámaras registradas en el aplicativo móvil

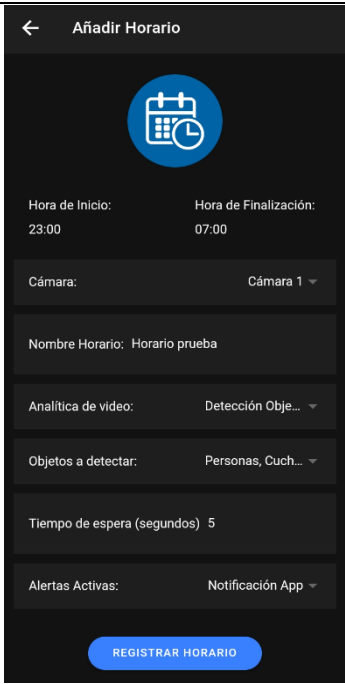

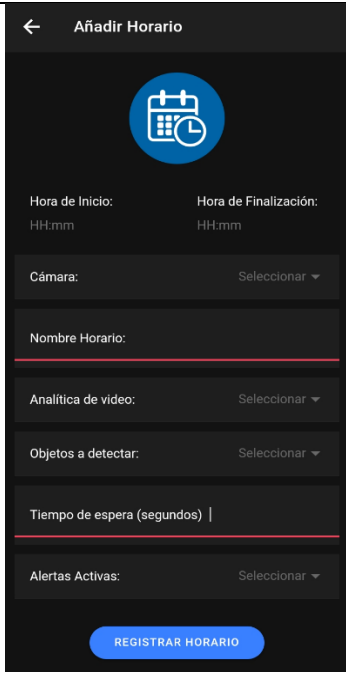
Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video				
Prueba N°10	Registrar horario para detección de objetos			
Objetivo	Registrar correctamente un horario para detección de objetos en el aplicativo móvil			
Rol de usuario	Propietario del sistema de videovigilancia			
Resultado	Exitoso	X	Fallido	
Escenario de prueba				
Escenario	Datos de entrada		Resultado	
Ingreso de datos correctos	Hora de inicio, hora de finalización, cámara, nombre de horario, analítica de video (detección de objetos), objetos a detectar, tiempo de espera (segundos), alertas activas		Se genera un horario con estado activo para detección de objetos	
Ingreso de datos erróneos	Tiempo de espera (segundos)		Se marca en rojo las casillas con datos incorrectos	
Ingreso de datos nulos	Hora de inicio, hora de finalización, cámara, nombre de horario, analítica de video (detección de objetos), objetos a detectar, tiempo de espera (segundos), alertas activas		Se marca en rojo las casillas vacías	
Resultado				
Ingreso de datos correctos	Ingreso de datos erróneos		Ingreso de datos nulos	
				

Figura 104. Prueba N°10. Registrar horario para detección de objetos

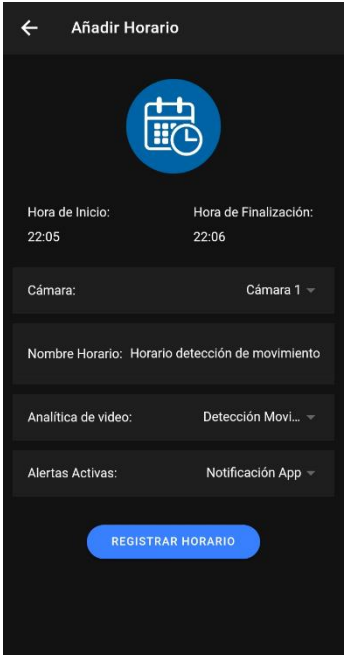
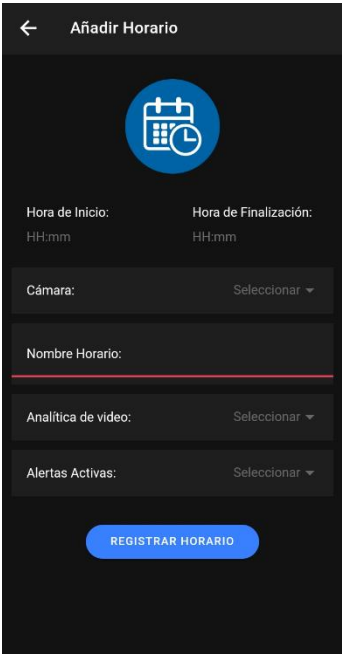
Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video				
Prueba N°11	Registrar horario para detección de movimiento			
Objetivo	Registrar correctamente un horario para detección de movimiento en el aplicativo móvil			
Rol de usuario	Propietario del sistema de videovigilancia			
Resultado	Exitoso	X	Fallido	
Escenario de prueba				
Escenario	Datos de entrada		Resultado	
Ingreso de datos correctos	Hora de inicio, hora de finalización, cámara, nombre de horario, analítica de video (detección de movimiento), alertas activas		Se genera un horario con estado activo para detección de movimiento	
Ingreso de datos nulos	Hora de inicio, hora de finalización, cámara, nombre de horario, analítica de video (detección de movimiento), alertas activas		Se marca en rojo las casillas vacías	
Resultado				
Ingreso de datos correctos			Ingreso de datos nulos	
				

Figura 105. Prueba N°11. Registrar horario para detección de movimiento

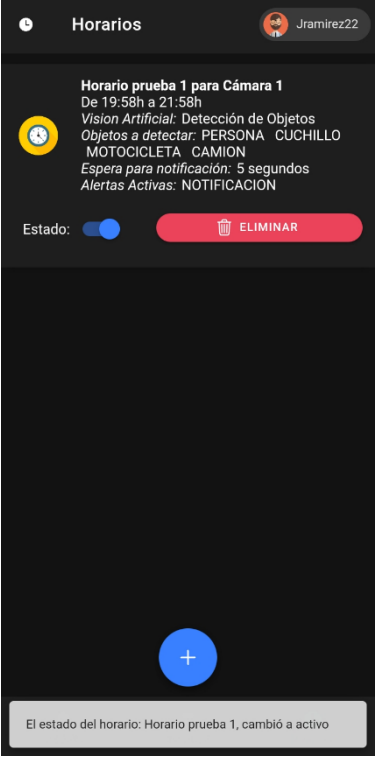
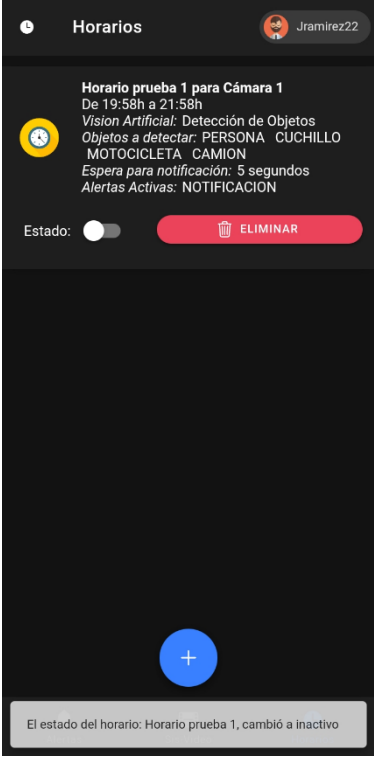
Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video				
Prueba N°12	Actualizar horario (estado)			
Objetivo	Actualizar correctamente el estado de un horario en el aplicativo móvil			
Rol de usuario	Propietario del sistema de videovigilancia			
Resultado	Exitoso	X	Fallido	
Escenario de prueba				
Escenario	Resultado			
Estado activo	Se crea una nueva tarea programada para ejecutarse en el horario indicado con las características seleccionadas por el usuario. Muestra de alerta con el mensaje: “El estado del horario: (nombre de horario), cambio a activo”			
Estado inactivo	Se suspende una tarea programada. Muestra de alerta con el mensaje: “El estado del horario: (nombre de horario), cambio a inactivo”			
Resultado				
Estado activo		Estado inactivo		
				

Figura 106. Prueba N°12. Actualizar horario (estado)

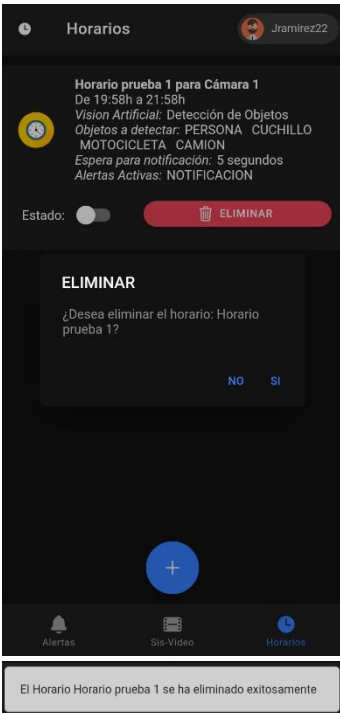
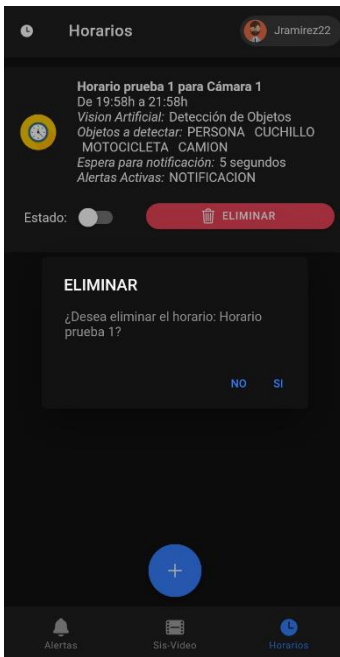
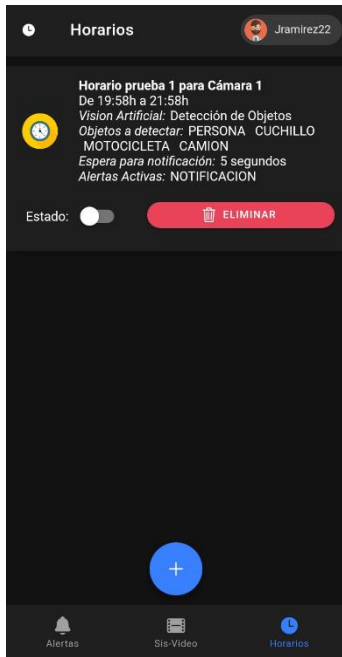
Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video				
Prueba N°13	Eliminar horario			
Objetivo	Eliminar correctamente un horario en el aplicativo móvil			
Rol de usuario	Propietario del sistema de videovigilancia			
Resultado	Exitoso	X	Fallido	
Escenario de prueba				
Escenario	Resultado			
Confirmar eliminación	Al seleccionar SI se elimina el horario de la base de datos. Muestra de alerta con el mensaje: “El horario: (nombre de horario) se ha eliminado exitosamente”			
Negar eliminación	Al seleccionar NO se redirige al usuario a la pestaña Horarios, sin modificaciones en la base de datos			
Resultado				
Confirmar eliminación	Negar eliminación			
				

Figura 107. Prueba N° 13. Eliminar horario

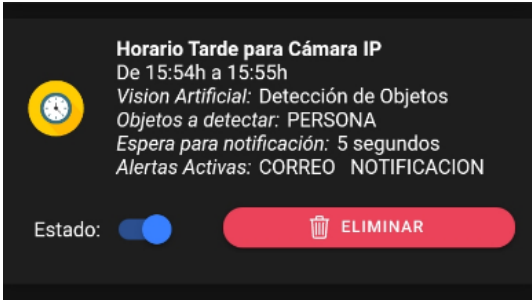
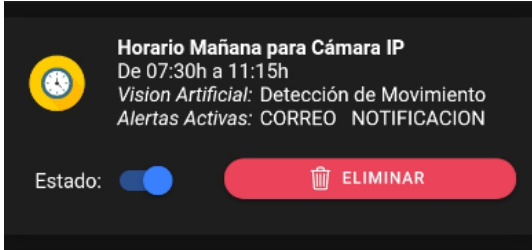
Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video				
Prueba N°14	Visualizar horarios registrados en el aplicativo móvil			
Objetivo	Visualizar correctamente los horarios registrados en el aplicativo móvil			
Rol de usuario	Propietario del sistema de videovigilancia			
Resultado	Exitoso	X	Fallido	
Escenario de prueba				
Escenario	Datos mostrados		Resultado	
Importación correcta de datos de detección de objetos	Nombre de horario, hora de inicio y finalización, analítica de video, objetos a detectar, espera para notificación alertas activas, estado de horario		Se visualiza un listado completo de todos los horarios de detección de objetos registrados en la base de datos	
Importación correcta de datos de detección de movimiento	Nombre de horario, hora de inicio y finalización, analítica de video, alertas activas, estado de horario		Se visualiza un listado completo de todos los horarios de detección de movimiento registrados en la base de datos	
Resultado				
Importación correcta de datos de detección de objetos		Importación correcta de datos de detección de movimiento		
				

Figura 108. Prueba N°14. Visualizar horarios registrados en el aplicativo móvil


Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video				
Prueba N°15	Visualizar alertas en el aplicativo móvil			
Objetivo	Visualizar correctamente las alertas en el aplicativo móvil			
Rol de usuario	Propietario del sistema de videovigilancia			
Resultado	Exitoso	X	Fallido	
Escenario de prueba				
Escenario	Datos mostrados		Resultado	
Importación correcta de datos	Tipo de detección, cámara, fecha y hora, captura de imagen		Se visualiza un listado completo de las alertas generadas para las cámaras en los horarios establecidos	
Resultado				
Importación correcta de datos				
				

Figura 109. Prueba N°15. Visualizar alertas en el aplicativo móvil


Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video				
Prueba N°16	Visualizar multimedia de alertas en el aplicativo móvil			
Objetivo	Visualizar correctamente la multimedia de las alertas en el aplicativo móvil			
Rol de usuario	Propietario del sistema de videovigilancia			
Resultado	Exitoso	X	Fallido	
Escenario de prueba				
Escenario	Datos mostrados		Resultado	
Importación correcta de datos	Nombre de la cámara, imagen ampliada, tipo de detección, fecha y hora		Se visualiza de forma detallada la imagen capturada en la alerta	
Resultado				
Importación correcta de datos				
				

Figura 110. Prueba N°16. Visualizar multimedia de alertas en el aplicativo móvil



Pruebas del sistema prototipo informático de videovigilancia IP con analítica de video				
Prueba N°17	Notificación de alertas			
Objetivo	Visualizar correctamente la notificación de las alertas			
Rol de usuario	Propietario del sistema de videovigilancia			
Resultado	Exitoso	X	Fallido	
Escenario de prueba				
Escenario	Datos mostrados		Resultado	
Notificación de alertas en la APP	Nombre de la cámara, tipo de detección Objetos detectados, fecha y hora Imagen captada		Visualización correcta de alerta y archivo adjunto de imagen captada	
Notificación de alertas en correo electrónico	Tipo de detección, nombre de la cámara Imagen captada Objetos detectados, fecha y hora		Visualización correcta de alerta y archivo adjunto de imagen captada	
Notificación de alertas en SMS	Tipo de detección, nombre de la cámara Objetos detectados, fecha y hora		Visualización correcta de alerta	
Resultado				
Notificación de alertas en la APP	Notificación de alertas en correo electrónico	Notificación de alertas en SMS		
				

Figura 111. Prueba N°17. Notificación de alertas

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Mediante la revisión bibliográfica se determinó que previo al presente trabajo de investigación existieron antecedentes en los cuales se buscaba implementar técnicas y algoritmos de visión artificial a sistemas de videovigilancia con la finalidad de brindar características inteligentes a estos sistemas, sin embargo estos trabajos investigativos se limitaban únicamente a las fases de segmentación, extracción de características o reconocimiento y localización, limitándose a alcanzar la fase de interpretación en visión artificial sin opciones de alertas u otras características que aporten mayor eficiencia y saquen mayor provecho al proyecto al cual se está aplicando; adicionalmente se recopiló información acerca de los algoritmos aplicados en técnicas de visión artificial como detección de movimiento y detección de objetos, para la fundamentación teórica de la investigación como base para el sustento del presente trabajo investigativo.
- Gracias a las entrevistas y encuestas aplicadas tanto a pequeñas y medianas empresas de venta e instalación de sistemas de videovigilancia como a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán respectivamente, se obtuvo como resultados que los modelos más comunes de cámaras en las cuales está presente la analítica de video son Ezvis, Hikvision y ZKTeco, con precios que varían desde \$150,00 hasta \$1000,00 por cámara en los locales entrevistados; dichas cámaras cuentan con analítica de video como sistema de intrusión, cruce de líneas, análisis automático y/o reconocimiento de rostros, en base al costo de la cámara. Por otro lado, en las encuestas aplicadas a 251 locales comerciales de la ciudad de Tulcán el 79% de ellos poseen un sistema de videovigilancia desde 1 a 6 cámaras, instalado principalmente para aportar mayor seguridad y evitar robos; estas cámaras en un porcentaje muy reducido cuentan con analítica de video muy básica como detección de movimiento y/o recepción de alertas. En base a los resultados obtenidos en las entrevistas y encuestas el desarrollo de un sistema prototipo informático con analítica de video resulta beneficioso para los locales comerciales, debido a que si buscan mayor eficiencia en sus sistemas de videovigilancia no tendrán la necesidad de reemplazar completamente o parcialmente su sistema con cámaras de analítica de video sumamente costosas, sino que tendrán la posibilidad de

aportar características inteligentes a las cámaras de sus sistema de videovigilancia actuales.

