

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE
RECONOCIMIENTO FACIAL BIOMÉTRICO PARA EL
PROYECTO DE VIDEOVIGILANCIA CIUDADANA EN EL
DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR**



**PRESENTADO POR
MANOLO VIDAL TELLO MILICIC**

**ASESOR
GENER VICTOR ZAMBRANO LOLI**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE
COMPUTACIÓN Y SISTEMAS**

LIMA – PERÚ

2023



CC BY-NC-SA

Reconocimiento – No comercial – Compartir igual

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE COMPUTACIÓN Y
SISTEMAS**

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE RECONOCIMIENTO
FACIAL BIOMÉTRICO PARA EL PROYECTO DE
VIDEOVIGILANCIA CIUDADANA EN EL DISTRITO
DE VILLA EL SALVADOR**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE
COMPUTACIÓN Y SISTEMAS**

PRESENTADO POR

TELLO MILICIC MANOLO VIDAL

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todos aquellos que creyeron en mí, a quienes me apoyaron moral y emocionalmente. A mi familia, y muy especialmente se la dedico a mis padres.

AGRADECIMIENTO

Agradezco especialmente a las dos personas más importantes en mi vida que sin su apoyo este trabajo no se hubiese concluido, Yanna mi esposa y Arantza mi amada hija.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPÍTULO I. TRAYECTORIA PROFESIONAL	1
1.1 Tactical IT S.A.C.	1
1.2 Royaltex CO. S.A.C.	2
1.3 Gobierno Regional de Ica	3
1.4 Banco Interamericano de Finanzas – BANBIF	3
1.5 Banco de la Microempresa S.A. – Mibanco	3
1.6 Scotiabank Perú S.A.A.	4
1.7 Banco de Crédito – BCP	4
CAPÍTULO II. CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA	5
2.1 Descripción de la Empresa	6
2.2 El Cliente: Municipalidad Distrital de Villa El Salvador	14
2.3 Proyecto de Mejoramiento de Seguridad Ciudadana del Distrito	19
CAPÍTULO III. APLICACIÓN PROFESIONAL	27
3.1 Situación Problemática	27
3.2 Marco Teórico	36
3.3 Metodología	49
3.4 Estado del Arte	52
3.5 Proyecto de Solución	57
CAPÍTULO IV. REFLEXIÓN CRÍTICA A LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	109
4.1 Aportes y Responsabilidades	110
4.2 Herramientas Empleadas	112
4.3 Importancia de la Formación Profesional	112
4.4 Experiencia Alcanzada	113
4.5 Prestigio Profesional	113
CONCLUSIONES	114
RECOMENDACIONES	116
FUENTES DE INFORMACIÓN	118
ANEXOS	121

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Plan Nacional a Implementar en el Distrito	5
Figura 2: Crecimiento en ventas TACTICAL IT por año	6
Figura 3: Ranking de Proveedores 2021	9
Figura 4: Certificaciones TACTICAL IT 2022	10
Figura 5: Organigrama Institucional TACTICAL IT	11
Figura 6: Mapa de ubicación de la empresa	13
Figura 7: Mapa Distrital de Villa El Salvador- Lima	14
Figura 8: Denuncias de Delitos por Distritos de Lima Metropolitana	15
Figura 9: Puntos críticos de seguridad en el distrito	16
Figura 10: Ubicación de la Central de Monitoreo y Videovigilancia	22
Figura 11: Plano de Construcción de la Central de Monitoreo	24
Figura 12: Sistema de reconocimiento facial biométrico en Australia	26
Figura 13: Denuncias por departamento según INEI	28
Figura 14: Delitos denunciados en Lima-Sur	29
Figura 15: Funcionamiento de un sistema biométrico	37
Figura 16: Evolución de la Inteligencia Artificial por décadas	38
Figura 17: Arquitectura de un Sistema de Reconstrucción 3D	39
Figura 18: Fases de un Sistema de Reconocimiento Facial	40
Figura 19: Detección de rostro usando skin segmentation	41
Figura 20: Esquema Completo de un Sistema de Reconocimiento Facial	42
Figura 21: Técnicas de reconocimiento facial desde video	43
Figura 22: Diagrama de Data Center Tier 4	44
Figura 23: Diagrama de una red de fibra óptica	46
Figura 24: Redes Pasivas PON y sus tipos	47
Figura 25: Red GPON vs Ethernet	47
Figura 26: Esquema explicativo FTTX	48
Figura 27: Metodología tradicional en cascada (waterfall)	50
Figura 28: Evolución del reconocimiento facial por años	53

Figura 29: EDT del proyecto	57
Figura 30: Cronograma Valorizado	59
Figura 31: Reunión de Lanzamiento del Proyecto	61
Figura 32: Transferencia proyectual entre áreas	62
Figura 33: Project Charter	63
Figura 34: Reporte DATACRIM Distrito Villa El Salvador	66
Figura 35: Topología de Red Estrella Extendida	67
Figura 36: Diagrama general de interconexión	68
Figura 37: Diagrama Unifilar de Fibra	69
Figura 38: Ancho de banda resultante para los parámetros ingresados	71
Figura 39: Distribución del videowall solicitado	74
Figura 40: Especificaciones Técnicas del Servidor DELL	75
Figura 41: Aureus Insight 3D Face Recognition Solution	80
Figura 42 Cronograma de actividades	87
Figura 43: Acta de Conformidad de Instalación de Servidor	88
Figura 44: Documento de Cálculo de Storage del Servidor Principal	89
Figura 45: Detalle de Porcentaje de Plan Completado	92
Figura 46: Causas de Incumplimiento	93
Figura 47: Formatos de Protocolos de Liberación de FTTX	94
Figura 48: Formatos de Validación de Adquisición Instalación	96
Figura 49: Acta de Cierre y Entrega	98
Figura 50: Reporte DATACRIM de Criminalidad por año en Villa El Salvador	102
Figura 51: Resultado: Sistema Instalado y Funcionando	104
Figura 52: Resultado: Sistema Reconoce Criminal y lo Captura	105
Figura 53: Resultado: Sistema Previene el Delito	106
Figura 54: Resultado: Sistema Reconoce Delincuente	107
Figura 55: Resultado: Sistema Ayuda a Ubicar Bienes Robados	108