- Mediante la experimentación y pruebas realizadas con algoritmos, técnicas y herramientas de visión artificial se determinó que el algoritmo Background-Subtractor MOG2 en detección de movimiento es el más preciso y eficiente con respecto al grupo de algoritmos analizados para este caso, brindando la posibilidad de que únicamente con el valor del histórico y el umbral logre identificar rápidamente el objeto en movimiento y evitar detectar zonas no deseadas dentro de la escena, con la opción de detección de sombras, lo cual no fue implementado en el presente proyecto; por otro lado, el algoritmo desarrollado con el API de detección de objetos de TensorFlow con su modelo de aprendizaje profundo previamente entrenado en conjunto de datos COCO denominado SSD MobileNet v3 posee una buena relación con respecto a la tasa de fotogramas por segundo y sus presión para ser aplicados en hardware básico y moderadamente potente, logrando alcanzar este algoritmo un promedio de 0,1798 segundos en detectar objetos en diferentes imágenes con múltiples escenarios, a diferencia del grupo de algoritmos analizados para este caso; determinando de esta manera que estos algoritmos son óptimos para ser aplicados en el sistema prototipo informático con analítica de video orientado a sistemas de videovigilancia IP básicos.
- Mediante el desarrollo del sistema prototipo informático de analítica de video, se logró aplicar algoritmos de visión artificial a sistemas de videovigilancia IP básicos, brindando así la posibilidad de mejorar tanto su eficiencia como rendimiento, aportando beneficios, características inteligentes como detección de movimiento, detección de objetos, alertas en tiempo real (notificación de la app, correo, SMS); así como también sacar el mayor provecho al sistema de videovigilancia actual de un local comercial mediante una conexión a través del protocolo RTSP de las cámaras de seguridad, todo esto sin la necesidad de actualizar sus cámaras o equipos a sistemas de videovigilancia costosos.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para obtener mayor conocimiento y mejorar las bases acerca de algoritmos, técnicas y herramientas orientadas a la visión artificial, es recomendable trabajar de la mano o realizar acercamientos a expertos en temas de visión artificial, con la finalidad de conseguir una perspectiva más amplia con respecto a los algoritmos o técnicas existentes que podrían aportar mayores beneficios al desarrollo de proyectos o propuestas tecnológicas orientadas a la aplicación de visión artificial a sistemas de videovigilancia.
- Es recomendable aprovechar los beneficios de las herramientas tecnológicas actuales para el desarrollo de proyectos o sistemas informáticos que aporten nuevas o mejores características a equipos que se tienen disponibles sin necesidad de renovarlos, como en el caso de los sistemas de videovigilancia ya que las cámaras con analítica de video que se encuentran actualmente en el mercado son muy costosas y en muchas ocasiones resultan poco asequibles; es así como aprovechando la tecnología se puede aportar positivamente a la seguridad brindando características inteligentes a las cámaras de los sistemas de videovigilancia que ya se encuentran instaladas en los locales comerciales.
- Referente al uso de algoritmos y/o técnicas de visión artificial es recomendable trabajar en hardware potente tanto en CPU (Unidad de Procesamiento Central) como en GPU (Unidad de Procesamiento Gráfico), pudiendo aplicar algoritmos más precisos con la finalidad de conseguir mejores resultados en proyectos como el presente sistema prototipo informático de analítica de video, logrando obtener eficiencia y precisión a diferencia de trabajarlo de forma local; por tal motivo se recomienda el uso del servicio de la nube como por ejemplo Amazon Web Services, Google Cloud o Microsoft Azure, aprovechando así todo el potencial tanto en hardware como en software que nos ofrecen estos servicios en la nube. Adicionalmente para futuros proyectos se podría desarrollar modelos propios para detección de objetos, entrenados acorde a las necesidades a las cuales este orientado dicho proyecto.
- Para obtener mejores resultados en cuanto a la precisión al momento de detectar objetos y/o movimiento, así como también al momento de obtener un buen rendimiento en función de la tasa de fotogramas que se genera y al tiempo de ejecución del

algoritmo; resulta indispensable recurrir a algoritmos más precisos y hardware más potente. En este sentido para el presente proyecto se hizo uso del algoritmo SSD MobileNet v3 ya que presentó la mejor relación en cuanto a rendimiento, precisión y tiempo de ejecución en el hardware usado; pero para conseguir mayor fiabilidad y mejor desempeño del sistema prototipo informático lo cual resulta indispensable al generar alertas en tiempo real, se recomienda el uso del algoritmo YOLO v3 o superior debido a que es muy preciso y que al ejecutarlo con una GPU de elevadas prestaciones como la NVIDIA Titan X, logrará alcanzar un promedio de 45 fotogramas por segundo con una precisión de 51.5 mAP.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACACIO SEGURIDAD. (2019). *Cámaras de Vigilancia: características y ventajas*. Recuperado de <https://www.acacioseguridad.com/camaras-de-vigilancia/>
- Acuña, A. (2018). *VISIÓN ARTIFICIAL APLICADA A LA DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS EN TIEMPO REAL* (Tesis de Grado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20098/1/CD-9539.pdf>
- Arias, J. (2017). *PLATAFORMA DE EVALUACIÓN DE ALGORITMOS DE RECONOCIMIENTO DE CARACTERES NUMÉRICOS EN IMÁGENES DIGITALES* (Tesis de Maestría). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/6158/1/20T00812.pdf>
- Ayesha, Y., Shixin, L., Shelembi, J., y Hai, Z. (2020). Real-Time Object Detection Using Pre-Trained Deep Learning Models MobileNet-SSD. *Sanya: Association for Computing Machinery*, 44–48. Recuperado de <https://doi.org/10.1145/3379247.3379264>
- Barradas, U., Bárcenas, A., Sánchez, M., y Hernández, G. (2017). Implementación de sistema de video cámaras IP como medio de seguridad para el Tecnológico de Álvaro Obregón, *Ingeniería Revista Académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán* 21(2), 65–74. Recuperado de <https://www.revista.ingenieria.uady.mx/ojs/index.php/ingenieria/article/view/68/97>
- BLACK BOX. (2018). *Cámaras analógicas vs. cámaras IP: Una comparativa en 12-puntos*. Recuperado de <https://www.blackbox.com.mx/mx-mx/page/23769/Recursos/News-Events/News/cmaras-analgicas-vs-cmaras-ip-una-comparativa-en-12puntos>
- Buhigas, J. (2018). *Todo lo que necesitas saber sobre TensorFlow, la plataforma para Inteligencia Artificial de Google – Puentes Digitales*. Recuperado de <https://puentesdigitales.com/2018/02/14/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-tensorflow-la-plataforma-para-inteligencia-artificial-de-google/>
- Cadena, J., Montaluisa, R., Flores, G., Chancúsig, J., y Guaypatín, O. (2017). Vista de Reconocimiento facial con base en imágenes. *Redipe*, 6, 145–146. Recuperado de

<https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/267/264>

Campelo, L. (2019). *Um sistema de contagem de veículos em rodovias usando visão artificial* (Tesis de Grado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil. Recuperado de <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/43642>

Caspitran, O. (2020). *Sistema de Aprendizaje Automático para Detección y Análisis de Tráfico Vehicular* (Tesis de Grado). Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, Queretaro, México. Recuperado de <https://cidesi.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1024/448/1/ETM-OICO-2019.pdf>

Del Aljarafe, M. (2021). *Sistemas de videovigilancia*. Recuperado de http://www.superinventos.com/sistemas_videovigilancia.htm

Del Valle, L. (2016). *¿Por qué y para qué aprender visión artificial?* Recuperado de <https://programarfacil.com/blog/vision-artificial/aprender-vision-artificial/>

Duran, M., Vargas, Á., y Prada, C. (2018). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA POR MEDIO DE ENLACES MICROONDAS PARA LA EMPRESA DISAM SUCURSAL SANTA MARTA* (Tesis de Grado). Universidad Cooperativa de Colombia, Magdalena, Colombia. Recuperado de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/6175/1/2018_dise%c3%b1o_sistema_vigilancia.pdf

EL COMERCIO. (2017). *Los sistemas de video seguridad con tecnología IP existen desde hace 10 años en el país*. Recuperado de <https://www.elcomercio.com/guaifai/sistemas-video-seguridad-tecnologia-telefonos.html>

EPITECH. (2021). *Qué es Flask (Python) y cuáles son sus principales ventajas*. Recuperado de <https://www.epitech-it.es/flask-python/>

Escobar, L. (2016). *EVALUACIÓN DE ALGORITMOS DE SUSTRACCIÓN DE FONDO PARA CONTEO DE PERSONAS* (Tesis de Grado). Universidad el Valle, Santiago de Cali, Colombia. Recuperado de <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/15687/CB0565487.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Espinosa, O. (2020, October 14). *Qué hay que tener en cuenta al montar un sistema de videovigilancia IP*. Recuperado de <https://www.redeszone.net/reportajes/tecnologias/montar-sistema-videovigilancia-ip/>
- FEVOX. (2020). *Circuito Cerrado de Televisión o CCTV, Video analítica y Videovigilancia*. Recuperado de <https://www.fevox.co/solution/cctv-video-vigilancia-y-video-analitica/>
- GAMA SEGURIDAD. (2018). *Analítica de vídeo: qué es y cuáles son sus ventajas*. Recuperado de <https://alarmasgama.com/analitica-de-video-que-es-ventajas/#:~:text=Ventajas de la analítica de vídeo%3A&text=Ahorro de tiempo%3>
- Gianareas, J. (2019). *MongoDB: qué es, cómo funciona y cuándo podemos usarlo (o no)*. Recuperado de https://platzi.com/tutoriales/1533-mongodb/5033-mongodb-que-es-como-funciona-y-cuando-podemos-usarlo-o-no/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=12915366154&utm_ad_group=&utm_content=&gclid=Cj0KCQiAweaNBhDEARIsAJ5hwbePhKg1s_mezegvVzpWkMIO9W9uZ8Mh2Tiss0ztgBTRi_3E-xHyyjMaAgKkEALw_wcB&gclsrc=aw.ds
- GLOBALBIT. (2020). *¿Qué es Ionic y por qué es tan conveniente para el desarrollo de Apps?* Recuperado de <https://www.globalbit.co/2020/08/14/que-es-ionic-y-por-que-es-tan-conveniente-para-el-desarrollo-de-apps/>
- González, A., Martínez, F., Pernía, A., Castejón, M., Ordieres, J., y Vergara, E. (2006). *TÉCNICAS Y ALGORITMOS BÁSICOS DE VISIÓN ARTIFICIAL*. Madrid, España: Universidad de La Rioja (ed.). Recuperado de <https://publicaciones.unirioja.es/catalogo/online/VisionArtificial.pdf>
- González, D. (2021). *Tipos de aplicaciones móviles: ventajas, desventajas y ejemplos*. Recuperado de <https://profile.es/blog/tipos-aplicaciones-moviles-ventajas-ejemplos/>
- González, J. (2020). *Desarrollo de un sistema de detección de obstáculos en vía en un paso a nivel de una red de tranvías*. Recuperado de http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/108586/1/TFP_Memoria_jgonzalezdela.pdf
- Google Brain Team. (2020). *SSD MobileNet v3*. Recuperado de

https://tfhub.dev/tensorflow/tfjs-model/ssd_mobilenet_v3/1/default/1

Granollers, T. (2020). *¿Qué es un prototipo? Curso de Interacción Persona-Ordenador*. Recuperado de <https://mpiua.invid.udl.cat/fases-mpiua/prototipado/que-es-un-prototipo/>

GREKKOM TECHNOLOGIES. (2018). *Analítica de Vídeo: complemento ideal para la videovigilancia - GREKKOM*. Recuperado de <https://grekkom.com/por-que-necesitas-un-software-de-analitica-de-video/>

Gupta, R. (2020). *Background subtraction - OpenCV*. Recuperado de <https://www.geeksforgeeks.org/background-subtraction-opencv/>

Gutiérrez, J. (2017). *La visión artificial aún no se instaura como un estándar en Chile*. Recuperado de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2992&ni=jose-gutierrez-encargado-de-ventas-en-ett-la-vision-artificial-aun-no-se-instaura-como-un-estandar-en-chile>

Guzmán, W. (2019). *Analítica de video y sus ventajas en la videovigilancia*. Recuperado de <https://rincondelatecnologia.com/la-analitica-video-ventajas/>

Hui, J. (2018). *SSD object detection: Single Shot MultiBox Detector for real-time processing*. Recuperado de <https://jonathan-hui.medium.com/ssd-object-detection-single-shot-multibox-detector-for-real-time-processing-9bd8deac0e06>

IDEAS IMPRESCINDIBLES. (2018). *Objetivos de Desarrollo Sostenible: por qué son tan importantes para todos*. Recuperado de <https://www.ideasimprescindibles.es/objetivos-desarrollo-sostenible-importancia/>

Iglesias, J. (2019). *Machine Learning fácil: introducción a PyTorch - Paradigma*. Recuperado de <https://www.paradigmadigital.com/dev/introduccion-pytorch/>

IONOS. (2020). *¿Qué es un servidor informático?, Definición y explicación*. Recuperado de <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/que-es-un-servidor-un-concepto-dos-definiciones/>

Jinez, R., y Pantoja, C. (2020). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA PARA EL BARRIO LOS PINOS DE LA PARROQUIA PIFO* (Tesis de Grado). Escuela Politécnica

- Nacional, Quito, Ecuador. Recuperado de https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21340/1/CD_10856.pdf
- Kathuria, A. (2018). *What's new in YOLO v3?*. Recuperado de <https://towardsdatascience.com/yolo-v3-object-detection-53fb7d3bfe6b>
- López, G. (2016). *SISTEMA INTELIGENTE DE RECONOCIMIENTO DE PATRONES CON VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA ALERTA AUTOMÁTICA DE INTRUSOS EN LAS ÁREAS DE ALMACENAMIENTO DE LAS PYMES* (Tesis de Grado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Recuperado de https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23065/1/Tesis_t1117ec.pdf
- López, J., y Villalba, M. (2021, July 1). *Módem vs. router: ¿qué son y para qué sirve cada uno?* Recuperado de <https://es.digitaltrends.com/computadoras/modem-vs-router/>
- Maluenda, R. (2021). *Qué es un algoritmo informático: características, tipos y ejemplos*. Recuperado de <https://profile.es/blog/que-es-un-algoritmo-informatico/amp/>
- Marín, R. (2020). *OpenCV, Instalación en Python y ejemplos básicos*. Recuperado de <https://revistadigital.inesem.es/informatica-y-tics/opencv/>
- Meel, V. (2020). *YOLOv3: Real-Time Object Detection Algorithm (What's New?)* - *viso.ai*. Recuperado de <https://viso.ai/deep-learning/yolov3-overview/>
- Miranda, R., Solano, J., y Méndez, A. (2019). *Introducción al Aprendizaje Automático con YOLO*. Recuperado de <https://revistas.ulatina.ac.cr/index.php/tecnologiavital/article/download/250/260/>
- Moujahid, A., Inza, I., y Larrañaga, P. (2019). *Clasificadores K-NN*. Recuperado de <http://www.sc.ehu.es/ccwbayes/docencia/mmcc/docs/t9knn.pdf>
- NACIONES UNIDAS. (2021). *Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>
- NTECHLAB. (2019). *El Reconocimiento de movimiento es un paso importante en la evolución de la Inteligencia Artificial*. Recuperado de <https://ntechlab.com/es/blog/el-reconocimiento-de-movimiento-es-un-paso-importante-en-la-evolucion-de-la->

inteligencia-artificial/

OpenVINO. (2019). *yolo-v3-tiny-tf*. Recuperado de https://docs.openvino.ai/latest/omz_models_model_yolo_v3_tiny_tf.html

Pérez, M. (2021). *Definición de Monitor*. Recuperado de <https://conceptodefinicion.de/monitor/>

PROGRAMADOR CLICK. (2020). *K-más cercano (KNN) y mezcla de gaussianos (MOG2) del algoritmo de resta de fondo - programador clic*. Recuperado de <https://programmerclick.com/article/69861681259/>

Puetate, M., y Guadalupe, B. (2020). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA IP PARA EL SECTOR CENTRO NORTE DE PIFO* (Tesis de Grado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Recuperado de <https://www.ccapitalia.net/descarga/teleco/2020-puetate-guadalupe-disenosistemavideovigilanciaip.pdf>

Qi-Chao, M., Hong-Mei, S., Yan-Bo, L., y Rui-Sheng, J. (2019). Mini-YOLOv3: Real-Time Object Detector for Embedded Applications. *IEEE Access*, 7. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8839032>

Redmon, J., y Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An Incremental Improvement. *ArXiv*. Recuperado de <https://arxiv.org/abs/1804.02767>

Robledano, Á. (2019). *Qué es un algoritmo informático*. Recuperado de <https://openwebinars.net/blog/que-es-un-algoritmo-informatico/>

Rodríguez, L. (2009). *ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE ALGORITMOS DE DETECCIÓN DE MOVIMIENTO Y SU APLICACIÓN A SISTEMAS DE SEGUIMIENTO EN VÍDEO* (Tesis de Grado). Universidad Carlos III De Madrid, Madrid, España. Recuperado de https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/7522/PFC_Luis_Rodriguez_Lopez.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sánchez, C. (2017). *ANÁLISIS DE DOS ALGORITMOS PARA DETECCIÓN DE ROSTROS E IMPLEMENTACIÓN DE UNO DE ELLOS UTILIZADO EN ANALÍTICA DE VIDEO*

- PARA SISTEMAS DE VIDEOVIGILANCIA* (Tesis de Grado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17471>
- SAP DATA HUB. (2020). *KNN Background Subtractor*. Recuperado de <https://help.sap.com/doc/de49c012b53d476eae7af14497eac256/2.4.latest/en-US/8e10d82509d642e6a373f0c5037d5a54.html>
- SECURITAS. (2019). *Analítica de vídeo: lo que el ojo no ve*. Recuperado de <https://elblogdesecuritas.es/analitica-de-video/#:~:text=La analítica de vídeo se,por ejemplo%2C situaciones de alerta.>
- Solano, G. (2020). *SUSTRACCIÓN DE FONDO | Python – OpenCV*. Recuperado de <https://omes-va.com/sustraccion-de-fondo-opencv-python/>
- SOLUCIÓN INGENIERIL. (2021). *Etapas de un sistema de visión - Visión artificial*. Recuperado de http://solucioningenieril.com/vision_artificial/etapas_de_un_sistema_de_vision
- Taquía, J. (2017). El procesamiento de imágenes y su potencial aplicación en empresas con estrategia digital. *Interfases*, 10, 28. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6230450&info=resumen&idioma=ENG>
- TECHTARGET. (2021). *¿Qué es Base de datos o DB? - Definición en WhatIs.com*. Recuperado de <https://www.computerweekly.com/es/definicion/Base-de-datos-o-DB>
- UNED. (2018). *Reconocimiento visual - Psicología UNED*. Recuperado de <http://psicologia.isipedia.com/segundo/psicologia-de-la-percepcion/08-reconocimiento-visual>
- Universidad de Santiago de Chile. (2017). *Académico presenta avances en estudios de visión artificial ante expertos internacionales*. Recuperado de <http://www.usach.cl/news/academico-presenta-avances-estudios-vision-artificial-ante-expertos-internacionales-1>
- Vaquier, R., y Aguilar, J. (2016). *SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA DETECCIÓN*

DE CUERPOS SÓLIDOS EN BOTELLAS A TRAVÉS DEL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES CON LABVIEW (Tesis de Grado). Universidad Veracruzana, Veracruz, México Recuperado de <https://docplayer.es/12217547-Sistema-de-vision-artificial-para-la-deteccion-de-cuerpos-solidos-en-botellas-a-traves-del-procesamiento-de-imagenes-con-labview.html>

Varadharajan, R., Shashikant, P., y Prabhulal, K. (2021). Comparison of YOLOv3, YOLOv5s and MobileNet-SSD V2 for Real-Time Mask Detection. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 8. Recuperado de <https://www.irjet.net/archives/V8/i7/IRJET-V8I7193.pdf>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Actas de sustentación de predefensa del trabajo de integración curricular



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
ACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE COMPUTACION



ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN

NOMBRE Sr. Andy Loenel Enríquez Pilacuán **CÉDULA DE IDENTID** 1727321265
NIVEL/PARALELO: 0 **PERIODO ACADÉMIC** 2021B

TEMA DEL TIC: "Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP "

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: Msc Jorge Miranda Realpe

DOCENTE TUTOR: MSc. Marco Yandún

DOCENTE: MSC. Carlitos Guano

De acuerdo al artículo 32: Una vez entregados los documentos; y, cumplidos los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director/a de Carrera designará el Tribunal, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS 4 **AULA:** 212

FECHA: miércoles, 9 de febrero de 2022

HORA: 0,479166667

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 5,96

2) Trabajo escrito 2,93

Nota final de PRE DEFENSA **8,90**

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el miércoles, 9 de febrero de 2022



Msc Jorge Miranda Realpe

PRESIDENTE



MSc. Marco Yandún
DOCENTE TUTOR



MSC. Carlitos Guano
DOCENTE

Adj.: Observaciones y recomendaciones



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
ACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE COMPUTACION



ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN

NOMBRE Sr. Inguilan Usuay Kevyn Anderson **CÉDULA DE IDENTID** 1758774440
NIVEL/PARALELO: 0 **PERIODO ACADÉMICO** 2021B

TEMA DEL TIC: "Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP "

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: Msc Jorge Miranda Realpe
DOCENTE TUTOR: MSc. Marco Yandún
DOCENTE: MSC. Carlitos Guano

De acuerdo al artículo 32: Una vez entregados los documentos; y, cumplidos los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director/a de Carrera designará el Tribunal, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS 4 **AULA:** 212

FECHA: miércoles, 9 de febrero de 2022

HORA: 0,479166667

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 5,91

2) Trabajo escrito 2,93

Nota final de PRE DEFENSA **8,85**

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el miércoles, 9 de febrero de 2022



Firmado digitalmente por:
JORGE HUMBERTO
MIRANDA REALPE

Msc Jorge Miranda Realpe

PRESIDENTE



Firmado digitalmente por:
MARCO ANTONIO
YANDÚN
VELASTEGUI

MSc. Marco Yandún

DOCENTE TUTOR



Firmado digitalmente por
CARLITOS
ALBERTO GUANO
CARDENAS

MSc. Carlitos Guano

DOCENTE

Adj.: Observaciones y recomendaciones

Anexo 2. Informe de antiplagio



Firmado
Electrónicamente
por:
MSC. MARCO
ANTONIO
YANDÚN
VELASTEGUI
2022-01-26
20:28:05:00

Tesis Enríquez - Inguilan

por Enriquez Andy Inguilan Kevyn

Fecha de entrega: 26-ene-2022 05:33p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1748854292

Nombre del archivo: INFORME_FINAL_DEL_TIC_ENR_QUEZ-INGUILAN.docx (25.82M)

Total de palabras: 24575

Total de caracteres: 138251

Tesis Enríquez - Inguilan

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	8%	1%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	1%
2	solucioningenieril.com Fuente de Internet	1%
3	www.ncbi.nlm.nih.gov Fuente de Internet	<1%
4	www.fevox.co Fuente de Internet	<1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Instituto Politecnico Nacional Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	<1%
8	Hossain, Lee. "Deep Learning-Based Real-Time Multiple-Object Detection and Tracking from Aerial Imagery via a Flying Robot with	<1%

Anexo 3. Certificado de aprobación del abstract por parte del CIDEN



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Andy Leonel Enríquez Pilacuán y Kevyn Anderson Inguilan Usuary				
DATE: 28 de enero de 2022				
TOPIC: "Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP"				
MARKS AWARDED QUANTITATIVE AND QUALITATIVE				
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		TOTAL 9	



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Andy Leonel Enríquez Pilacuán y Kevyn Anderson Inguilan Usuy

Fecha de recepción del abstract: 28 de enero de 2022

Fecha de entrega del informe: 28 de enero de 2022

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9 por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Escaneado electrónicamente por:
EDISON BOANERGES
PEÑAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 4. Certificado de sustentación de funcionamiento del sistema prototipo informático

Tulcán, 21 de enero de 2022

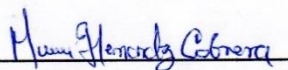
Yo, **Melva Rudi Hernández Cabrera** con cédula de identidad número **1753770567** en calidad de **Propietaria de "Viveres y Abarrotes J&M"**, a petición verbal de los interesados.

CERTIFICO

Que: El Señor **Andy Leonel Enríquez Pilacuán** con cédula de identidad número **1727321265**, y el señor **Kevyn Anderson Inguilan Usuay** con cédula de identidad número **1758774440**, estudiantes de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, sustentaron el funcionamiento del sistema prototipo informático de la tesis: "Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP", mismo que fue de mi entera satisfacción dando por validado su funcionamiento.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados hacer uso del presente en lo que estimen conveniente.

Atentamente;



Melva Hernández C.
1753770567

Anexo 5. Entrevista aplicada a Qaltrom



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales
Carrera de Computación



Tesis de Grado: Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP

Nombre del entrevistado: Alicia Carrera

Nombre de la empresa: Qaltrom

Objetivo: La presente entrevista está dirigida a pequeñas y medianas empresas de venta de sistemas de videovigilancia con analítica de video, con la finalidad de conocer acerca de las cualidades de los sistemas de videovigilancia IP con analítica de video que ellos ofrecen y la relación con su precio.

1. De los sistemas de videovigilancia que ofertan, ¿qué modelos cuentan con analítica de video?

Cámaras marca EZUIS, modelos CU310, 3HZWFL
CU246, CU206, etc.

2. ¿Cuál es el costo de los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ofertan?

Entre \$ 150 a \$ 700.

3. ¿Cómo está diseñado el sistema de videovigilancia con analítica de video que ofrecen?

Son cámaras que funcionan con wi-fi o cable LAN, funcionan con aplicativos celular, tienen audio de doble vía, etc.

4. ¿Cuáles son las características del grabador del sistema de videovigilancia con analítica de video?

Turbo HD, H.265 PRO+ / H.265 PRO, Soporta hasta 8MP,
VGA-HDMI, SOPORTAN AUDIO COAXIALES

5. ¿Qué componentes incluye el sistema de videovigilancia con analítica de video que ofrecen?

Incluye DVR, cámaras, fuentes, conectores de video, disco duro.

6. ¿Con qué tipo y modelo de cámaras funciona el sistema de videovigilancia con analítica de video que ofrecen?

Hay cámaras tipo domo, tubo, cubo, ojo de pez, PTZ, los modelos más comunes son DS-16DOT-1RF y S6DOT-1RPF

7. ¿Cuáles son las características de la analítica de video de sus sistemas de videovigilancia?

Tienen detección de movimiento, pueden realizar cortes de personas, detección de temperatura, detección de rostros.

8. ¿Qué beneficios ofrecen la analítica de video de sus sistemas de videovigilancia?

Presentan ventajas respecto a la calidad de imagen, pueden captar el audio lo cual no hacen los sistemas análogos.

9. ¿Cuál es el tipo de conexión de sus sistemas de videovigilancia con analítica de video?

Se conectan mediante cable UTP y también por Wi-Fi

10. ¿Cuál es el nivel de seguridad que ofrecen sus sistemas de videovigilancia con analítica de video?

Depende de las características de las cámaras, hay cámaras que brindan mayor seguridad.

11. ¿Disponen de algún tipo de alerta los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ustedes ofrecen?

Sí, en marca HIKVIS y Zkteco.

12. ¿Cuál es el tiempo de respuesta del análisis del video de sus sistemas de videovigilancia con analítica de video?

Lo hace de manera inmediata.

13. ¿Cuál es la complejidad de instalación de los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ofrece?

Es baja, es relativamente fácil.

14. ¿Cuál es la complejidad de uso de los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ofrece?

Las aplicaciones tienen interfaz amigable con el usuario.

15. ¿Qué software se utiliza para el monitoreo en los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ofrece?

Para HIKVISION es el IVMS-4200. en Zkteco es ZK Bio Security

Anexo 6. Encuesta aplicada a TechResources Cia. Ltda



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales
Carrera de Computación



Tesis de Grado: Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP

Nombre del entrevistado: Paola Sols

Nombre de la empresa: Techresources Oratela

Objetivo: La presente entrevista está dirigida a pequeñas y medianas empresas de venta de sistemas de videovigilancia con analítica de video, con la finalidad de conocer acerca de las cualidades de los sistemas de videovigilancia IP con analítica de video que ellos ofrecen y la relación con su precio.

1. De los sistemas de videovigilancia que ofertan, ¿qué modelos cuentan con analítica de video?

Cámara Hikvision DS-2CD2125 FWD-1S.

2. ¿Cuál es el costo de los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ofertan?

180,00 dólares.

3. ¿Cómo está diseñado el sistema de videovigilancia con analítica de video que ofrecen?

NUR DS-7716N1-Q4 Hikvision. 8 Mp. H265 Video formal
4 dds hasta 6TB. videoanalíticos

4. ¿Cuáles son las características del grabador del sistema de videovigilancia con analítica de video?

NUR DS-7716N1-Q4 Hikvision 8mp. H265 video formal.
4 dd hasta 6TB. videoanalíticos

5. ¿Qué componentes incluye el sistema de videovigilancia con analítica de video que ofrecen?

Componentes Nvr , cámara ip. 2mp., switch poe , disco duro cable , rj45.

6. ¿Con qué tipo y modelo de cámaras funciona el sistema de videovigilancia con analítica de video que ofrecen?

Cámaras Tipo Domo , Tipo Tebo

7. ¿Cuáles son las características de la analítica de video de sus sistemas de videovigilancia?

Sistema de intrusión , cruce de línea , análisis automático 3d , reconocimiento de rostro.

8. ¿Qué beneficios ofrecen la analítica de video de sus sistemas de videovigilancia?

reducción del riesgo de fallos de seguridad.

9. ¿Cuál es el tipo de conexión de sus sistemas de videovigilancia con analítica de video?

conexión ip.

10. ¿Cuál es el nivel de seguridad que ofrecen sus sistemas de videovigilancia con analítica de video?

el que no se tenga un personal de vigilancia y las cámaras puedan automatizar todo el sistema.

11. ¿Disponen de algún tipo de alerta los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ustedes ofrecen?

conjuntamente con alarma y capture al video como notificaciones

12. ¿Cuál es el tiempo de respuesta del análisis del video de sus sistemas de videovigilancia con analítica de video?

rápido inmediato

13. ¿Cuál es la complejidad de instalación de los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ofrece?

conexión simple.

14. ¿Cuál es la complejidad de uso de los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ofrece?

configuración simple y aplicativos en dispositivos móviles.

15. ¿Qué software se utiliza para el monitoreo en los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ofrece?

JVMS 4200 / JVMS 4500.

Anexo 7. Entrevista aplicada a Telalca



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales
Carrera de Computación



Tesis de Grado: Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP

Nombre del entrevistado: JORGE PANTOJA

Nombre de la empresa: TELALCA

Objetivo: La presente entrevista está dirigida a pequeñas y medianas empresas de venta de sistemas de videovigilancia con analítica de video, con la finalidad de conocer acerca de las cualidades de los sistemas de videovigilancia IP con analítica de video que ellos ofrecen y la relación con su precio.

1. De los sistemas de videovigilancia que ofertan, ¿qué modelos cuentan con analítica de video?

CAMARA HIKVISION DS-2DE52251W-AE, TIPO DOMO DE RED

CAMARA HIKVISION DS-2DE4A42S1W-DE HMP, TIPO DOMO

2. ¿Cuál es el costo de los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ofertan?

EL COSTO PROMEDIO DE LAS CAMARAS INTELIGENTES VARIA ENTRE 400 A 1000\$ DEPENDIENDO CARACTERISTICAS

3. ¿Cómo está diseñado el sistema de videovigilancia con analítica de video que ofrecen?

CAMARAS DE SEGURIDA HIKVISION INTERIORES Y EXTERIORES, NBR (MAX 32 CAMARA DE RED, HDMI-BCA, MAX 4 HDD) SWITCH DE RED CARLEADO, SW DE MONITOREO.

4. ¿Cuáles son las características del grabador del sistema de videovigilancia con analítica de video?

MAX 32 CAMARAS DE RESOLUCION HASTA 5 MP, HDMI-BCA, GUE HASTA 16 CH SINCRONX, 4SATA HDD MAX. HIKVISION DOWS.

5. ¿Qué componentes incluye el sistema de videovigilancia con analítica de video que ofrecen?

DEPENDE DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE, SE CUENTA CON CÁMARAS PARA INTERIORES EXTERIORES Y NBR CON ALMACENAMIENTO REQUERIDO CON EL CLIENTE, ADICIONAL SW DE MONITORIO.

6. ¿Con qué tipo y modelo de cámaras funciona el sistema de videovigilancia con analítica de video que ofrecen?

CÁMARA TIPO BALA, TIPO DOMO, MODELOS HIKVISION DS-2DE4A 428FW-DE, DS-2DE5228IW-AE.

7. ¿Cuáles son las características de la analítica de video de sus sistemas de videovigilancia?

ANÁLISIS DE MOVIMIENTO, MANIPULACIÓN DE VIDEO, INTRUSIÓN CRUCE DE LÍNEA, ELIMINACIÓN DE OBJETOS Y DETECCIÓN DE EQUIPAJE DESATENDIDO.

8. ¿Qué beneficios ofrecen la analítica de video de sus sistemas de videovigilancia?

CON LA TECNOLOGÍA VSMART LAS CÁMARAS CUENTAN CON CARACTERÍSTICAS AVANZADAS DE ANALÍTICA DE VIDEO.

9. ¿Cuál es el tipo de conexión de sus sistemas de videovigilancia con analítica de video?

CONEXIÓN IP, WIFI

10. ¿Cuál es el nivel de seguridad que ofrecen sus sistemas de videovigilancia con analítica de video?

MUCHO MAYOR A LOS SISTEMAS DE VIDEOVIGILANCIA CON CÁMARAS BÁSICAS.

11. ¿Disponen de algún tipo de alerta los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ustedes ofrecen?

SI, MEDIANTE LOS SW DE MONITOREO Y APP

12. ¿Cuál es el tiempo de respuesta del análisis del video de sus sistemas de videovigilancia con analítica de video?

INMEDIATO

13. ¿Cuál es la complejidad de instalación de los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ofrece?

FÁCIL INSTALACIÓN

14. ¿Cuál es la complejidad de uso de los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ofrece?

SENCILLO E INTUITIVO PARA USUARIOS PROMEDIO

15. ¿Qué software se utiliza para el monitoreo en los sistemas de videovigilancia con analítica de video que ofrece?

INMS - 4200

Anexo 8. Encuesta aplicada a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales
Carrera de Computación



Trabajo de Integración Curricular (Tesis de Grado): Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP

Objetivo: La presente encuesta está dirigida a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán que cuentan con sistemas de videovigilancia, con la finalidad de conocer aspectos relacionados a los sistemas de videovigilancia que poseen los locales comerciales de la ciudad.

1. ¿Qué tipo de seguridad dispone su local comercial? (Seleccione una o más opciones).
- Sistema de videovigilancia
 - Alarmas de seguridad
 - Guardia de Seguridad
 - Rejas y/o persianas

Nota: Si NO dispone de un Sistema de videovigilancia por favor continúe a la PREGUNTA 9

2. ¿Su sistema de videovigilancia se encuentra en funcionamiento?
- Sí
 - No
3. ¿Indique los motivos por los cuáles implementó un sistema de videovigilancia en su local comercial? (Seleccione una o más opciones).
- Para mayor seguridad
 - Porque me robaron
 - El lugar es peligroso
 - Prevenir robos
4. ¿Quién instaló su sistema de videovigilancia actual?
- Un técnico calificado
 - Instalación propia
 - Instalación por empresa de seguridad
 - Un conocido
 - Videotutoriales
 - Otros

5. Indique las partes que conforman su sistema de videovigilancia. (Seleccione una o más opciones).

- Cámaras de videovigilancia
- NVR (Grabador de Video de Red)
- DVR (Grabador de Video Digital)
- Monitor
- TV
- Router de conexión a internet
- Respaldo de corriente – UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida)
- App móvil

6. ¿Indique cuáles son los tipos de cámara que dispone?

- Cámaras Analógicas
- Cámaras IP
- Ambas

7. Indique el número de cámaras que dispone su sistema de videovigilancia.

- 1-3
- 4-6
- 7-9
- Más de 9

8. Indique el nivel de satisfacción con respecto a la calidad de imagen de las cámaras de su sistema de videovigilancia.

- Extremadamente satisfecho
- Muy satisfecho
- Moderadamente satisfecho
- Poco satisfecho
- No satisfecho

Nota: La analítica de video es un software el cuál se encarga de analizar de forma autónoma lo que las cámaras de seguridad se encuentran registrando y en ocasiones generar alertas en tiempo real.

9. Indique la analítica de video que deberían tener los sistemas de videovigilancia de los locales comerciales. (Seleccione una o más opciones).

- Reconocimiento de rostros
- Detección de objetos
- Conteo de personas
- Detectar personas y almacenar su imagen
- Cruce de líneas o puertas (Detección de ingreso no autorizado)
- Alertas de actividad inusual

10. Indique el tipo de alerta que debería tener un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Recibir alertas a una aplicación móvil
- Enviar la imagen al celular
- Generar una alarma a la policía
- Activar una alarma en el local
- Notificar y guardar las grabaciones
- Activar un seguro electrónico

11. Indique los motivos por los cuáles implementaría un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Mayor seguridad
- Recibir alertas en tiempo real
- Mayor eficiencia
- Monitoreo de video a distancia
- Monitoreo automático

12. ¿Qué valor estaría usted dispuesto a invertir para implementar la analítica de video en su local comercial?

- No estoy interesado
- 500 – 1000 dólares
- 1000 – 2000 dólares
- 2000 – 5000 dólares
- Más de 5000 dólares
- Pagar por una suscripción mensualmente

13. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la suscripción mensual para la implementación de analítica de video en su local comercial?