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Proyectos en ejecución y cartera	12
Tabla 2: Datos generales del distrito	14
Tabla 3: Hitos del proyecto de videovigilancia ciudadana	21
Tabla 4: Equipamiento del Data Center	25
Tabla 5: Relación problemas objetivos título	32
Tabla 6: Comparativa de técnicas biométricas	36
Tabla 7: Etapas Según la Metodología y sus Entregables	51
Tabla 8: Etapas del proyecto vs objetivos definidos	58
Tabla 9: Cronograma contractual	59
Tabla 10: Planificación Tareas y entregables por etapas	64
Tabla 11: Componentes de interconexión según expediente técnico	69
Tabla 12: Consideraciones de transmisión de video	70
Tabla 13: Equipos Activos Utilizados	72
Tabla 14: Servidores y Equipos del Data Center	76
Tabla 15: Requerimientos de la analítica de reconocimiento de Rostros	78
Tabla 16: Aureus Insight Requerimientos del Sistema	82
Tabla 17: Calculo de almacenamiento para la grabación	83
Tabla 18: Partidas de ejecución agrupadas según EDT	86
Tabla 19: Partidas detalladas para ejecución de software	90
Tabla 20: Listado de causas de incumplimiento del proyecto	93
Tabla 21: Entregables y evidencias para resultados del OE1	100
Tabla 22: Entregables y evidencias para resultados del OE2	100
Tabla 23: Entregables y evidencias para resultados del OE3	101

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo A: Contrato de Licitación del Proyecto	125
Anexo B: Expediente Técnico	126
Anexo C: Project Charter	129
Anexo D: Central de Videovigilancia Memoria de Calculo Estructural	131
Anexo E: Estructura de Descomposición del Trabajo EDT	133
Anexo F: Puntos de instalación de las cámaras de videovigilancia	134
Anexo G: Recorrido del Tendido de Fibra Final	137
Anexo H: Diagrama Unifilar de FO	139
Anexo I: Aureus Insight Guía y Especificaciones Técnicas	140
Anexo J: Aureus Insight Manual de Instalación y Uso	141
Anexo K: Cronograma del Proyecto	144
Anexo L: Panel Fotográfico de instalación de Planta Externa	147
Anexo M: Dimensionamiento de Servidores	150
Anexo N: Adquisición Licencia de Software	152

RESUMEN

La criminalidad y seguridad ciudadana son un problema real, en nuestra sociedad; por tanto, la Municipalidad de Villa El Salvador con el fin de contrarrestarlas, impulsó la ejecución de un proyecto de videovigilancia, conformado por 250 cámaras e infraestructura afín, distribuidas en las zonas críticas del distrito. Este proyecto fue aprobado mediante licitación pública a la empresa TACTICAL IT en el año 2019. El informe del proyecto implica la puesta en funcionamiento de un sistema biométrico para el Reconocimiento Facial, el mismo que corresponde al primer proyecto de videovigilancia ciudadana, puesto en marcha en Villa El Salvador. En él, se precisan el análisis y sustento de viabilidad del proyecto, así como su planificación y ejecución por etapas. Además, para ello, se ha empleado la metodología de gestión tradicional waterfall, en la que se respetan las recomendaciones del PMBOK y restricciones propias. También se basó en el estado del arte en estudios y desarrollos similares, así como en las tecnologías y soluciones innovadoras actuales, en reconocimiento facial, a fin de cumplir con los requerimientos solicitados. Asimismo, se describen las etapas del proyecto de videovigilancia que sirven de soporte al sistema de reconocimiento facial, el hardware de video, servers, data center y la red de planta externa que se interconectan con las videocámaras, que alimentan el sistema.

PALABRAS CLAVE: Reconocimiento Facial 3D, Emparejamiento facial, Biometría, Videovigilancia, Inteligencia artificial, Deep Learning.

ABSTRACT

Crime and public safety issues are a real problem in our society, in consequence, the Municipality of Villa El Salvador, in order to counteract its effect promoted the execution of a video surveillance project, composed of 250 video cameras and related infrastructure, distributed in critical areas of the district. Project approved by public tender to the company TACTICAL IT in 2019. This report details the implementation of a biometric system for Face Recognition, corresponding to the first citizen video surveillance project deployed in Villa El Salvador. The analysis and support of the feasibility of the project as well as its planning and execution in stages are specified. To achieve this, a traditional waterfall management methodology has been used, following the PMBOK recommendations and the restrictions of the project. It was based on the state of the art in similar studies and developments, as well as current innovative technologies and solutions, in facial recognition, in order to meet the requested requirements. The stages of the video surveillance project that support the facial recognition system are also described, such as the video hardware, servers, data center and the external plant network that interconnects the video cameras that feed the system.

KEYWORDS: 3D Facial Recognition, Face-matching, Biometry, Video Surveillance, Artificial Intelligence, Deep Learning

NOMBRE DEL TRABAJO

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE RE
CONOCIMIENTO FACIAL BIOMÉTRICO P
ARA EL PROYECTO DE VIDEOVIGILANCI
A C**

AUTOR

MANOLO VIDAL TELLO MILICIC

RECUENTO DE PALABRAS

22302 Words

RECUENTO DE CARACTERES

126356 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

131 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

16.6MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 17, 2023 9:42 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 17, 2023 9:43 AM GMT-5**● 3% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 2% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

INTRODUCCIÓN

En el Perú, la inseguridad y criminalidad se incrementan diariamente, tal como publica, en su reporte anual del año 2019, el Instituto Nacional de Estadística e Informática: “Se aprecia una tendencia creciente de denuncias por comisión de delitos, registradas en las dependencias policiales y fiscalías del ministerio público, al pasar de 93 a 148 denuncias por cada 10 mil habitantes en el período 2012-2018” (INEI, 2019, pp.11-12).

En consecuencia, el municipio de Villa El Salvador es el distrito con una de las tasas de criminalidad más altas. Este se inició en 2019 con la cooperación del Ministerio del Interior, un proyecto distrital de seguridad ciudadana, que se concretó en la licitación pública, concedida a la empresa TACTICAL IT.