- Plan lite (10 – 20 dólares) – analítica de video básica, 1 a 3 cámaras
- Plan básico (30 – 40 dólares) – analítica de video estándar, 4 a 6 cámaras
- Plan premium (50 – 65 dólares) – analítica de video avanzada, 7 a 10 cámaras

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!



Trabajo de Integración Curricular (Tesis de Grado): Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP

Objetivo: La presente encuesta está dirigida a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán que cuentan con sistemas de videovigilancia, con la finalidad de conocer aspectos relacionados a los sistemas de videovigilancia que poseen los locales comerciales de la ciudad.

1. ¿Qué tipo de seguridad dispone su local comercial? (Seleccione una o más opciones).

- Sistema de videovigilancia
- Alarmas de seguridad
- Guardia de Seguridad
- Rejas y/o persianas

Nota: Si NO dispone de un Sistema de videovigilancia por favor continúe a la PREGUNTA 9

2. ¿Su sistema de videovigilancia se encuentra en funcionamiento?

- Sí
- No

3. ¿Indique los motivos por los cuáles implementó un sistema de videovigilancia en su local comercial? (Seleccione una o más opciones).

- Para mayor seguridad
- Porque me robaron
- El lugar es peligroso
- Prevenir robos

4. ¿Quién instaló su sistema de videovigilancia actual?

- Un técnico calificado
- Instalación propia
- Instalación por empresa de seguridad
- Un conocido
- Videotutoriales
- Otros

5. Indique las partes que conforman su sistema de videovigilancia. (Seleccione una o más opciones).

- Cámaras de videovigilancia
- NVR (Grabador de Video de Red)
- DVR (Grabador de Video Digital)
- Monitor
- TV
- Router de conexión a internet
- Respaldo de corriente – UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida)
- App móvil

6. ¿Indique cuáles son los tipos de cámara que dispone?

- Cámaras Analógicas
- Cámaras IP
- Ambas

7. Indique el número de cámaras que dispone su sistema de videovigilancia.

- 1-3
- 4-6
- 7-9
- Más de 9

8. Indique el nivel de satisfacción con respecto a la calidad de imagen de las cámaras de su sistema de videovigilancia.

- Extremadamente satisfecho
- Muy satisfecho
- Moderadamente satisfecho
- Poco satisfecho
- No satisfecho

Nota: La analítica de video es un software el cuál se encarga de analizar de forma autónoma lo que las cámaras de seguridad se encuentran registrando y en ocasiones generar alertas en tiempo real.

9. Indique la analítica de video que deberían tener los sistemas de videovigilancia de los locales comerciales. (Seleccione una o más opciones).

- Reconocimiento de rostros
- Detección de objetos
- Conteo de personas
- Detectar personas y almacenar su imagen
- Cruce de líneas o puertas (Detección de ingreso no autorizado)
- Alertas de actividad inusual

10. Indique el tipo de alerta que debería tener un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Recibir alertas a una aplicación móvil
- Enviar la imagen al celular
- Generar una alarma a la policía
- Activar una alarma en el local
- Notificar y guardar las grabaciones
- Activar un seguro electrónico

11. Indique los motivos por los cuáles implementaría un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Mayor seguridad
- Recibir alertas en tiempo real
- Mayor eficiencia
- Monitoreo de video a distancia
- Monitoreo automático

12. ¿Qué valor estaría usted dispuesto a invertir para implementar la analítica de video en su local comercial?

- No estoy interesado
- 500 – 1000 dólares
- 1000 – 2000 dólares
- 2000 – 5000 dólares
- Más de 5000 dólares
- Pagar por una suscripción mensualmente

13. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la suscripción mensual para la implementación de analítica de video en su local comercial?

- Plan lite (10 – 20 dólares) – analítica de video básica, 1 a 3 cámaras
- Plan básico (30 – 40 dólares) – analítica de video estándar, 4 a 6 cámaras
- Plan premium (50 – 65 dólares) – analítica de video avanzada, 7 a 10 cámaras

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales
Carrera de Computación



Trabajo de Integración Curricular (Tesis de Grado): Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP

Objetivo: La presente encuesta está dirigida a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán que cuentan con sistemas de videovigilancia, con la finalidad de conocer aspectos relacionados a los sistemas de videovigilancia que poseen los locales comerciales de la ciudad.

1. ¿Qué tipo de seguridad dispone su local comercial? (Seleccione una o más opciones).
- Sistema de videovigilancia
 - Alarmas de seguridad
 - Guardia de Seguridad
 - Rejas y/o persianas

Nota: Si NO dispone de un Sistema de videovigilancia por favor continúe a la PREGUNTA 9

2. ¿Su sistema de videovigilancia se encuentra en funcionamiento?
- Sí
 - No
3. ¿Indique los motivos por los cuáles implementó un sistema de videovigilancia en su local comercial? (Seleccione una o más opciones).
- Para mayor seguridad
 - Porque me robaron
 - El lugar es peligroso
 - Prevenir robos
4. ¿Quién instaló su sistema de videovigilancia actual?
- Un técnico calificado
 - Instalación propia
 - Instalación por empresa de seguridad
 - Un conocido
 - Videotutoriales
 - Otros

5. Indique las partes que conforman su sistema de videovigilancia. (Seleccione una o más opciones).

- Cámaras de videovigilancia
- NVR (Grabador de Video de Red)
- DVR (Grabador de Video Digital)
- Monitor
- TV
- Router de conexión a internet
- Respaldo de corriente – UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida)
- App móvil

6. ¿Indique cuáles son los tipos de cámara que dispone?

- Cámaras Analógicas
- Cámaras IP
- Ambas

7. Indique el número de cámaras que dispone su sistema de videovigilancia.

- 1-3
- 4-6
- 7-9
- Más de 9

8. Indique el nivel de satisfacción con respecto a la calidad de imagen de las cámaras de su sistema de videovigilancia.

- Extremadamente satisfecho
- Muy satisfecho
- Moderadamente satisfecho
- Poco satisfecho
- No satisfecho

Nota: La analítica de video es un software el cuál se encarga de analizar de forma autónoma lo que las cámaras de seguridad se encuentran registrando y en ocasiones generar alertas en tiempo real.

9. Indique la analítica de video que deberían tener los sistemas de videovigilancia de los locales comerciales. (Seleccione una o más opciones).

- Reconocimiento de rostros
- Detección de objetos
- Conteo de personas
- Detectar personas y almacenar su imagen
- Cruce de líneas o puertas (Detección de ingreso no autorizado)
- Alertas de actividad inusual

10. Indique el tipo de alerta que debería tener un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Recibir alertas a una aplicación móvil
- Enviar la imagen al celular
- Generar una alarma a la policía
- Activar una alarma en el local
- Notificar y guardar las grabaciones
- Activar un seguro electrónico

11. Indique los motivos por los cuáles implementaría un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Mayor seguridad
- Recibir alertas en tiempo real
- Mayor eficiencia
- Monitoreo de video a distancia
- Monitoreo automático

12. ¿Qué valor estaría usted dispuesto a invertir para implementar la analítica de video en su local comercial?
- No estoy interesado
 - 500 – 1000 dólares
 - 1000 – 2000 dólares
 - 2000 – 5000 dólares
 - Más de 5000 dólares
 - Pagar por una suscripción mensualmente
13. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la suscripción mensual para la implementación de analítica de video en su local comercial?
- Plan lite (10 – 20 dólares) – analítica de video básica, 1 a 3 cámaras
 - Plan básico (30 – 40 dólares) – analítica de video estándar, 4 a 6 cámaras
 - Plan premium (50 – 65 dólares) – analítica de video avanzada, 7 a 10 cámaras

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales
Carrera de Computación



Trabajo de Integración Curricular (Tesis de Grado): Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP

Objetivo: La presente encuesta está dirigida a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán que cuentan con sistemas de videovigilancia, con la finalidad de conocer aspectos relacionados a los sistemas de videovigilancia que poseen los locales comerciales de la ciudad.

1. ¿Qué tipo de seguridad dispone su local comercial? (Seleccione una o más opciones).
- Sistema de videovigilancia
 - Alarmas de seguridad
 - Guardia de Seguridad
 - Rejas y/o persianas

Nota: Si NO dispone de un Sistema de videovigilancia por favor continúe a la PREGUNTA 9

2. ¿Su sistema de videovigilancia se encuentra en funcionamiento?
- Sí
 - No
3. ¿Indique los motivos por los cuáles implementó un sistema de videovigilancia en su local comercial? (Seleccione una o más opciones).
- Para mayor seguridad
 - Porque me robaron
 - El lugar es peligroso
 - Prevenir robos
4. ¿Quién instaló su sistema de videovigilancia actual?
- Un técnico calificado
 - Instalación propia
 - Instalación por empresa de seguridad
 - Un conocido
 - Videotutoriales
 - Otros

5. Indique las partes que conforman su sistema de videovigilancia. (Seleccione una o más opciones).

- Cámaras de videovigilancia
- NVR (Grabador de Video de Red)
- DVR (Grabador de Video Digital)
- Monitor
- TV
- Router de conexión a internet
- Respaldo de corriente – UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida)
- App móvil

6. ¿Indique cuáles son los tipos de cámara que dispone?

- Cámaras Analógicas
- Cámaras IP
- Ambas

7. Indique el número de cámaras que dispone su sistema de videovigilancia.

- 1-3
- 4-6
- 7-9
- Más de 9

8. Indique el nivel de satisfacción con respecto a la calidad de imagen de las cámaras de su sistema de videovigilancia.

- Extremadamente satisfecho
- Muy satisfecho
- Moderadamente satisfecho
- Poco satisfecho
- No satisfecho

Nota: La analítica de video es un software el cuál se encarga de analizar de forma autónoma lo que las cámaras de seguridad se encuentran registrando y en ocasiones generar alertas en tiempo real.

9. Indique la analítica de video que deberían tener los sistemas de videovigilancia de los locales comerciales. (Seleccione una o más opciones).

- Reconocimiento de rostros
- Detección de objetos
- Conteo de personas
- Detectar personas y almacenar su imagen
- Cruce de líneas o puertas (Detección de ingreso no autorizado)
- Alertas de actividad inusual

10. Indique el tipo de alerta que debería tener un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Recibir alertas a una aplicación móvil
- Enviar la imagen al celular
- Generar una alarma a la policía
- Activar una alarma en el local
- Notificar y guardar las grabaciones
- Activar un seguro electrónico

11. Indique los motivos por los cuáles implementaría un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Mayor seguridad
- Recibir alertas en tiempo real
- Mayor eficiencia
- Monitoreo de video a distancia
- Monitoreo automático

12. ¿Qué valor estaría usted dispuesto a invertir para implementar la analítica de video en su local comercial?

- No estoy interesado
- 500 – 1000 dólares
- 1000 – 2000 dólares
- 2000 – 5000 dólares
- Más de 5000 dólares
- Pagar por una suscripción mensualmente

13. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la suscripción mensual para la implementación de analítica de video en su local comercial?

- Plan lite (10 – 20 dólares) – analítica de video básica, 1 a 3 cámaras
- Plan básico (30 – 40 dólares) – analítica de video estándar, 4 a 6 cámaras
- Plan premium (50 – 65 dólares) – analítica de video avanzada, 7 a 10 cámaras

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!



Trabajo de Integración Curricular (Tesis de Grado): Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP

Objetivo: La presente encuesta está dirigida a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán que cuentan con sistemas de videovigilancia, con la finalidad de conocer aspectos relacionados a los sistemas de videovigilancia que poseen los locales comerciales de la ciudad.

1. ¿Qué tipo de seguridad dispone su local comercial? (Seleccione una o más opciones).
- Sistema de videovigilancia
 - Alarmas de seguridad
 - Guardia de Seguridad
 - Rejas y/o persianas

Nota: Si NO dispone de un Sistema de videovigilancia por favor continúe a la PREGUNTA 9

2. ¿Su sistema de videovigilancia se encuentra en funcionamiento?
- Sí
 - No
3. ¿Indique los motivos por los cuáles implementó un sistema de videovigilancia en su local comercial? (Seleccione una o más opciones).
- Para mayor seguridad
 - Porque me robaron
 - El lugar es peligroso
 - Prevenir robos
4. ¿Quién instaló su sistema de videovigilancia actual?
- Un técnico calificado
 - Instalación propia
 - Instalación por empresa de seguridad
 - Un conocido
 - Videotutoriales
 - Otros

5. Indique las partes que conforman su sistema de videovigilancia. (Seleccione una o más opciones).

- Cámaras de videovigilancia
- NVR (Grabador de Video de Red)
- DVR (Grabador de Video Digital)
- Monitor
- TV
- Router de conexión a internet
- Respaldo de corriente – UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida)
- App móvil

6. ¿Indique cuáles son los tipos de cámara que dispone?

- Cámaras Analógicas
- Cámaras IP
- Ambas

7. Indique el número de cámaras que dispone su sistema de videovigilancia.

- 1-3
- 4-6
- 7-9
- Más de 9

8. Indique el nivel de satisfacción con respecto a la calidad de imagen de las cámaras de su sistema de videovigilancia.

- Extremadamente satisfecho
- Muy satisfecho
- Moderadamente satisfecho
- Poco satisfecho
- No satisfecho

Nota: La analítica de video es un software el cuál se encarga de analizar de forma autónoma lo que las cámaras de seguridad se encuentran registrando y en ocasiones generar alertas en tiempo real.

9. Indique la analítica de video que deberían tener los sistemas de videovigilancia de los locales comerciales. (Seleccione una o más opciones).

- Reconocimiento de rostros
- Detección de objetos
- Conteo de personas
- Detectar personas y almacenar su imagen
- Cruce de líneas o puertas (Detección de ingreso no autorizado)
- Alertas de actividad inusual

10. Indique el tipo de alerta que debería tener un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Recibir alertas a una aplicación móvil
- Enviar la imagen al celular
- Generar una alarma a la policía
- Activar una alarma en el local
- Notificar y guardar las grabaciones
- Activar un seguro electrónico

11. Indique los motivos por los cuáles implementaría un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Mayor seguridad
- Recibir alertas en tiempo real
- Mayor eficiencia
- Monitoreo de video a distancia
- Monitoreo automático

12. ¿Qué valor estaría usted dispuesto a invertir para implementar la analítica de video en su local comercial?
- No estoy interesado
 - 500 – 1000 dólares
 - 1000 – 2000 dólares
 - 2000 – 5000 dólares
 - Más de 5000 dólares
 - Pagar por una suscripción mensualmente
13. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la suscripción mensual para la implementación de analítica de video en su local comercial?
- Plan lite (10 – 20 dólares) – analítica de video básica, 1 a 3 cámaras
 - Plan básico (30 – 40 dólares) – analítica de video estándar, 4 a 6 cámaras
 - Plan premium (50 – 65 dólares) – analítica de video avanzada, 7 a 10 cámaras

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales
Carrera de Computación



Trabajo de Integración Curricular (Tesis de Grado): Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP

Objetivo: La presente encuesta está dirigida a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán que cuentan con sistemas de videovigilancia, con la finalidad de conocer aspectos relacionados a los sistemas de videovigilancia que poseen los locales comerciales de la ciudad.

1. ¿Qué tipo de seguridad dispone su local comercial? (Seleccione una o más opciones).
- Sistema de videovigilancia
 - Alarmas de seguridad
 - Guardia de Seguridad
 - Rejas y/o persianas

Nota: Si NO dispone de un Sistema de videovigilancia por favor continúe a la PREGUNTA 9

2. ¿Su sistema de videovigilancia se encuentra en funcionamiento?
- Sí
 - No
3. ¿Indique los motivos por los cuáles implementó un sistema de videovigilancia en su local comercial? (Seleccione una o más opciones).
- Para mayor seguridad
 - Porque me robaron
 - El lugar es peligroso
 - Prevenir robos
4. ¿Quién instaló su sistema de videovigilancia actual?
- Un técnico calificado
 - Instalación propia
 - Instalación por empresa de seguridad
 - Un conocido
 - Videotutoriales
 - Otros

5. Indique las partes que conforman su sistema de videovigilancia. (Seleccione una o más opciones).

- Cámaras de videovigilancia
- NVR (Grabador de Video de Red)
- DVR (Grabador de Video Digital)
- Monitor
- TV
- Router de conexión a internet
- Respaldo de corriente – UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida)
- App móvil

6. ¿Indique cuáles son los tipos de cámara que dispone?

- Cámaras Analógicas
- Cámaras IP
- Ambas

7. Indique el número de cámaras que dispone su sistema de videovigilancia.

- 1-3
- 4-6
- 7-9
- Más de 9

8. Indique el nivel de satisfacción con respecto a la calidad de imagen de las cámaras de su sistema de videovigilancia.

- Extremadamente satisfecho
- Muy satisfecho
- Moderadamente satisfecho
- Poco satisfecho
- No satisfecho

Nota: La analítica de video es un software el cuál se encarga de analizar de forma autónoma lo que las cámaras de seguridad se encuentran registrando y en ocasiones generar alertas en tiempo real.

9. Indique la analítica de video que deberían tener los sistemas de videovigilancia de los locales comerciales. (Seleccione una o más opciones).

- Reconocimiento de rostros
- Detección de objetos
- Conteo de personas
- Detectar personas y almacenar su imagen
- Cruce de líneas o puertas (Detección de ingreso no autorizado)
- Alertas de actividad inusual

10. Indique el tipo de alerta que debería tener un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Recibir alertas a una aplicación móvil
- Enviar la imagen al celular
- Generar una alarma a la policía
- Activar una alarma en el local
- Notificar y guardar las grabaciones
- Activar un seguro electrónico

11. Indique los motivos por los cuáles implementaría un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Mayor seguridad
- Recibir alertas en tiempo real
- Mayor eficiencia
- Monitoreo de video a distancia
- Monitoreo automático

12. ¿Qué valor estaría usted dispuesto a invertir para implementar la analítica de video en su local comercial?

- No estoy interesado
- 500 – 1000 dólares
- 1000 – 2000 dólares
- 2000 – 5000 dólares
- Más de 5000 dólares
- Pagar por una suscripción mensualmente

13. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la suscripción mensual para la implementación de analítica de video en su local comercial?

- Plan lite (10 – 20 dólares) – analítica de video básica, 1 a 3 cámaras
- Plan básico (30 – 40 dólares) – analítica de video estándar, 4 a 6 cámaras
- Plan premium (50 – 65 dólares) – analítica de video avanzada, 7 a 10 cámaras

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!



Trabajo de Integración Curricular (Tesis de Grado): Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP

Objetivo: La presente encuesta está dirigida a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán que cuentan con sistemas de videovigilancia, con la finalidad de conocer aspectos relacionados a los sistemas de videovigilancia que poseen los locales comerciales de la ciudad.

1. ¿Qué tipo de seguridad dispone su local comercial? (Seleccione una o más opciones).
- Sistema de videovigilancia
 - Alarmas de seguridad
 - Guardia de Seguridad
 - Rejas y/o persianas

Nota: Si NO dispone de un Sistema de videovigilancia por favor continúe a la PREGUNTA 9

2. ¿Su sistema de videovigilancia se encuentra en funcionamiento?
- Sí
 - No
3. ¿Indique los motivos por los cuáles implementó un sistema de videovigilancia en su local comercial? (Seleccione una o más opciones).
- Para mayor seguridad
 - Porque me robaron
 - El lugar es peligroso
 - Prevenir robos
4. ¿Quién instaló su sistema de videovigilancia actual?
- Un técnico calificado
 - Instalación propia
 - Instalación por empresa de seguridad
 - Un conocido
 - Videotutoriales
 - Otros

5. Indique las partes que conforman su sistema de videovigilancia. (Seleccione una o más opciones).

- Cámaras de videovigilancia
- NVR (Grabador de Video de Red)
- DVR (Grabador de Video Digital)
- Monitor
- TV
- Router de conexión a internet
- Respaldo de corriente – UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida)
- App móvil

6. ¿Indique cuáles son los tipos de cámara que dispone?

- Cámaras Analógicas
- Cámaras IP
- Ambas

7. Indique el número de cámaras que dispone su sistema de videovigilancia.

- 1-3
- 4-6
- 7-9
- Más de 9

8. Indique el nivel de satisfacción con respecto a la calidad de imagen de las cámaras de su sistema de videovigilancia.

- Extremadamente satisfecho
- Muy satisfecho
- Moderadamente satisfecho
- Poco satisfecho
- No satisfecho

Nota: La analítica de video es un software el cuál se encarga de analizar de forma autónoma lo que las cámaras de seguridad se encuentran registrando y en ocasiones generar alertas en tiempo real.

9. Indique la analítica de video que deberían tener los sistemas de videovigilancia de los locales comerciales. (Seleccione una o más opciones).

- Reconocimiento de rostros
- Detección de objetos
- Conteo de personas
- Detectar personas y almacenar su imagen
- Cruce de líneas o puertas (Detección de ingreso no autorizado)
- Alertas de actividad inusual

10. Indique el tipo de alerta que debería tener un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Recibir alertas a una aplicación móvil
- Enviar la imagen al celular
- Generar una alarma a la policía
- Activar una alarma en el local
- Notificar y guardar las grabaciones
- Activar un seguro electrónico

11. Indique los motivos por los cuáles implementaría un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Mayor seguridad
- Recibir alertas en tiempo real
- Mayor eficiencia
- Monitoreo de video a distancia
- Monitoreo automático

12. ¿Qué valor estaría usted dispuesto a invertir para implementar la analítica de video en su local comercial?

- No estoy interesado
- 500 – 1000 dólares
- 1000 – 2000 dólares
- 2000 – 5000 dólares
- Más de 5000 dólares
- Pagar por una suscripción mensualmente

13. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la suscripción mensual para la implementación de analítica de video en su local comercial?

- Plan lite (10 – 20 dólares) – analítica de video básica, 1 a 3 cámaras
- Plan básico (30 – 40 dólares) – analítica de video estándar, 4 a 6 cámaras
- Plan premium (50 – 65 dólares) – analítica de video avanzada, 7 a 10 cámaras

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales
Carrera de Computación



Trabajo de Integración Curricular (Tesis de Grado): Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP

Objetivo: La presente encuesta está dirigida a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán que cuentan con sistemas de videovigilancia, con la finalidad de conocer aspectos relacionados a los sistemas de videovigilancia que poseen los locales comerciales de la ciudad.

1. ¿Qué tipo de seguridad dispone su local comercial? (Seleccione una o más opciones).
 - Sistema de videovigilancia
 - Alarmas de seguridad
 - Guardia de Seguridad
 - Rejas y/o persianas

Nota: Si NO dispone de un Sistema de videovigilancia por favor continúe a la PREGUNTA 9

2. ¿Su sistema de videovigilancia se encuentra en funcionamiento?
 - Sí
 - No
3. ¿Indique los motivos por los cuáles implementó un sistema de videovigilancia en su local comercial? (Seleccione una o más opciones).
 - Para mayor seguridad
 - Porque me robaron
 - El lugar es peligroso
 - Prevenir robos
4. ¿Quién instaló su sistema de videovigilancia actual?
 - Un técnico calificado
 - Instalación propia
 - Instalación por empresa de seguridad
 - Un conocido
 - Videotutoriales
 - Otros

5. Indique las partes que conforman su sistema de videovigilancia. (Seleccione una o más opciones).

- Cámaras de videovigilancia
- NVR (Grabador de Video de Red)
- DVR (Grabador de Video Digital)
- Monitor
- TV
- Router de conexión a internet
- Respaldo de corriente – UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida)
- App móvil

6. ¿Indique cuáles son los tipos de cámara que dispone?

- Cámaras Analógicas
- Cámaras IP
- Ambas

7. Indique el número de cámaras que dispone su sistema de videovigilancia.

- 1-3
- 4-6
- 7-9
- Más de 9

8. Indique el nivel de satisfacción con respecto a la calidad de imagen de las cámaras de su sistema de videovigilancia.

- Extremadamente satisfecho
- Muy satisfecho
- Moderadamente satisfecho
- Poco satisfecho
- No satisfecho

Nota: La analítica de video es un software el cuál se encarga de analizar de forma autónoma lo que las cámaras de seguridad se encuentran registrando y en ocasiones generar alertas en tiempo real.

9. Indique la analítica de video que deberían tener los sistemas de videovigilancia de los locales comerciales. (Seleccione una o más opciones).

- Reconocimiento de rostros
- Detección de objetos
- Conteo de personas
- Detectar personas y almacenar su imagen
- Cruce de líneas o puertas (Detección de ingreso no autorizado)
- Alertas de actividad inusual

10. Indique el tipo de alerta que debería tener un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Recibir alertas a una aplicación móvil
- Enviar la imagen al celular
- Generar una alarma a la policía
- Activar una alarma en el local
- Notificar y guardar las grabaciones
- Activar un seguro electrónico

11. Indique los motivos por los cuáles implementaría un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Mayor seguridad
- Recibir alertas en tiempo real
- Mayor eficiencia
- Monitoreo de video a distancia
- Monitoreo automático

12. ¿Qué valor estaría usted dispuesto a invertir para implementar la analítica de video en su local comercial?

- No estoy interesado
- 500 – 1000 dólares
- 1000 – 2000 dólares
- 2000 – 5000 dólares
- Más de 5000 dólares
- Pagar por una suscripción mensualmente

13. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la suscripción mensual para la implementación de analítica de video en su local comercial?

- Plan lite (10 – 20 dólares) – analítica de video básica, 1 a 3 cámaras
- Plan básico (30 – 40 dólares) – analítica de video estándar, 4 a 6 cámaras
- Plan premium (50 – 65 dólares) – analítica de video avanzada, 7 a 10 cámaras

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!



Trabajo de Integración Curricular (Tesis de Grado): Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP

Objetivo: La presente encuesta está dirigida a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán que cuentan con sistemas de videovigilancia, con la finalidad de conocer aspectos relacionados a los sistemas de videovigilancia que poseen los locales comerciales de la ciudad.

1. ¿Qué tipo de seguridad dispone su local comercial? (Seleccione una o más opciones).

- Sistema de videovigilancia
- Alarmas de seguridad
- Guardia de Seguridad
- Rejas y/o persianas

Nota: Si NO dispone de un Sistema de videovigilancia por favor continúe a la PREGUNTA 9

2. ¿Su sistema de videovigilancia se encuentra en funcionamiento?

- Sí
- No

3. ¿Indique los motivos por los cuáles implementó un sistema de videovigilancia en su local comercial? (Seleccione una o más opciones).

- Para mayor seguridad
- Porque me robaron
- El lugar es peligroso
- Prevenir robos

4. ¿Quién instaló su sistema de videovigilancia actual?

- Un técnico calificado
- Instalación propia
- Instalación por empresa de seguridad
- Un conocido
- Videotutoriales
- Otros

5. Indique las partes que conforman su sistema de videovigilancia. (Seleccione una o más opciones).

- Cámaras de videovigilancia
- NVR (Grabador de Video de Red)
- DVR (Grabador de Video Digital)
- Monitor
- TV
- Router de conexión a internet
- Respaldo de corriente – UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida)
- App móvil

6. ¿Indique cuáles son los tipos de cámara que dispone?

- Cámaras Analógicas
- Cámaras IP
- Ambas

7. Indique el número de cámaras que dispone su sistema de videovigilancia.

- 1-3
- 4-6
- 7-9
- Más de 9

8. Indique el nivel de satisfacción con respecto a la calidad de imagen de las cámaras de su sistema de videovigilancia.

- Extremadamente satisfecho
- Muy satisfecho
- Moderadamente satisfecho
- Poco satisfecho
- No satisfecho

Nota: La analítica de video es un software el cuál se encarga de analizar de forma autónoma lo que las cámaras de seguridad se encuentran registrando y en ocasiones generár alertas en tiempo real.

9. Indique la analítica de video que deberían tener los sistemas de videovigilancia de los locales comerciales. (Seleccione una o más opciones).

- Reconocimiento de rostros
- Detección de objetos
- Conteo de personas
- Detectar personas y almacenar su imagen
- Cruce de líneas o puertas (Detección de ingreso no autorizado)
- Alertas de actividad inusual

10. Indique el tipo de alerta que debería tener un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Recibir alertas a una aplicación móvil
- Enviar la imagen al celular
- Generar una alarma a la policía
- Activar una alarma en el local
- Notificar y guardar las grabaciones
- Activar un seguro electrónico

11. Indique los motivos por los cuáles implementaría un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Mayor seguridad
- Recibir alertas en tiempo real
- Mayor eficiencia
- Monitoreo de video a distancia
- Monitoreo automático

12. ¿Qué valor estaría usted dispuesto a invertir para implementar la analítica de video en su local comercial?

- No estoy interesado
- 500 – 1000 dólares
- 1000 – 2000 dólares
- 2000 – 5000 dólares
- Más de 5000 dólares
- Pagar por una suscripción mensualmente

13. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la suscripción mensual para la implementación de analítica de video en su local comercial?

- Plan lite (10 – 20 dólares) – analítica de video básica, 1 a 3 cámaras
- Plan básico (30 – 40 dólares) – analítica de video estándar, 4 a 6 cámaras
- Plan premium (50 – 65 dólares) – analítica de video avanzada, 7 a 10 cámaras

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!



Trabajo de Integración Curricular (Tesis de Grado): Uso de algoritmos de visión artificial en los sistemas de videovigilancia IP

Objetivo: La presente encuesta está dirigida a propietarios de locales comerciales de la ciudad de Tulcán que cuentan con sistemas de videovigilancia, con la finalidad de conocer aspectos relacionados a los sistemas de videovigilancia que poseen los locales comerciales de la ciudad.

1. ¿Qué tipo de seguridad dispone su local comercial? (Seleccione una o más opciones).
- Sistema de videovigilancia
 - Alarmas de seguridad
 - Guardia de Seguridad
 - Rejas y/o persianas

Nota: Si NO dispone de un Sistema de videovigilancia por favor continúe a la PREGUNTA 9

2. ¿Su sistema de videovigilancia se encuentra en funcionamiento?
- Sí
 - No
3. ¿Indique los motivos por los cuáles implementó un sistema de videovigilancia en su local comercial? (Seleccione una o más opciones).
- Para mayor seguridad
 - Porque me robaron
 - El lugar es peligroso
 - Prevenir robos
4. ¿Quién instaló su sistema de videovigilancia actual?
- Un técnico calificado
 - Instalación propia
 - Instalación por empresa de seguridad
 - Un conocido
 - Videotutoriales
 - Otros

5. Indique las partes que conforman su sistema de videovigilancia. (Seleccione una o más opciones).

- Cámaras de videovigilancia
- NVR (Grabador de Video de Red)
- DVR (Grabador de Video Digital)
- Monitor
- TV
- Router de conexión a internet
- Respaldo de corriente – UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida)
- App móvil

6. ¿Indique cuáles son los tipos de cámara que dispone?

- Cámaras Analógicas
- Cámaras IP
- Ambas

7. Indique el número de cámaras que dispone su sistema de videovigilancia.

- 1-3
- 4-6
- 7-9
- Más de 9

8. Indique el nivel de satisfacción con respecto a la calidad de imagen de las cámaras de su sistema de videovigilancia.

- Extremadamente satisfecho
- Muy satisfecho
- Moderadamente satisfecho
- Poco satisfecho
- No satisfecho

Nota: La analítica de video es un software el cuál se encarga de analizar de forma autónoma lo que las cámaras de seguridad se encuentran registrando y en ocasiones generar alertas en tiempo real.

9. Indique la analítica de video que deberían tener los sistemas de videovigilancia de los locales comerciales. (Seleccione una o más opciones).

- Reconocimiento de rostros
- Detección de objetos
- Conteo de personas
- Detectar personas y almacenar su imagen
- Cruce de líneas o puertas (Detección de ingreso no autorizado)
- Alertas de actividad inusual

10. Indique el tipo de alerta que debería tener un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Recibir alertas a una aplicación móvil
- Enviar la imagen al celular
- Generar una alarma a la policía
- Activar una alarma en el local
- Notificar y guardar las grabaciones
- Activar un seguro electrónico

11. Indique los motivos por los cuáles implementaría un sistema de videovigilancia con analítica de video. (Seleccione una o más opciones).

- Mayor seguridad
- Recibir alertas en tiempo real
- Mayor eficiencia
- Monitoreo de video a distancia
- Monitoreo automático

12. ¿Qué valor estaría usted dispuesto a invertir para implementar la analítica de video en su local comercial?

- No estoy interesado
- 500 – 1000 dólares
- 1000 – 2000 dólares
- 2000 – 5000 dólares
- Más de 5000 dólares
- Pagar por una suscripción mensualmente

13. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la suscripción mensual para la implementación de analítica de video en su local comercial?

- Plan lite (10 – 20 dólares) – analítica de video básica, 1 a 3 cámaras
- Plan básico (30 – 40 dólares) – analítica de video estándar, 4 a 6 cámaras
- Plan premium (50 – 65 dólares) – analítica de video avanzada, 7 a 10 cámaras

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

VisionCam



Manual de Usuario

Introducción

El presente manual de usuario tiene la finalidad de explicar el manejo del aplicativo móvil “VisionCam”, el cual servirá de guía para el usuario final, detallando con una explicación clara y comprensible cada uno de los botones, campos a completar o apartados que deben ser llenados en cada una de las interfaces, siendo estas, inicio de sesión, registro de usuario, editar perfil, así como también al momento de registrar las cámaras del sistema de videovigilancia, crear horarios con la habilitación de la analítica de video respectiva para posteriormente visualizar las imágenes capturadas en la sección de alertas de la aplicación móvil.

Objetivo


Orientar al usuario en la correcta utilización e interacción con el aplicativo móvil de “VisionCam”

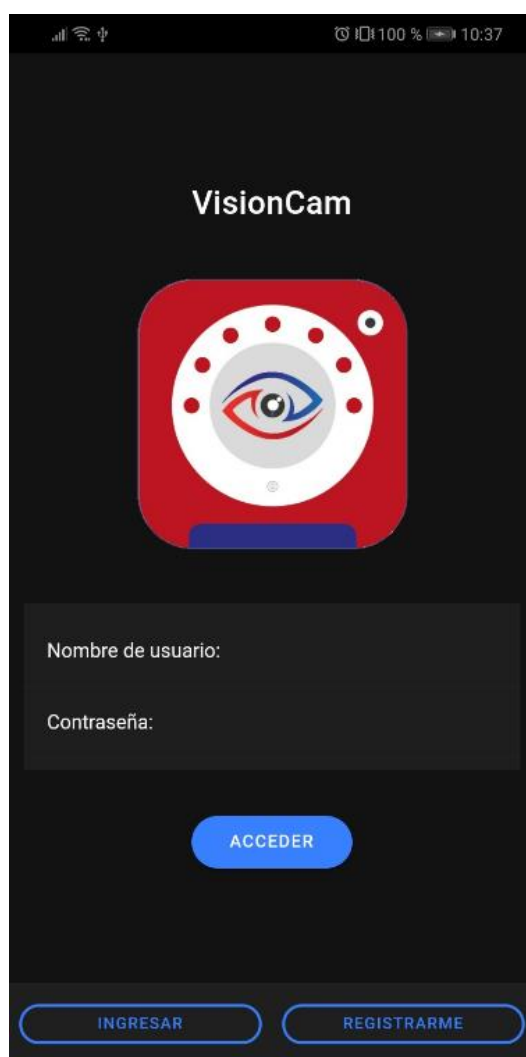
USO DEL APLICATIVO MÓVIL

Iniciar sesión

Para iniciar sesión en el aplicativo móvil de “VisionCam” se debe tener un *nombre de usuario* y una *contraseña*, para esto es necesario tener una cuenta registrada.


El botón *Acceder*  permite ingresar a la cuenta creada en la aplicación.


El botón *Registrarme*  permite ingresar a un apartado en donde se podrá crear una nueva cuenta.




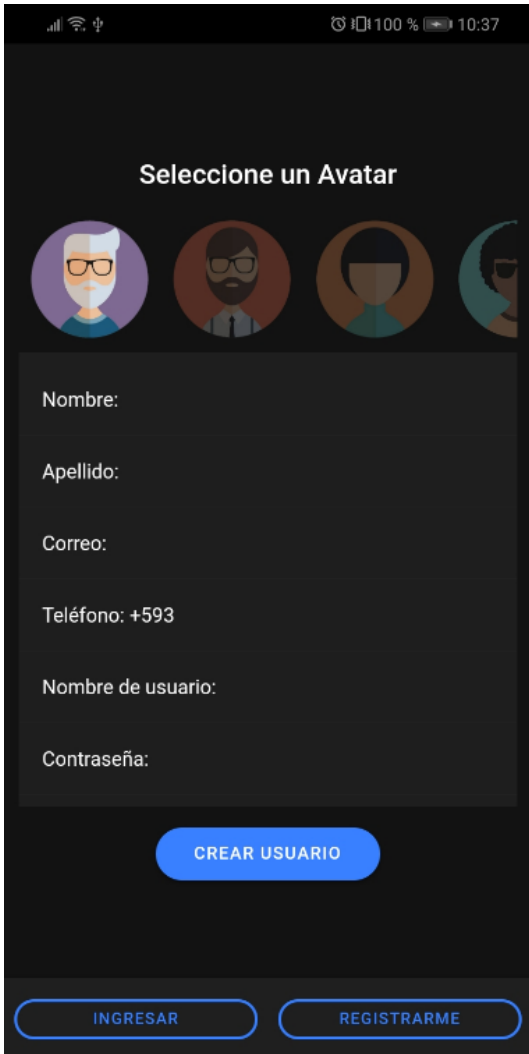
Registrar nuevo usuario

Para registrar nuevo usuario en el aplicativo móvil de “VisionCam”, seleccione un *avatar* con el cual se identifique, posteriormente llenar los campos requeridos con sus datos personales, siendo estos el *nombre*, *apellido*, *correo electrónico*, *número de teléfono móvil*, y un *nombre de usuario* con su respectiva *contraseña*.