En diversos países de Latinoamérica, los cuerpos policiales han documentado resultados exitosos en la prevención de la incidencia criminal. Para ello, utilizaron tecnología biométrica, definida como “Sistemas integrados de información como el reconocimiento facial, centros de mando, entre otros, son avances que los cuerpos policiales han aprovechado de la tecnología y de la inteligencia artificial para mejorar su actuación policial en la prevención del delito” (Villalobos, 2020, p. 79).

Basándose en la videovigilancia, esta normativa en el Perú se la regula y define mediante el Decreto Legislativo N° 1218 como “un instrumento de vigilancia ciudadana, para la prevención de la violencia y del delito, así como el control y persecución del delito o falta en el marco del Sistema Nacional de Seguridad Ciudadana” (Ministerio del Interior, 2020, p. 14).

En el presente informe, se explica el funcionamiento de un sistema informático para el Reconocimiento Facial utilizando características biométricas, como parte fundamental del primer sistema de videovigilancia ciudadana puesto en marcha por el municipio de Villa El Salvador en Lima Perú, en la que se utiliza una red de 250 cámaras que abarcan todo el distrito. También, se analizó y sustentó la viabilidad del proyecto en cada una de sus partes, tomando en cuenta las definiciones previas documentadas y contractuales. En su elaboración, se utilizó una metodología en cascada tradicional de cinco etapas que siguieron las recomendaciones del PMBOK. Asimismo, se presentaron las tareas y entregables de cada etapa, con énfasis en el estado del arte de las tecnología y herramientas software de reconocimiento facial, las disponibles y actualizadas.

Este informe se ha elaborado en cuatro capítulos. En el primero, se describe la trayectoria profesional del autor, su experiencia laboral y conocimientos adquiridos desde los inicios de la empresa a la actualidad, tiempo en el que se concretó este proyecto. En el segundo, se presenta el contexto que rodea este estudio, como los aspectos de la empresa y del cliente la municipalidad de Villa El Salvador; así como las características del proyecto de videovigilancia distrital del cual este estudio forma parte. En el tercero, se explica el sistema de reconocimiento facial a implementar, la situación problemática que lo justifica, objetivos y alcances de la misma, los fundamentos teóricos empleados, desarrollo y ejecución por etapas que es el fundamento central de este estudio. En el cuarto capítulo, se hace una reflexión crítica de la experiencia profesional con sus aportes, herramientas y conocimiento adquirido, así como se analizan las estadísticas anuales que validan una disminución en la incidencia criminal, lo que constituye un uso exitoso del sistema reportados en varios medios incluyendo los canales digitales oficiales de la municipalidad distrital y prensa local.

CAPÍTULO I

TRAYECTORIA PROFESIONAL

El autor es analista de software especializado en proyectos de gestión pública y privada, contrataciones del estado, consultoría de sistemas y proyectos distribuidos. Con amplia experiencia en el sector financiero, negocios y gestión de capital humano.

Actualmente desarrolla sus labores en la empresa TACTICAL IT dedicada a servicios en plataformas tecnológicas para proyectos que abarcan distintos sectores de la sociedad como educación, salud, y seguridad ciudadana. Previamente ha tenido amplia experiencia en diversas instituciones generalmente del sector financiero, las mismas que se detallan a continuación.

1.1 TACTICAL IT S.A.C.

Noviembre 2019 - hasta la actualidad.

TACTICAL IT es una empresa que ofrece consultoría en soluciones de tecnologías de información, centrada en proyectos de inversión pública y privada a lo largo de todo el país.

Cargo: Analista de Software, Redes y Coordinador Tecnológico.

Roles y Funciones:

- Planificar, ejecutar y supervisar la instalación y el funcionamiento de nuevos sistemas.

- Gestionar y supervisar proyectos en su elaboración e implementación.
- Coordinar la revisión de documentación técnica de infraestructura de telecomunicaciones y videovigilancia.
- Gestionar las asignaciones en proyectos de seguridad ciudadana.

Logros:

- Objetivos alcanzados en los tiempos estipulados.
- Control de calidad (QA) del ciclo de vida de las aplicaciones.

Aprendizaje:

- Implementación de reconocimiento de imágenes y redes distribuidas
- Normativas, estándares y expedientes técnicos en proyectos IT.
- Gestión de proyectos de inversión pública.

1.2 Royaltex CO. S.A.C.

Julio 2018 - Octubre 2019

Empresa manufacturera especializada en el rubro textil y comercial.

Cargo: Jefe Comercial Tecnológico.

Funciones:

- Supervisar la estrategia de ventas y cumplimiento de objetivos.
- Planificar y ejecutar las campañas de marketing y publicidad de nuevas tecnologías.
- Manejar los análisis del mercado, indicadores de gestión (KPIs), productividad, competencia y características del consumidor.
- Dirigir al equipo de ventas; negociación con clientes y proveedores.

Logros:

- Incremento en un 30% de ventas en las principales campañas del año.
- Mejora en los procesos relacionados a productos tecnológicos finales.
- Apertura de tres nuevas sucursales.

Aprendizaje:

- Habilidades de gestión comercial, estudios de mercado y relaciones con el cliente.

1.3 Gobierno Regional de Ica

Diciembre 2016 - Mayo 2018

Gestión pública regional en políticas nacionales y sectoriales.

Cargo: Administrador en el Directorio Regional de Energía y Minas.

Funciones:

- Supervisar la gestión financiera presupuestaria.
- Dirigir las contrataciones y licitaciones.
- Elaborar y mejorar los procedimientos para contrataciones.

Logros:

- Nuevos contratos regionales entregados exitosamente.

Aprendizaje:

- Habilidades y manejo en el sector público, contrataciones del estado y normativa en estándares nacionales.

1.4 Banco Interamericano de Finanzas – BANBIF

Setiembre 2014 - Setiembre 2015

Soluciones financieras con énfasis en la Calidad de Servicio (QoS).

Cargo: Jefe de Operaciones y Servicios.

Funciones:

- Supervisar al equipo de representantes de servicios y plataformas
- Alcanzar metas de colocación en los diferentes productos del banco.
- Controlar el área de efectivo y valorados.