 **Advertencia:** No se olvide de su nombre de usuario y su contraseña.


El botón *Crear Usuario*  permite generar una nueva cuenta de usuario.


El botón *Ingresar*  permite dirigirse al apartado de inicio de sesión.




The screenshot shows a mobile application interface for user registration. At the top, the status bar displays signal strength, Wi-Fi, and battery icons, along with 100% battery and the time 10:37. The main heading is "Seleccione un Avatar". Below this, there are four circular avatar options: a man with glasses and a beard, a man with a beard, a woman with dark hair, and a woman with blonde hair. Underneath the avatars is a form with the following fields: "Nombre:", "Apellido:", "Correo:", "Teléfono: +593", "Nombre de usuario:", and "Contraseña:". A prominent blue button labeled "CREAR USUARIO" is positioned below the form. At the bottom of the screen, there are two more buttons: "INGRESAR" and "REGISTRARME".

Editar perfil

Para editar su perfil en el aplicativo móvil de “VisionCam”, seleccione su perfil  que se encuentra en la parte superior derecha de la pantalla, posteriormente usted podrá actualizar los campos que desee, siendo estos el *nombre*, *apellido*, *correo electrónico*, *número de teléfono móvil*, *nombre de usuario* y *contraseña*.

El botón *Actualizar*  permite guardar los cambios realizados.

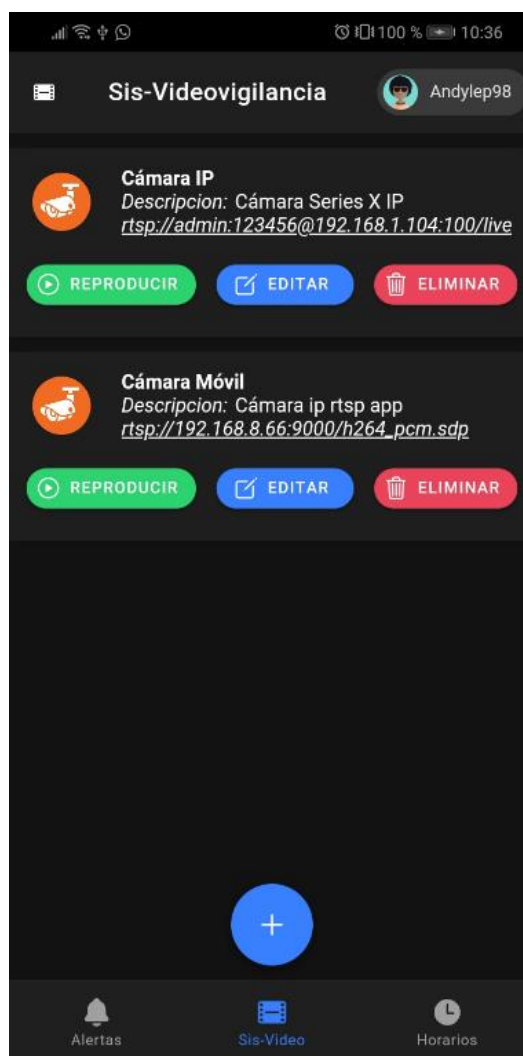
El botón *Salir*  permite salir sin realizar ningún cambio.





Sistema de Videovigilancia

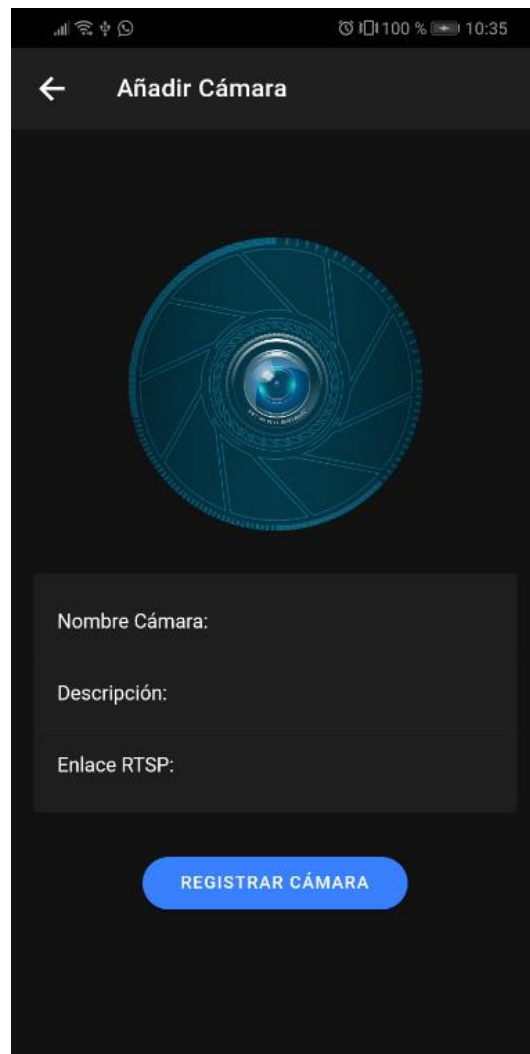
La interfaz de Sistema de Videovigilancia del aplicativo móvil de “VisionCam” es la interfaz principal, aquí se encuentran registradas las cámaras del sistema de videovigilancia con sus respectivas características.

⚠ Advertencia: Es importante que no proporcione información de relevancia de las cámaras de su sistema videovigilancia con cualquier persona.




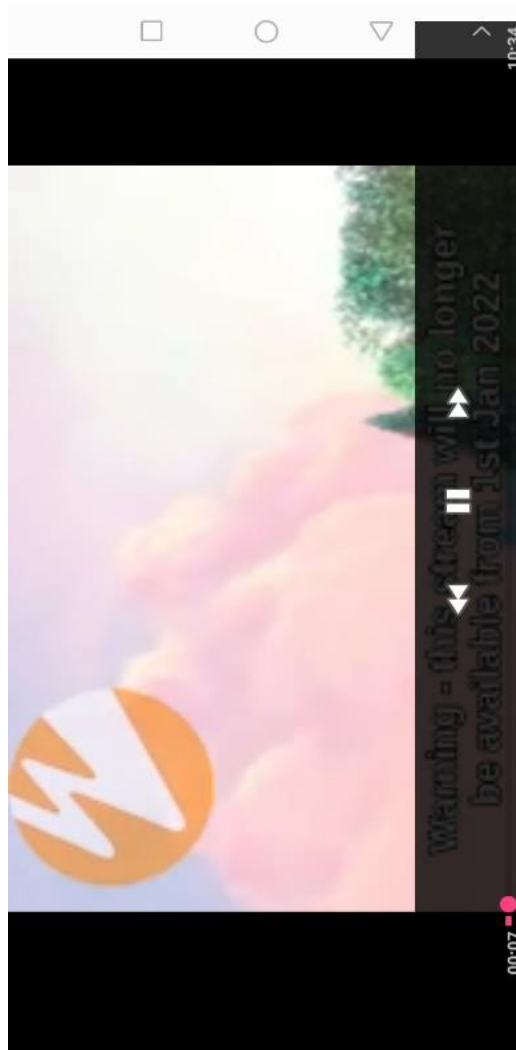
Sistema de Videovigilancia – Añadir Cámara

El botón *Añadir*  permite dirigir a una interfaz secundaria en la cual se podrá registrar una nueva cámara, se deben llenar los campos de *nombre de cámara*, *descripción* y *enlace RTSP*, para posteriormente añadir la cámara mediante el botón *Registrar Cámara* 





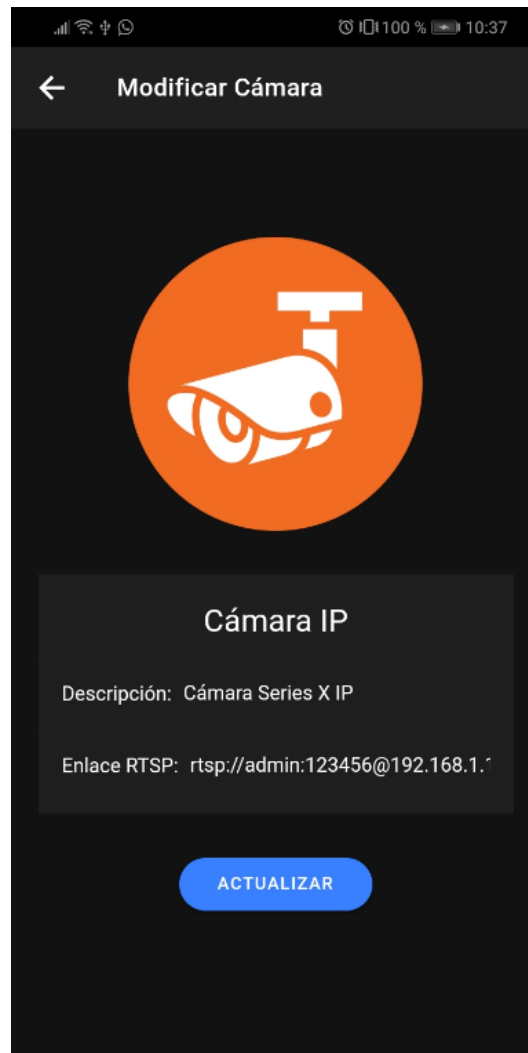
Sistema de Videovigilancia – Reproducir Cámara

El botón *Reproducir*  permite dirigir a una interfaz secundaria en la cual se podrá visualizar las imágenes que se encuentra registrando una cámara en ese momento.




Sistema de Videovigilancia – Modificar Cámara

El botón *Editar*  permite dirigir a una interfaz secundaria en la cual se podrá editar los campos de *nombre de cámara*, *descripción* y *enlace RTSP*, para posteriormente actualizar estos datos mediante el botón *Actualizar* .

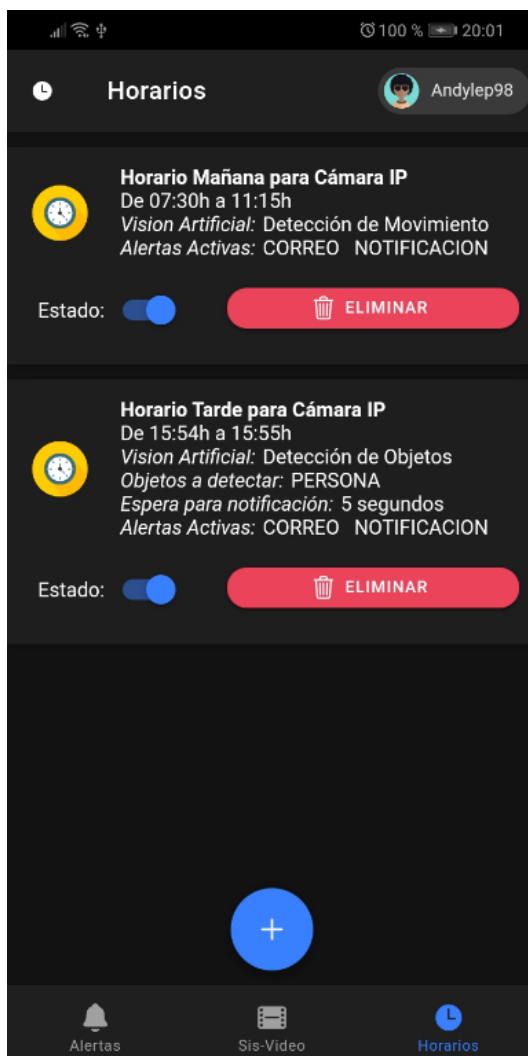


Sistema de Videovigilancia – Eliminar Cámara


El botón *Eliminar*  permite eliminar una cámara registrada en el sistema de videovigilancia.

Horarios


La interfaz de Horarios del aplicativo móvil de “VisionCam” es una interfaz en la que encontramos los horarios designados para cada una de las cámaras del sistema de videovigilancia.




Horarios – Estado de Horario

El botón *Estado*  permite mediante un switch activar/desactivar un horario registrado.

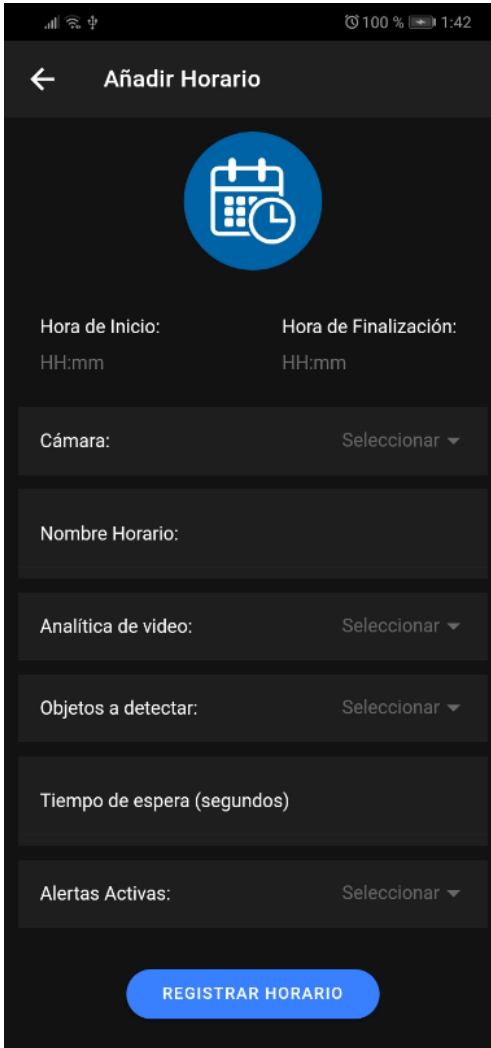
Horarios – Eliminar Horario

El botón *Eliminar*  permite eliminar un horario registrado.


Horarios – Añadir Horario

El botón *Añadir*  permite dirigir a una interfaz secundaria en la cual se podrá registrar un nuevo horario, se deben elegir una *hora de inicio* y una *hora de finalización*, se debe seleccionar la *cámara* a la cual queremos aplicar dicho horario, también poner un *nombre al horario*; seleccionar el tipo de *analítica de video* (detección de objetos o detección de movimiento); seleccionar los *objetos a detectar* (personas, automóviles, otros objetos), elegir el *tiempo de espera* en segundos para que el horario se active y seleccionar las *alertas activas* es decir donde el usuario desea recibir una notificación (aplicación móvil, correo electrónico o mensaje de texto); para posteriormente añadir el horario mediante el botón *Registrar Horario*

REGISTRAR HORARIO



← Añadir Horario



Hora de Inicio: Hora de Finalización:
HH:mm HH:mm

Cámara: Seleccionar ▾

Nombre Horario:

Analítica de video: Seleccionar ▾

Objetos a detectar: Seleccionar ▾

Tiempo de espera (segundos)

Alertas Activas: Seleccionar ▾

REGISTRAR HORARIO

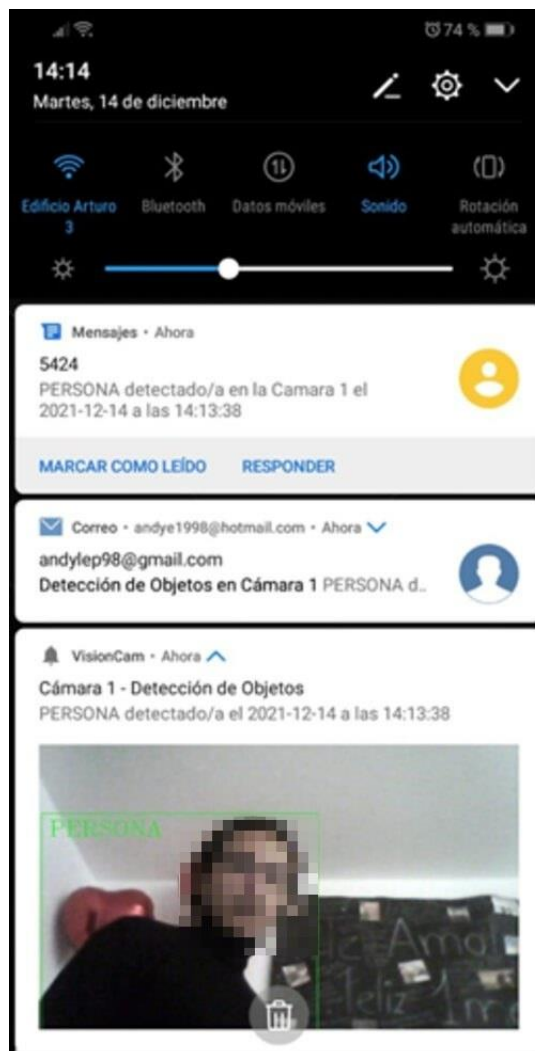
Alertas

La interfaz de alertas del aplicativo móvil de “VisionCam” es una interfaz en la que se reciben todas las notificaciones configuradas para ser recibidas en la aplicación, detallando el tipo de analítica de video, la cámara que lo registro, así como también la fecha y hora.



Notificación de Alertas – SMS – Correo Electrónico – APP

Se mostrarán las notificaciones de una alerta mediante un mensaje de texto al número de teléfono móvil registrado, notificación al correo electrónico registrado, y mediante una notificación en el aplicativo móvil de “VisionCam”, aquí se detalla el tipo de analítica de video, la cámara que lo registro, así como también la fecha y hora.