Logros:

- Posicionamiento como mejor entidad en colocación de productos 2015.
- Mejora de calificación en auditoría financiera.

Aprendizaje:

- Habilidades avanzadas de gestión financiera y de recursos humanos

1.5 Banco de la Microempresa S.A. – Mibanco

Abril 2010 - Octubre 2013

Empresa financiera líder en microfinanzas de la región.

Cargo: Funcionario de Negocios Leasing.

Funciones:

- Promover y mejorar la colocación del producto leasing en la región.
- Negociar y desarrollar alianzas comerciales.

Logros:

- Incremento del 30% en la colocación del producto leasing.
- Desarrollo de plan de premiación y seguimiento en las regiones.

Aprendizaje:

- Habilidades financieras en leasing y gestión de personal.

1.6 Scotiabank Perú S.A.A.

Setiembre 2006 - Mayo 2009

Cargo: Analista de Canales Virtuales

Funciones:

- Gestionar proyectos de ampliación y renovación de canales virtuales.
- Nuevas tecnologías, control de versiones y soporte telebanking.

Logros:

- Incremento y optimización de canales ATM y Telebanking.
- Implementación de un sistema remoto de atención al cliente.

Aprendizaje:

- Gestión en nuevas tecnologías y canales virtuales informáticos.

1.7 Banco de Crédito – BCP

Setiembre 1998 - Agosto 2003

Cargo: Promotor Principal

Funciones:

- Supervisor de procesos operativos, de calidad y productividad.
- Asesor digital en nuevos productos comerciales.

Logros:

- Cumplimiento de las metas comerciales y de servicios.
- Cumplimiento de las metas de productividad.

Aprendizaje:

- Habilidades financieras y de gestión de procesos.

CAPÍTULO II

CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA

El Sistema de Reconocimiento Facial Biométrico se implementó como una solución informática que se ejecuta en un servidor de aplicaciones, el cual se soporta en una red de 250 cámaras de videovigilancia interconectadas por fibra óptica en toda la extensión de Villa El Salvador. Proyecto desarrollado por la empresa TACTICAL IT como parte del Plan de Acción Distrital de Seguridad Ciudadana, mostrado en la siguiente figura.

Figura 1
Plan Nacional a Implementar en el Distrito



Nota. Adaptado de Municipalidad de Villa El Salvador, 2022 (www.munives.gob.pe)

2.1 Descripción de la empresa

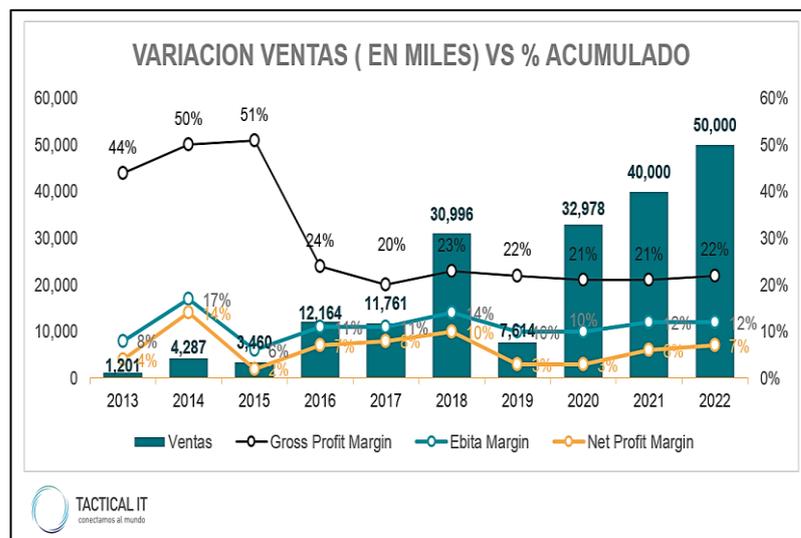
TACTICAL IT S.A.C. se describe como “una empresa conformada por profesionales de amplia experiencia y gran calidad humana, dedicada a la formulación y ejecución de proyectos basados en Tecnologías de la Información y Comunicación, cuya labor busca impactar positivamente en diferentes sectores de la sociedad” (TACTICAL IT, 2018).

Fundada en 2011 por un grupo de Ingenieros que tenían como visión un Perú seguro y conectado, hoy en día ha consolidado su posición en el mercado con cifras de crecimiento que superan los USD 10 MM en ingresos anuales reflejados en más de 21 proyectos finalizados. Con presencia en proyectos entregados en 12 regiones a lo largo del territorio nacional: región Lima, Ancash, Ayacucho, Cusco, Junín, Huancavelica, Huánuco, Lambayeque, La Libertad, Pasco, Piura y Puno.

La siguiente figura muestra el crecimiento en ventas de la empresa desde que inició negocios en proyectos regionales. Se puede apreciar que los últimos tres años muestran un marcado crecimiento saludable en márgenes de ganancias según indicadores financieros.

Figura 2

Crecimiento en ventas TACTICAL IT por año



Nota. Adaptado de TACTICAL IT, 2022 (tactical-it.pe)

2.1.1 Directrices estratégicas

TACTICAL IT tiene las siguientes directrices estratégicas que guían su modelo de gestión y el cómo se posiciona en el mercado para lograr sus objetivos.

Misión

Brindar soluciones informáticas integrales para lograr un Perú mejor comunicado.

Valores

La empresa cultiva los siguientes valores: Proactividad, Integridad, Orden, Compromiso, Responsabilidad, Actitud de Servicio y Honestidad.

Filosofía

La filosofía de la empresa se cimienta en tres aristas:

- Calidad Certificada: proyectos desarrollados con procesos certificados bajo estándares internacionales tanto en bienes como en servicios.
- Costo/Beneficio: en evaluaciones comparativas ofrece la mejor opción tanto tecnológica como económica para cada proyecto.
- Asesoría Permanente: valor agregado en la asistencia al proyecto en todas sus etapas.