VisionCam



Manual Técnico

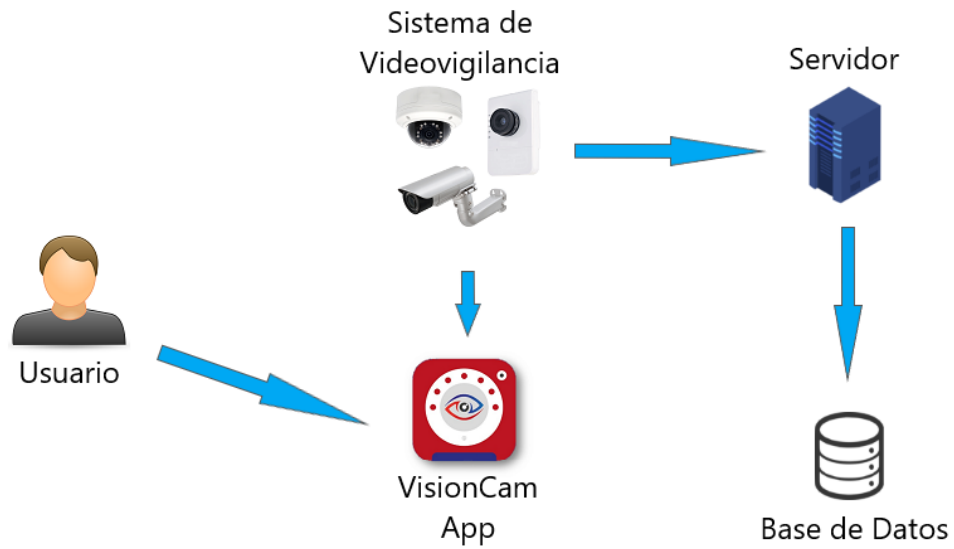
Introducción

El sistema prototipo informático de videovigilancia “VisionCam”, se encuentra diseñado con una arquitectura de software Modelo Vista Controlador (MVC), las herramientas que se utilizaron para el desarrollo del sistema prototipo informático fueron: un servidor basado en software denominado Flask, que permite desarrollar el lado servidor con Python; una base de datos no relacional denominada MongoDB, en la cual se va a organizar y gestionar la información en colecciones y documentos; y para el desarrollo de la aplicación móvil se hizo uso de Ionic basado en angular.

Objetivo

Explicar las herramientas utilizadas y como fue el proceso de desarrollo del sistema prototipo informático de videovigilancia con analítica de video.

ARQUITECTURA DEL SISTEMA PROTOTIPO INFORMÁTICO



ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS

Colección Usuarios

```
{
  _id: Id;
  nombre: string;
  apellido: string;
  correo: string;
  telefono: number;
  avatar: string;
  nom_usr: string;
  pass_usr: string;
  cámaras?: Camara[];
}
```

Colección Cámaras

```
{
  nom_cam: string;
  descripcion: string;
  enlace: string;
  horarios?: Horario[];
  alertas?: Alerta[];
}
```

Colección Horarios

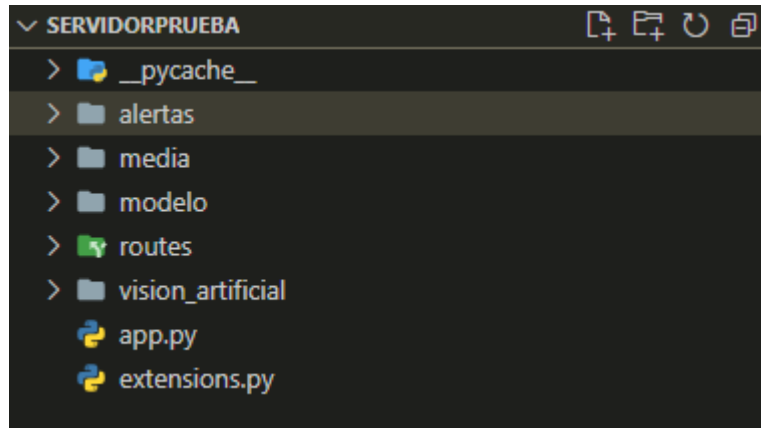
```
{
  nom_cam: string;
  url_cam: string;
  nom_horario: string;
  h_inicio: string;
  h_fin: string;
  t_vision: string;
  obj_noti: string[];
  tiempo_espera: number;
  alertas_act: string[];
  estado: string;
  correo: string;
  telefono: number;
}
```

Colección Alertas

```
{
  fecha: string;
  hora: string;
  url_img: string;
  tipo_noti: string;
}
```

CREACIÓN DE SISTEMA PROTOTIPO INFORMÁTICO

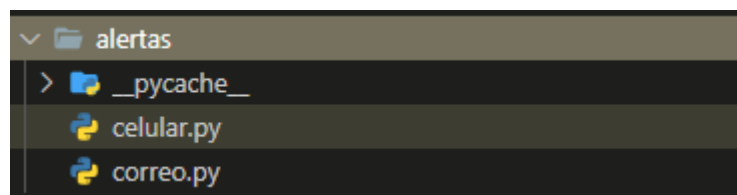
Servidor: el servidor está constituido por carpetas con el archivo principal de la app y las extensiones usadas.



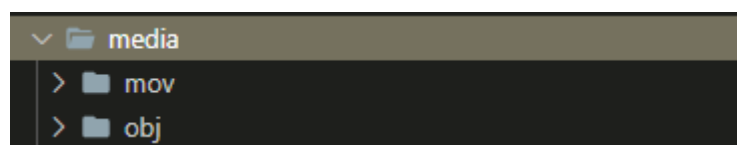
Organización de carpetas

La organización de carpetas está dada de la siguiente manera:

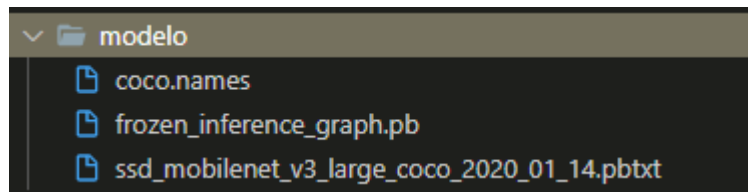
En la *carpeta alertas* se encuentran los scripts *celular* y *correo*, usados en la generación de alertas SMS y por Correo



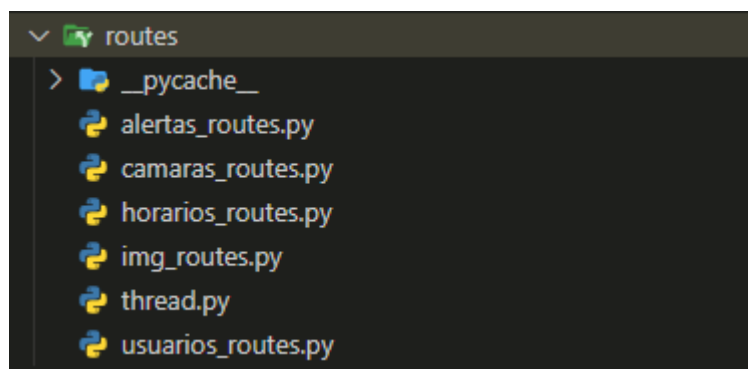
En la *carpeta media* se encuentran dos subcarpetas, en la *subcarpeta mov* se almacenarán las imágenes captadas en las alertas de detección de movimiento, mientras que en la *subcarpeta obj* se almacenarán las imágenes captadas en las alertas de detección de objetos.



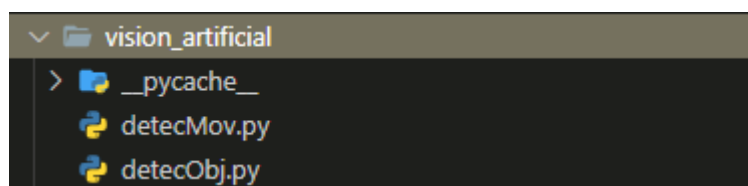
En la *carpeta modelo* se encuentran los scripts y labels usados por el algoritmo SSD MobileNet v3.



En la *carpeta routes* se encuentran las rutas a las cuales la aplicación móvil deberá acceder para realizar su correcto funcionamiento.



En la *carpeta vision_artificial* se encuentran los scripts detecMov y detecObj para el proceso de detección de movimiento y detección de objetos.



Script para envío de alertas por correo electrónico

```
alertas > correo.py > correo > mail_body
1 import smtplib
2 from email.mime.multipart import MIMEMultipart
3 from email.mime.text import MIMEText
4 from email.mime.base import MIMEBase
5 from email import encoders
6
7 def correo(mail, fecha, hora, obj_o_mov, url_img, nom_img, nom_cam, tipo_noti):
8     username = " "
9     password = " "
10    mail_from = " "
11    mail_to = mail
12    mail_subject = f"{tipo_noti} en {nom_cam}"
13    mail_body = f"{obj_o_mov} detectado/a en la {nom_cam} el {fecha} a las {hora}"
14    mail_attachment = url_img
15    mail_attachment_name = nom_img
16
17    mimemsg = MIMEMultipart()
18    mimemsg['From'] = mail_from
19    mimemsg['To'] = mail_to
20    mimemsg['Subject'] = mail_subject
21    mimemsg.attach(MIMEText(mail_body, 'plain'))
22
23    with open(mail_attachment, "rb") as attachment:
24        mimefile = MIMEBase('application', 'octet-stream')
25        mimefile.set_payload(attachment.read())
26        encoders.encode_base64(mimefile)
27        mimefile.add_header('Content-Disposition', "attachment; filename= %s" % mail_attachment_name)
28        mimemsg.attach(mimefile)
29    connection = smtplib.SMTP(host='smtp.gmail.com', port=587)
30    connection.starttls()
31    connection.login(username, password)
32    connection.send_message(mimemsg)
33    connection.quit()
```

Script para envío de alertas por SMS

```
alertas > celular.py > sms > jsonText
1 from sms_api.altiria_client import *
2
3 def sms(celular, fecha, hora, obj_o_mov, nom_cam):
4     mensaje = f"{obj_o_mov} detectado/a en la {nom_cam} el {fecha} a las {hora}"
5     try:
6         client = AltiriaClient(' ', ' ')
7         textMessage = AltiriaModelTextMessage(f'593{celular}', mensaje)
8         jsonText = client.sendSms(textMessage)
9         print('¡Mensaje enviado!')
10    except AltiriaGwException as ae:
11        print('Mensaje no aceptado:'+ae.message)
12        print('Código de error:'+ae.status)
13    except JsonException as je:
14        print('Error en la petición:'+je.message)
15    except ConnectionException as ce:
16        if "RESPONSE_TIMEOUT" in ce.message:
17            print('Tiempo de respuesta agotado:'+ce.message)
18        else:
19            print('Tiempo de conexión agotado:'+ce.message)
```

Rutas de alertas

```
alertas_routes.py X
routes > alertas_routes.py > post_alerta
1 from flask import request, jsonify, Blueprint
2 from extensions import mongo
3 from bson.objectid import ObjectId
4
5 alertas = Blueprint('alertas', __name__)
6
7
8 def post_alerta(fecha, hora, url_img, nom_cam, id_usr, tipo_noti):
9     if fecha and hora and url_img and nom_cam and id_usr and tipo_noti:
10         mongo.db.usuarios.update_one({'_id': ObjectId(id_usr)}, 'camaras.nom_cam': nom_cam, {'$addToSet': {
11             'camaras.$.alertas': {
12                 'fecha': fecha,
13                 'hora': hora,
14                 'url_img': url_img,
15                 'tipo_noti': tipo_noti
16             }
17         }})
18         respuesta = jsonify({'ok': True})
19         return respuesta
20     else:
21         respuesta = jsonify({'ok': False, 'message': 'No se ha podido añadir alerta'})
22         return respuesta
23
24
25 #Mensaje de Error 404
26 @alertas.errorhandler(404)
27 def not_foud(error=None):
28     respuesta = jsonify({
29         'mensaje': 'Recurso no encontrado: ' + request.url,
30         'Estado': 404
31     })
32     respuesta.status_code = 404
33     return respuesta
```

Rutas de usuario

```
usuarios_routes.py X
routes > usuarios_routes.py > post_usuario
1 from flask import request, jsonify, Blueprint, Response
2 from extensions import mongo
3 from werkzeug.security import generate_password_hash, check_password_hash
4 from bson import json_util
5 from bson.objectid import ObjectId
6
7
8 from flask_jwt_extended import create_access_token
9 from flask_jwt_extended import jwt_required
10 from flask_jwt_extended import get_jwt_identity
11
12
13 usuarios = Blueprint('usuarios', __name__)
14
15
16 #Crear Usuario
17 @usuarios.route('/post_usuario', methods=['POST'])
18 def post_usuario():
19     #Reciviendo datos (variable = solicitud post 'nombre de variable enviada desde el cliente')
20     nombre = request.json['nombre']
21     apellido = request.json['apellido']
22     correo = request.json['correo']
23     telefono = request.json['telefono']
24     avatar = request.json['avatar']
25     nom_usr = request.json['nom_usr']
26     pass_usr = request.json['pass_usr']
27     #Si existen esos datos insertarlos en una colección usuarios de mongodb
28     if nombre and apellido and telefono and nom_usr and correo and pass_usr and avatar:
29         nom_usuario = mongo.db.usuarios.find_one({'nom_usr': nom_usr})
30         if not nom_usuario:
31             contrasena_cifrada = generate_password_hash(pass_usr) #Contrasena cifrada
32             # Insertar los datos en mongodb y guardar un id
33             id = mongo.db.usuarios.insert_one({
```

Ejecución de tareas programadas

```
thread.py x
routes > thread.py > Temporizador
1 from datetime import datetime, timedelta
2 from threading import Thread
3 from time import sleep
4
5
6 #Clase Tarea programada
7 class Temporizador(Thread):
8     def __init__(self, hora, delay, funcion):
9         super(Temporizador, self).__init__()
10        self.estado = True
11        self.hora = hora
12        self.delay = delay
13        self.funcion = funcion
14
15    def stop(self):
16        self.estado = False
17
18    def run(self):
19        aux = datetime.strptime(self.hora, '%H:%M:%S')
20        hora = datetime.now()
21        hora = hora.replace(hour = aux.hour, minute=aux.minute, second=aux.second, microsecond = 0)
22        if hora <= datetime.now():
23            hora += timedelta(days=1)
24
25        print('Ejecución automática iniciada')
26        print('Proxima ejecución programada el {0} a las {1}'.format(hora.date(), hora.time()))
27
28        while self.estado:
29            if hora <= datetime.now():
30                self.funcion()
31                hora += timedelta(days=1)
32                sleep(self.delay)
```

Rutas para imágenes

```
img_routes.py x
routes > img_routes.py > get_imgs
1 from flask import request, jsonify, Blueprint, url_for, redirect, render_template, make_response
2 from extensions import mongo
3 from bson.objectid import ObjectId
4 import os
5
6 img = Blueprint('img', __name__)
7
8 @img.route('/get_img_obj/<nom_img>', methods=['GET'])
9 def get_img_obj(nom_img):
10    image_data = open(f'media/obj/{nom_img}', "rb").read()
11    response = make_response(image_data)
12    response.headers['Content-Type'] = 'image/png'
13    return response
14
15 @img.route('/get_img_mov/<nom_img>', methods=['GET'])
16 def get_img_mov(nom_img):
17    image_data = open(f'media/mov/{nom_img}', "rb").read()
18    response = make_response(image_data)
19    response.headers['Content-Type'] = 'image/png'
20    return response
21
22 @img.route('/get_imgs/<nom_img>', methods=['GET'])
23 def get_imgs(nom_img):
24    image_data = open(f'media/{nom_img}', "rb").read()
25    response = make_response(image_data)
26    response.headers['Content-Type'] = 'image/jpg'
27    return response
```

Rutas para horarios

```
horarios_routes.py X
routes > horarios_routes.py > post_horario
1 from flask import request, jsonify, Blueprint
2 from extensions import mongo
3 from bson.objectid import ObjectId
4
5 from datetime import datetime, timedelta
6 from time import sleep
7 from routes.thread import Temporizador
8
9 import vision_artificial.detecMov as detecMov
10 import vision_artificial.detecObj as detecObj
11
12 from routes.thread import Temporizador
13
14
15 horarios = Blueprint('horarios', __name__)
16
17 #Crear Horarios por ID de Usuario
18 @horarios.route('/post_horario/<id>', methods=['PUT'])
19 def post_horario(id):
20     nom_cam = request.json['nom_cam']
21     url_cam = request.json['url_cam']
22     nom_horario = request.json['nom_horario']
23     h_inicio = request.json['h_inicio']
24     h_fin = request.json['h_fin']
25     t_vision = request.json['t_vision']
26     obj_noti = request.json['obj_noti']
27     tiempo_espera = request.json['tiempo_espera'] #Obligatorio en detección de objetos - Sino Vacíos
28     alertas_act = request.json['alertas_act']
29     estado = request.json['estado']
30     #Datos para Alerta
31     correo = request.json['correo']
32     telefono = request.json['telefono']
33
```

Rutas para cámaras

```
camaras_routes.py X
routes > camaras_routes.py > update_camara
1 from flask import request, jsonify, Blueprint
2 from extensions import mongo
3 from bson.objectid import ObjectId
4
5
6 camaras = Blueprint('camaras', __name__)
7
8 #Crear Camara en Usuario
9 @camaras.route('/post_camara/<id>', methods=['PUT'])
10 def post_camara(id):
11     nom_cam = request.json['nom_cam']
12     enlace = request.json['enlace']
13     descripcion = request.json['descripcion']
14     if nom_cam and enlace and descripcion:
15         camara = mongo.db.usuarios.find_one({'_id': ObjectId(id), 'camaras.nom_cam': nom_cam})
16         if not camara:
17             mongo.db.usuarios.update_one({'_id': ObjectId(id)}, {'$addToSet': {
18                 'camaras': {
19                     'nom_cam': nom_cam,
20                     'descripcion': descripcion,
21                     'enlace': enlace
22                 }
23             }})
24         respuesta = jsonify({'ok': True})
25         return respuesta
26     else:
27         respuesta = jsonify({'ok': False, 'message': 'La cámara ya existe'})
28         return respuesta
29
30     return not_foud()
31
32 #Actualizar Camara por ID de usuario
33 @camaras.route('/update_camara/<id>', methods=['PUT'])
```