2.1.2 Soluciones de negocios

TACTICAL IT ofrece soluciones integrales que contemplan todos los niveles de asistencia y soporte que necesita el cliente desde los estudios, provisión de equipamiento, servicios, asesorías, capacitaciones, mantenimiento y soporte técnico; siempre con el compromiso de lograr un impacto positivo y de progreso para la sociedad. Abarca principalmente las siguientes áreas:

- Seguridad Ciudadana.
- Redes de Acceso a Consultorías en Servicios de Telecomunicaciones.
- Plataformas Tecnológicas IT y Comunicaciones.
- Consultorías.

2.1.3 Consolidación en el sector público

El Registro Nacional de Proveedores posiciona a la empresa TACTICAL IT en el puesto 44 en su ranking anual 2021, lo cual muestra un notable crecimiento desde el año 2019 donde obtuvo el puesto 70. Datos obtenidos del organismo supervisor peruano, los cuales se pueden consultar a continuación.

Figura 3

Ranking de Proveedores 2021

RUC	Nombre o Razon Social	Monto
20467534026	AMERICA MOVIL PERU S.A.C.	S/.65.4
20603939281	PSA MARINE PERU S.A.	S/.63.2
20506963754	SOLUCIONES ESTRUCTURALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	S/.58.5
20545316561	TACTICAL IT S.A.C.	S/.56.6
20382072023	AIR PRODUCTS PERU S.A.	S/.55.5
20131621311	CONSTRUCTORA Y SERVICIOS SA	S/.54.7
20327370058	COSMOS CONSTRUCTORES Y SERVICIOS S.R.LTD	S/.54.4
20100127670	PFIZER S A	S/.52.7
20419385442	UTILITARIOS MEDICOS S.A.C.	S/.52.6
20602131549	AI INVERSIONES PALO ALTO II S.A.C.	S/.52.1

Previous 1 2 3 4 5 ... 10 Next

Montos expresados en millones de S/.
No Incluye Contrataciones del Régimen Especial (Obras por Impuestos)

 **TACTICAL IT**
conectamos al mundo

Ranking 2021: Puesto 44 de 38,765

Nota. Adaptado de Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado, 2021 (osce.gob.pe)

2.1.4 Certificaciones de Calidad

Los proyectos ejecutados son certificados con estándares internacionales tanto en bienes como en servicios, utilizando las siguientes normas:

- ISO 9001: 2015 - Gestión de Calidad
- ISO 14001: 2015 - Gestión Ambiental
- OHSAS 18001 - Gestión en Seguridad y Salud Laboral

La siguiente figura muestra las certificaciones obtenidas por la empresa en los estándares mencionados.

Figura 4

Certificaciones TACTICAL IT 2022



Nota. Adaptado de TACTICAL IT, 2022 (tactical-it.pe)

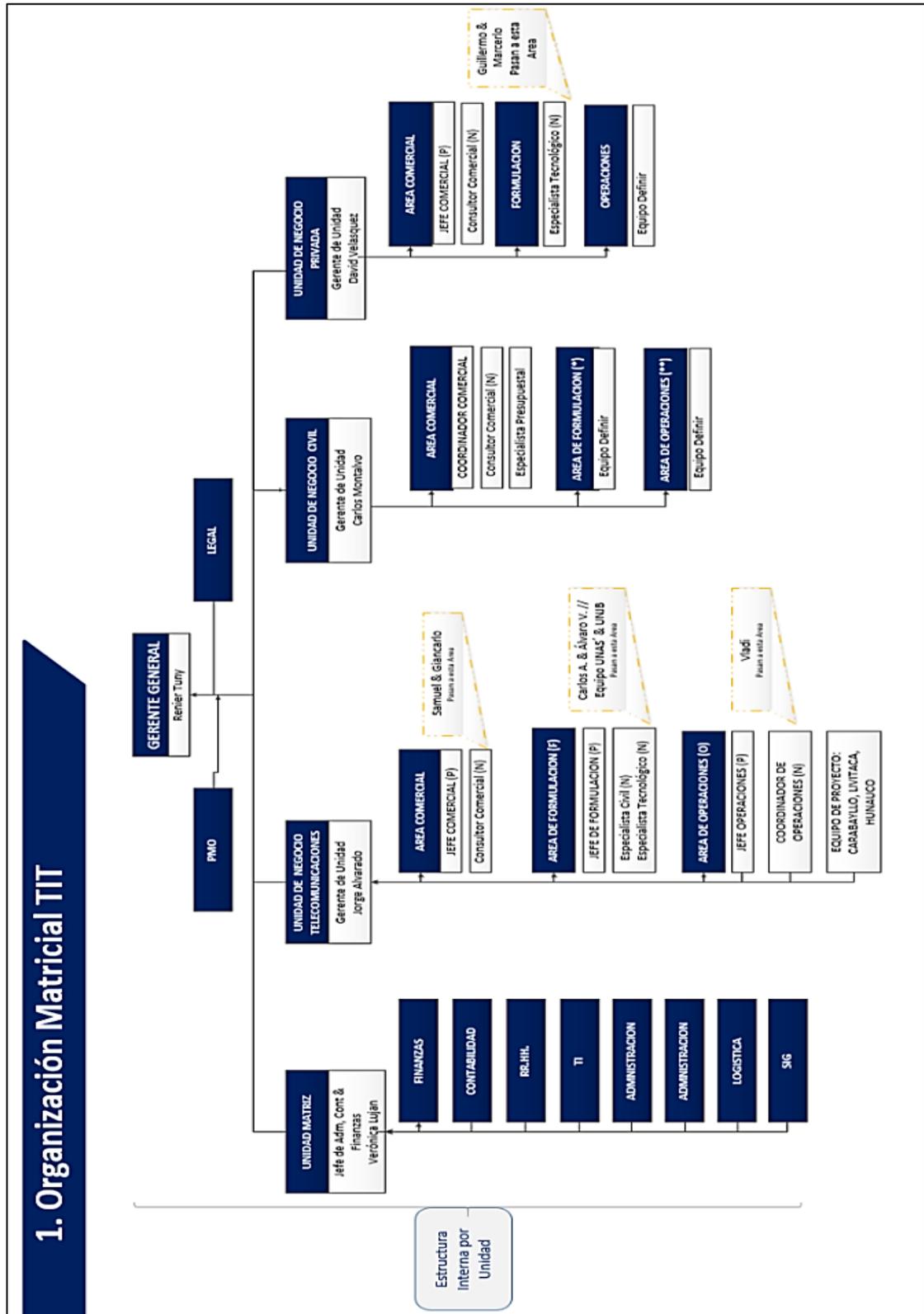
2.1.5 Organigrama

El diagrama organizativo de la empresa utiliza una estructura interna matricial con más de un director en áreas independientes separadas por líneas de negocios definidas claramente.

Para el presente informe vamos a centrarnos en el Área de Operaciones, la cual es la encargada del planeamiento y ejecución de proyectos, área donde el autor se desempeña como analista de sistemas, redes y coordinador tecnológico

La empresa tiene el organigrama mostrado en la siguiente figura.

Figura 5
Organigrama Institucional TACTICAL IT



Nota. Adaptado de TACTICAL IT, 2022 (tactical-it.pe)

2.1.6 Proyectos en Ejecución

TACTICAL IT en su constante crecimiento tiene el presente año siete proyectos en ejecución con metas de entrega definidas, proyectos dispersos en diversas regiones del territorio nacional. Así mismo cuenta con varios otros proyectos en proceso de licitación.

Los proyectos activos al día de hoy se detallan a continuación:

Tabla 1

Proyectos en ejecución y cartera

PROYECTOS EN EJECUCIÓN									
CONTRATOS DE OBRAS									
Nº	OBRA	ENTIDAD	DESCRIPCION DE LA OBRA	MONTO CONTRATO NUEVOS SOLES	AVANCE DE OBRA	Inicio Obra	Vencimiento Obra	FACTURACIÓN	
								2021	2022
1	Telecomunicaciones	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN	"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS Y ADMINISTRATIVOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	10,266,566.45	33.06%	15/12/2021	30/11/2022	3,079,669.94	7,185,196.52
2	Telecomunicaciones	MUNICIPALIDAD ALTO DE LA ALIANZA	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO DE ALTO DE LA ALIANZA, PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA	4,553,659.39	100.00%	18/10/2021	30/04/2022	1,660,359.12	2,899,300.27
3	Telecomunicaciones	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PISCO	CONTRATACION DE LA EJECUCION DE LA OBRA DENOMINADO: "CONTRATACION DE EJECUCION DE LA OBRA : " CREACION DEL SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA EN EL DISTRITO DE PISCO - PROVINCIA DE PISCO - REGION ICA"	5,644,613.00	34.20%	11/04/2022	08/09/2022		5,644,613.00
4	Telecomunicaciones	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA, LOCALIDADES DE COLPA MATARA Y HUACARIS, DISTRITO DE CHOTA REGION CAJAMARCA	5,024,935.27	47.80%	15/10/2021	30/11/2022	2,009,974.11	3,014,961.16
5	Servicio	UNIDAD EJECUTORA 002-MEJORA DE LA CALIDAD DE SERVICIOS REGISTRALES - RENEIC	"SERVICIO DE ACONDICIONAMIENTO E IMPLEMENTACION DE CENTROS DE IMPRESION DEL DNI ELECTRONICO EN CENTROS DE SERVICIO (INCLUYE ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO)"	3,219,086.76	100.00%	16/12/2021	30/04/2022		3,219,086.76
6	Construcción	SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA	CONTRATACION DE EJECUCION DE OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE HABITABILIDAD INSTITUCIONAL - CENTRO DE DATOS, TELECOMUNICACIONES Y AUTORIZACION DE SEDAPAL (CDTA-SEDAPAL) - DISTRITO DE EL AGUSTINO	32,481,659.26	0.83%	26/04/2022	21/04/2023		32,481,659.26
TOTAL CONTRATOS DE OBRAS				61,190,520.13				6,750,303.16	54,440,216.37

PROYECTOS EN CARTERA – PROYECTO POR LICITAR									
Nº	OBRA	ENTIDAD	DESCRIPCION DE LA OBRA	FECHA DE CONVOCATORIA	Consortio (SI O NO)	MONTO CONTRATO NUEVOS SOLES	PLAZO DE OBRA	PROBABILIDAD DE ADJUDICARSE	
1	CONSTRUCCION	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE	MEJORAMIENTO DE PISTA Y VEREDA EN EL PUEBLO JOVEN SANTA ROSA DEL DISTRITO DE LAMBAYEQUE - PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE	Jul-22	SI	26,000,000.00	180	ALTA	
2	TELECOMUNICACIONES	GOBIERNO REGIONAL DE LAMBAYEQUE	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO-LAMBAYEQUE	Ago-22	SI	30,000,000.00	150	ALTA	
3	TELECOMUNICACIONES	HOSPITAL REGIONAL DE LAMBAYEQUE	ADQUISICION DE SISTEMA DE PROCESAMIENTO Y ALMACENAMIENTO (SERVIDORES, STORAGE, LIBRERIAS DE RESPALDO, CLOUDBRIDGE, NETWORKING CORE DATA CENTER/EDIFICIO, COMPUTADORA Y IMPRESORA, ADEMAS DE OTROS ACTIVOS EN LA EESS HOSPITAL REGIONAL LAMBAYEQUE CHICAYO DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE"	Ago-22	SI	9,558,000.00	120	ALTA	
4	CONSTRUCCION	SUNARP LA MERCED	EDIFICACION DE SEDE INSTITUCIONAL DE LA SUNARP SEDE LA MERCED.	Set-22	NO	6,490,000.00	180	ALTA	
5	CONSTRUCCION	EMPRESA DE ADMINISTRACION DE INFRAESTRUCTURA ELECTRICA S.A.	"REMODELACION DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA RURAL; EN EL(LA) LINEAS PRIMARIAS, REDES PRIMARIAS Y REDES SECUNDARIAS DEL SERHUMAY PAMPANO (32 LOCALIDADES) DISTRITO DE HUMAY, PROVINCIA PISCO, DEPARTAMENTO ICA	Set-22	SI	4,707,818.10	180	MEDIA	
6	TELECOMUNICACIONES	GOBIERNO REGIONAL DE PIURA	CONSTRUCCION DE AMBIENTE U OFICINA DE SEDE ADMINISTRATIVA, ADQUISICION DE SISTEMAS DE PROCESAMIENTO Y ALMACENAMIENTO (SERVIDORES, STORAGE, LIBRERIAS DE RESPALDO, CLOUDBRIDGE), EN EL (LA) OFICINA TECNOLOGIA DE LA INFORMACION DEL GOBIERNO REGIONAL PIURA, DISTRITO DE PIURA, PROVINCIA DE PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA". CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIÓN Nº 2431733.	Nov-22	NO	2,950,000.00	120	MEDIA	
7	TELECOMUNICACIONES	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GHROMAN	MEJORAMIENTO DE LA TECNOLOGIA DE COMUNICACION Y INFORMACION DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GHROMAN - TACNA	Nov-22	NO	35,000,000.00	180	MEDIA	
8	TELECOMUNICACIONES	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN	EDIFICACION DE NUEVO DATA CENTER CERTIFICADO Y MODERNIZACION DE EQUIPAMIENTO TIC EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD Y SEDES DESCENTRALIZADAS	Ene-23	NO	28,324,287.70	180	ALTA	
TOTAL							143,030,105.80		