Detección de Objetos

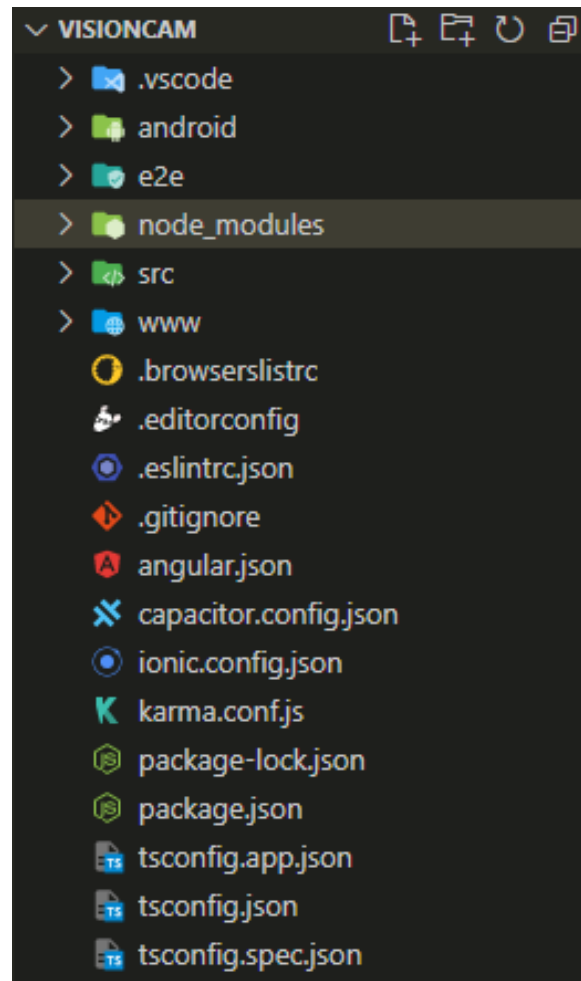
```
detecObj.py X
vision_artificial > detecObj.py > deteccion_obj
1 import cv2
2 import numpy as np
3
4 import time
5 from datetime import datetime, timedelta
6
7 from alertas.correo import correo
8 from alertas.celular import sms
9
10 from routes.alertas_routes import post_alerta
11
12 import requests
13
14 #url = '192.168.8.192:3000'
15 url = '192.168.1.108:3000'
16
17 nom_cam1 = ""
18 objeto1 = ""
19 tiempo1 = ""
20 id_usr1 = ""
21 mail1 = ""
22 celular1 = ""
23 alertas_act1 = []
24 h_fin1 = ""
25 url_cam1 = ""
26
27 def datos_obj(nom_cam, objeto, tiempo, id_usr, mail, celular, alertas_act, h_fin, url_cam):
28     global objeto1, nom_cam1, tiempo1, id_usr1, mail1, celular1, alertas_act1, h_fin1, url_cam1
29     nom_cam1 = nom_cam
30     objeto1 = objeto
31     tiempo1 = tiempo
32     id_usr1 = id_usr
33     mail1 = mail
```

Detección de Movimiento

```
detecMov.py X
vision_artificial > detecMov.py > ...
1 from time import sleep
2 import cv2
3
4 from datetime import date, datetime, timedelta
5
6 from alertas.correo import correo
7 from alertas.celular import sms
8
9 from routes.alertas_routes import post_alerta
10
11 import requests
12
13 #url = '192.168.8.192:3000'
14 url = '192.168.1.108:3000'
15 cont = 0
16
17 nom_cam1 = ""
18 id_usr1 = ""
19 mail1 = ""
20 celular1 = ""
21 alertas_act1 = []
22 h_fin1 = ""
23 url_cam1 = ""
24 #estado1 = False
25
26 def datos_mov(nom_cam, id_usr, mail, celular, alertas_act, h_fin, url_cam):
27     global nom_cam1, id_usr1, mail1, celular1, alertas_act1, h_fin1, url_cam1
28     nom_cam1 = nom_cam
29     id_usr1 = id_usr
30     mail1 = mail
31     celular1 = celular
32     alertas_act1 = alertas_act
33     h_fin1 = h_fin
```

Aplicación móvil: La aplicación móvil está constituida por una carpeta raíz en la cual se encuentran diferentes subcarpetas con la codificación respectiva para el funcionamiento de app.

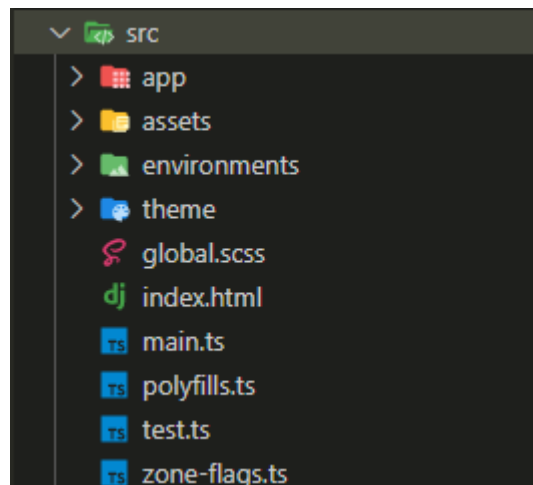
Carpeta raíz de la aplicación móvil



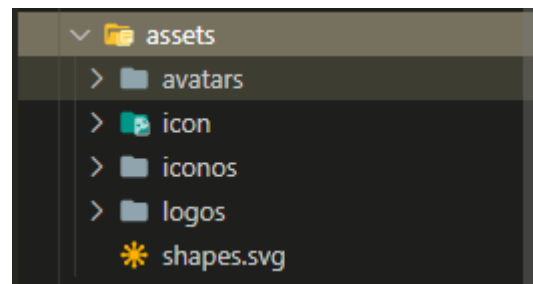
Organización de carpetas

La organización de carpetas está dada de la siguiente manera:

En la *carpeta src* se encuentran los recursos principales de la app.



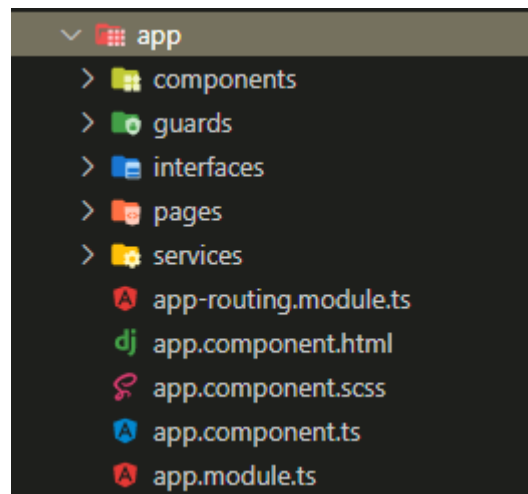
En la *carpeta assets* se encuentran los archivos necesarios que serán utilizados en la app.



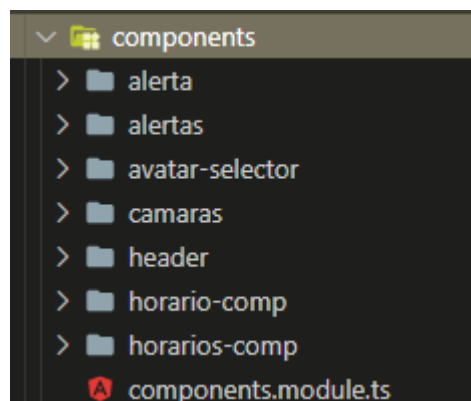
Environment de la app.

```
environments
src > environments > environments > ...
4
5 export const environment = {
6   production: false,
7
8   url: 'http://192.168.1.108:3000'
9
10 };
11
12 /*
13  * For easier debugging in development mode, you can import the following file
14  * to ignore zone related error stack frames such as `zone.run`, `zoneDelegate.invokeTask`.
15  *
16  * This import should be commented out in production mode because it will have a negative impact
17  * on performance if an error is thrown.
18  */
19 // import 'zone.js/dist/zone-error'; // Included with Angular CLI.
20
```

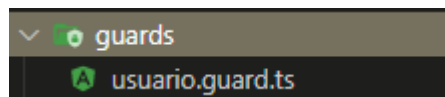
En la *carpeta app* se encuentra la estructura de la app.



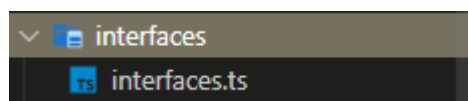
En la *carpeta components* se encuentran los componentes usados en la app.



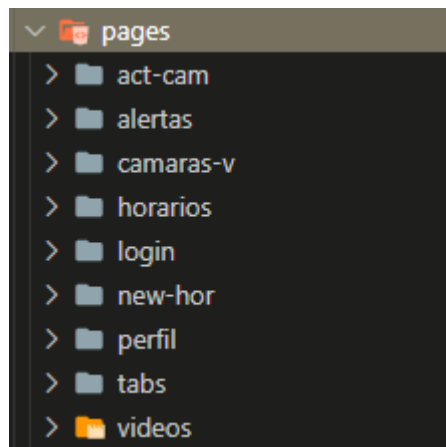
En la *carpeta guards* se encuentra el script para protección de rutas.



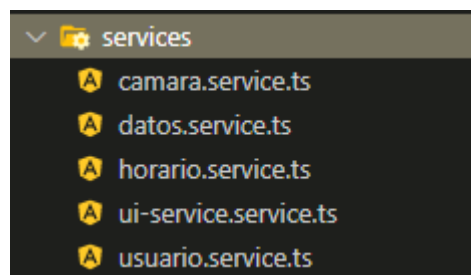
En la *carpeta interfaces* se encuentran las interfaces usadas en el sistema.



En la carpeta *pages* se encuentran las páginas desarrolladas para la app.



En la carpeta *services* se encuentran los servicios usados en la conexión de la app con el servidor.



Scripts

App Component

```
app.component.ts X
src > app > app.component.ts > AppComponent
1 import { Component } from '@angular/core';
2 import OneSignal from 'onesignal-cordova-plugin';
3
4
5 @Component({
6   selector: 'app-root',
7   templateUrl: 'app.component.html',
8   styleUrls: ['app.component.scss'],
9 })
10
11 export class AppComponent {
12   constructor() {
13     //Iniciar funcion de notificaciones junto con la App
14     this.OneSignalInit();
15   }
16
17   //Funcion de Notificaciones Push en Con One Signal
18   OneSignalInit(){
19
20     OneSignal.setAppId("7d3a9c78-0cdd-452b-9e44-77c98884d1cf");
21
22     OneSignal.setNotificationOpenedHandler(function(jsonData) {
23       console.log('notificationOpenedCallback: ' + JSON.stringify(jsonData));
24     });
25
26     OneSignal.promptForPushNotificationsWithUserResponse(function(accepted) {
27       console.log("User accepted notifications: " + accepted);
28     });
29   }
}
```

App Routing Module

```
app-routing.module.ts X
src > app > app-routing.module.ts > routes
1 import { NgModule } from '@angular/core';
2 import { PreloadAllModules, RouterModule, Routes } from '@angular/router';
3 import { UsuarioGuard } from './guards/usuario.guard';
4
5 const routes: Routes = [
6   {
7     path: 'main',
8     loadChildren: () => import('./pages/tabs/tabs.module').then(m => m.TabsPageModule),
9     canLoad: [UsuarioGuard]
10  },
11  {
12    path: 'login',
13    loadChildren: () => import('./pages/login/login.module').then( m => m.LoginPageModule)
14  },
15  {
16    path: 'perfil',
17    loadChildren: () => import('./pages/perfil/perfil.module').then( m => m.PerfilPageModule)
18  },
19  {
20    path: 'camaras-v',
21    loadChildren: () => import('./pages/camaras-v/camaras-v.module').then( m => m.CamarasVPageModule)
22  },
23  {
24    path: '',
25    redirectTo: 'login',
26    pathMatch: 'full'
27  },
28  {
29    path: 'act-cam',
30    loadChildren: () => import('./pages/act-cam/act-cam.module').then( m => m.ActCamPageModule)
31  },
32  {
}
```

Components Module

```
src > app > components > components.module.ts > ComponentsModule
1 import { NgModule } from '@angular/core';
2 import { CommonModule } from '@angular/common';
3 import { HeaderComponent } from './header/header.component';
4 import { IonicModule } from '@ionic/angular';
5 import { AvatarSelectorComponent } from './avatar-selector/avatar-selector.component';
6 import { AlertasComponent } from './alertas/alertas.component';
7 import { AlertaComponent } from './alerta/alerta.component';
8 import { NgxIonicImageViewerModule } from 'ngx-ionic-image-viewer';
9 import { CamarasComponent } from './camaras/camaras.component';
10 import { HorarioCompComponent } from './horario-comp/horario-comp.component';
11 import { HorariosCompComponent } from './horarios-comp/horarios-comp.component';
12
13
14 @NgModule({
15   declarations: [
16     HeaderComponent,
17     AvatarSelectorComponent,
18     AlertasComponent,
19     AlertaComponent,
20     CamarasComponent,
21     HorarioCompComponent,
22     HorariosCompComponent
23   ],
24   exports: [
25     HeaderComponent,
26     AvatarSelectorComponent,
27     AlertasComponent,
28     CamarasComponent,
29     HorariosCompComponent
30   ],
31   imports: [
32     CommonModule
```

Usuario Guard

```
src > app > guards > usuario.guard.ts > ...
1 import { Injectable } from '@angular/core';
2 import { ActivatedRouteSnapshot, CanActivate, CanLoad, RouterStateSnapshot, UrlTree } from '@angular/router';
3 import { Observable } from 'rxjs';
4 import { UsuarioService } from '../services/usuario.service';
5
6 @Injectable({
7   providedIn: 'root'
8 })
9 export class UsuarioGuard implements CanLoad {
10
11   constructor(private usuarioService: UsuarioService){ }
12
13   canLoad(): Observable<boolean | UrlTree> | Promise<boolean | UrlTree> | boolean | UrlTree {
14     return this.usuarioService.validaToken();
15   }
16
17 }
18
19 }
```

Interfaces

```
interfaces.ts
src > app > interfaces > interfaces.ts > RespuestaUsuarioDatos > telefono
1  export interface Usuario{
2      _id?: string;
3      nombre?: string;
4      apellido?: string;
5      correo?: string;
6      telefono?: number;
7      avatar?: string;
8      nom_usr?: string;
9      pass_usr?: string;
10 }
11
12 > // export interface UsuarioDat{...
42 // }
43
44 export interface RespuestaUsuarioDatos {
45     _id: Id;
46     nombre?: string;
47     apellido?: string;
48     correo?: string;
49     telefono?: number;
50     avatar?: string;
51     nom_usr?: string;
52     pass_usr?: string;
53     camaras?: Camara[];
54 }
55
56 export interface Camara {
57     nom_cam?: string;
58     descripcion?: string;
```

Cámara Service

```
camara.service.ts
src > app > services > camara.service.ts > CamaraService
1  import { HttpClient } from '@angular/common/http';
2  import { Injectable } from '@angular/core';
3  import { NavController } from '@ionic/angular';
4  import { environment } from 'src/environments/environment';
5  import { Camara } from '../interfaces/interfaces';
6
7
8  const URL = environment.url;
9
10 @Injectable({
11     providedIn: 'root'
12 })
13 export class CamaraService {
14
15     private usuario: Camara = {};
16
17     constructor(private http: HttpClient, private navCtrl: NavController) {
18     }
19
20
21     //Registro de Cámaras
22     registro(camara: Camara, id){
23         return new Promise( resolve => {
24
25             this.http.put(`${ URL }/post_camara/${id}`, camara)
26                 .subscribe( resp => {
27                     console.log(resp);
28                     if(resp['ok']){
29                         resolve(true);
30                     } else {
31                         resolve(false);
32                     }
33                 }
34             );
35         }
36     );
37 }
```

Usuario Service

```
usuario.service.ts X
src > app > services > usuario.service.ts > ...
1 import { HttpClient, HttpHeaders } from '@angular/common/http';
2 import { Injectable } from '@angular/core';
3 import { NavController } from '@ionic/angular';
4 import { Storage } from '@ionic/storage';
5 import { environment } from 'src/environments/environment';
6 import { RespuestaUsuarioDatos, Usuario } from '../interfaces/interfaces';
7
8
9 const URL = environment.url;
10
11 @Injectable({
12   providedIn: 'root'
13 })
14 export class UsuarioService {
15
16
17   token: string = null;
18   private usuario: Usuario = {};
19
20
21   constructor(private http: HttpClient, private storage: Storage, private navCtrl: NavController) {
22     //Crear almacenamiento local al inicar
23     this.storage.create();
24   }
25
26   //Hacer un post al /login usuario para obtener el token si el usuario está registrado
27   login(nom_usr: string, pass_usr: string){
28     const data = {nom_usr, pass_usr}; //crear constante para almacenar los valores recibidos
29
30     //Creado para retornar una promesa
31     return new Promise( resolve => {
32
33       this.http.post(`${URL}/login_usuario` data) //hacer la peticion al servidor enviando los datos que ing
```

UI Service

```
ui-service.service.ts X
src > app > services > ui-service.service.ts > ...
1 import { Injectable } from '@angular/core';
2 import { AlertController, ToastController } from '@ionic/angular';
3
4 @Injectable({
5   providedIn: 'root'
6 })
7 export class UiServiceService {
8
9   constructor(private alertCtrl: AlertController,
10     private toastCtrl: ToastController) { }
11
12   //Crear alerta informativa con el mensaje que se recibe a través de la funcion
13   async alertaInformativa( message: string ) {
14     const alert = await this.alertCtrl.create({
15       cssClass: 'my-custom-class',
16       message,
17       buttons: ['OK']
18     });
19
20     await alert.present();
21   }
22
23
24   async presentToast( message: string ) {
25     const toast = await this.toastCtrl.create({
26       message,
27       duration: 1500
28     });
29     toast.present();
30   }
31 }
```

Horario Service

```
horario.service.ts X
src > app > services > horario.service.ts > HorarioService
1 import { HttpClient, HttpHeaders } from '@angular/common/http';
2 import { Injectable } from '@angular/core';
3 import { NavController } from '@ionic/angular';
4 import { environment } from 'src/environments/environment';
5 import { Horario } from '../interfaces/interfaces';
6
7 const URL = environment.url;
8
9 @Injectable({
10   providedIn: 'root'
11 })
12 export class HorarioService {
13
14   constructor(private http: HttpClient, private navCtrl: NavController) { }
15
16   //Registro de Horarios
17   registro(horario: Horario, id){
18     return new Promise( resolve => {
19
20       this.http.put(`${ URL }/post_horario/${id}`, horario)
21         .subscribe( resp => {
22           console.log(resp);
23           if(resp['ok']){
24             resolve(true);
25           } else {
26             resolve(false);
27           }
28         });
29     });
30   }
31 }
32
```

Datos Service

```
datos.service.ts X
src > app > services > datos.service.ts > DatosService
1 import { EventEmitter, Injectable, Output } from '@angular/core';
2 import { Camara } from '../interfaces/interfaces';
3
4 @Injectable({
5   providedIn: 'root'
6 })
7 export class DatosService {
8   @Output() disparadorDatos: EventEmitter<any> = new EventEmitter();
9
10   private camara: Camara = {};
11
12   constructor() { }
13
14   //Obtener cámara datos del componente
15   getCamara(){
16     this.disparadorDatos.subscribe(resp => {
17       this.camara = resp;
18     });
19     return {...this.camara};
20   }
21 }
```