Nota. Adaptado de TACTICAL IT, 2022 (tactical-it.pe)

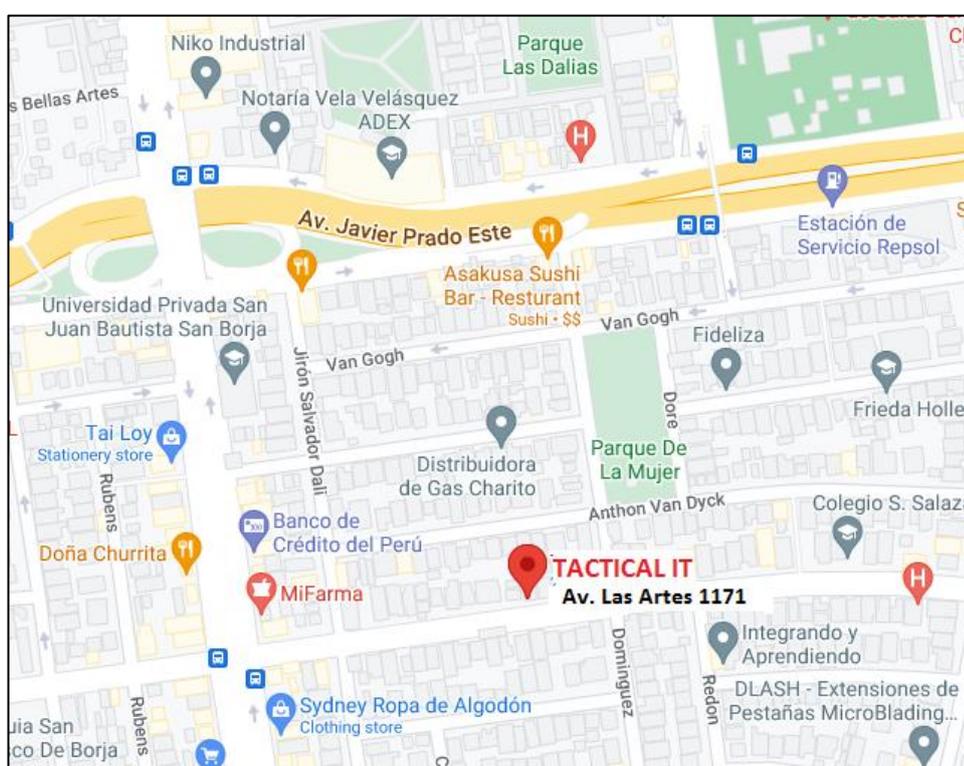
2.1.7 Dirección y contactos

- Avenida Las Artes Norte N° 1171, Urbanización San Borja, Lima - Perú
- Central Telefónica: +51 (01) 313-9014
- Correo: contacto@tactical-it.pe
- <https://tactical-it.pe>

La siguiente figura muestra el mapa de ubicación de las oficinas principales de TACTICAL IT.

Figura 6

Mapa de ubicación de la empresa



Nota. Adaptado de Google, s.f. 2022 (maps.google.com)

2.1.8 Contrato con el Municipio Distrital de V.E.S.

El 05 de diciembre del 2019 en Licitación Pública N° LP-SM-3-2019-CS/MVES-1, se adjudicó la buena pro para la contratación de la ejecución del proyecto: Mejoramiento del servicio de seguridad ciudadana de la Municipalidad distrital de Villa El Salvador - Lima, a la empresa TACTICAL IT S.A.C. Este documento se puede consultar en el Anexo A.

2.2 El Cliente: Municipalidad Distrital de Villa El Salvador

Villa El Salvador según el reporte publicado por su municipio presenta los siguientes datos geográficos: “el distrito se ubica a 25 kilómetros al sur de Lima, en la costa central, a 143 m.s.n.m. de altitud, ocupando una superficie de 35.46Km². Fundado el 11 de mayo de 1971 adquiere la categoría de distrito en 1983” (Municipalidad de Villa El Salvador, 2015, p. 15).

Tabla 2

Datos generales del distrito

Villa el Salvador	
Departamento/ Provincia	Lima / Lima
Distrito	Villa el Salvador
Altitud	143 m.s.n.m.
Superficie	35.46 Km ²
Población	436,289 habitantes
Densidad Poblacional	10,766.8 Hab/Km ²

Nota. Adaptado de Municipalidad de Villa El Salvador, 2015 (www.munives.gob.pe)

El distrito limita con Villa María del Triunfo, San Juan de Miraflores, Lurín, Pachacamac y la playa. La siguiente figura muestra los límites mencionados.

Figura 7

Mapa Distrital de Villa El Salvador- Lima



Nota. Adaptado de Municipalidad de Villa El Salvador, 2015 (www.munives.gob.pe)

Según la reseña histórica del distrito, la distribución geográfica urbanística del mismo es muy diversa lo cual dificulta su adecuado control. Esta distribución se encuentra dividida en zonas urbanas, industriales, playas, asentamientos humanos y zonas agropecuarias. Siendo las dos últimas las que más deterioro presentan por su difícil acceso, acumulación de residuos y las invasiones informales.

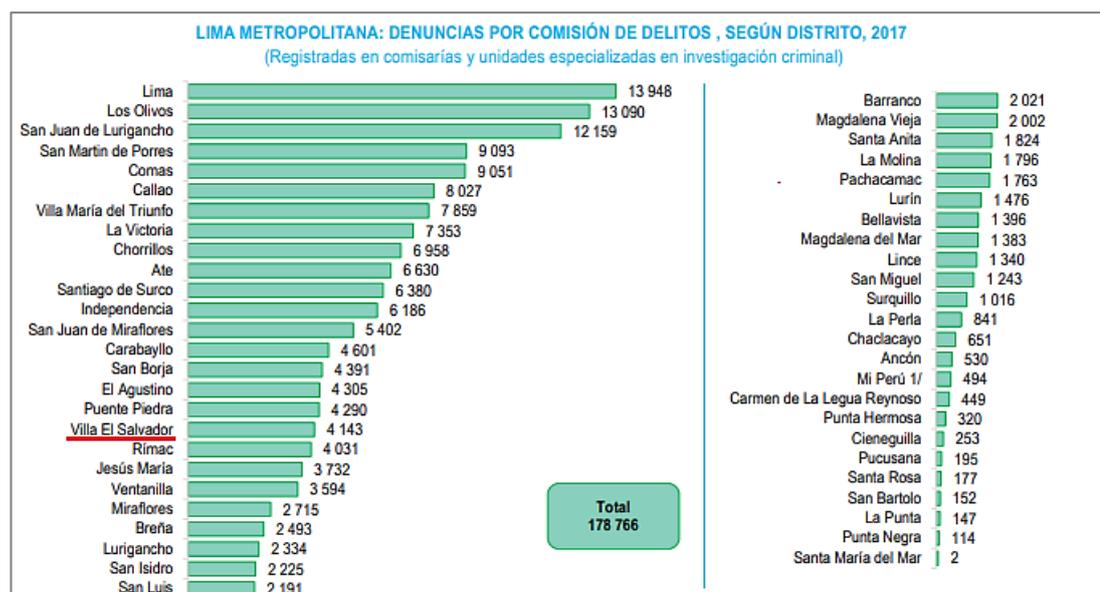
2.2.1 Situación Actual de la Seguridad Ciudadana Distrital

El Anuario Estadístico de Criminalidad 2017 publicado por INEI en base a reportes de la Policía Nacional y el Observatorio de Criminalidad, señala un alarmante crecimiento en los niveles de criminalidad en la capital Lima "se aprecia que el 29,1% de la población de 15 y más años de edad fue víctima de algún hecho delictivo, 90,0% percibe que será víctima de algún evento que atente contra su seguridad en los próximos doce meses" (INEI, 2018, p. 28).

Así mismo, el reporte sitúa a Villa El Salvador entre los distritos con mayor comisión de delitos e inseguridad, esto se ilustra en la siguiente figura (INEI, 2018, p. 242):

Figura 8

Denuncias de Delitos por Distritos de Lima Metropolitana



Nota. Adaptado de INEI Estadísticas de Criminalidad en Lima Metropolitana 2018

Según la municipalidad distrital, el mecanismo de respuesta ante el crimen actual es bastante obsoleto, pues se sustenta únicamente en las denuncias policiales que se realizan luego de cometerse el delito. Siendo las únicas prácticas preventivas y de control el patrullaje y el servicio de Serenazgo, ambos limitados por sus escasos recursos.

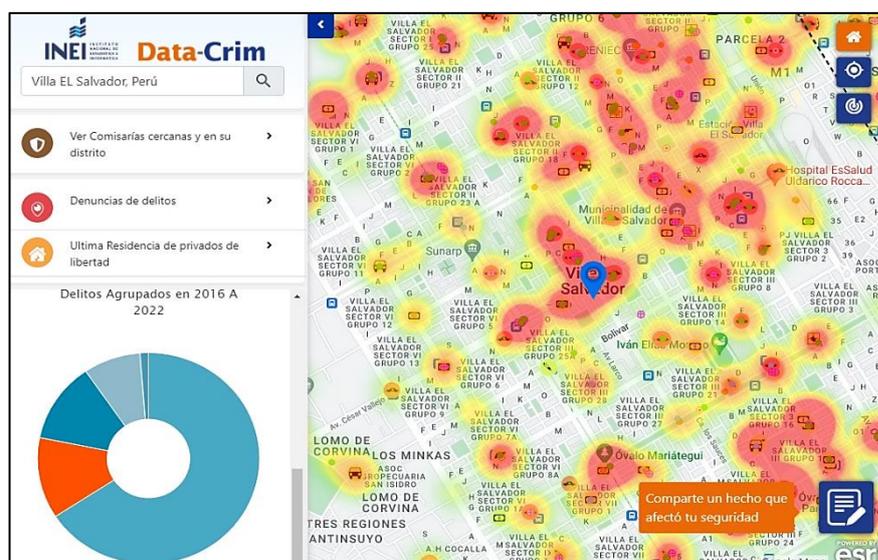
2.2.2 Puntos Críticos de Seguridad

“Villa El Salvador tiene cantidad considerable de puntos crítico, clasificados por uso de los contribuyentes (paraderos, Mercados, Plazuelas), zonas oscuras, zonas despobladas, parques, losas deportivas abandonadas, escaleras de los cerros, que venían incrementándose por la falta de acceso” (Municipalidad de Villa El Salvador, 2015, p. 67).

INEI en 2019 lanza su nueva herramienta web DATACRIM, la cual ayuda a identificar visualmente los puntos críticos donde se registran denuncias de crímenes en tiempo real. El uso de esta novedosa herramienta confirmó la precariedad del manejo de la incidencia criminal en el distrito, en consecuencia, la urgencia de actualizar las herramientas para la prevención y lucha contra el delito se volvieron temas prioritarios. La siguiente figura muestra en rojo los puntos críticos identificados que necesitan ser atendidos.

Figura 9

Puntos críticos de seguridad del distrito.



Nota. Adaptado de Mapa del Crimen DATACRIM, 2020 (datacrim.inei.gob.pe)

El patrullaje es el único medio actual, utilizado por el Serenazgo, que mantiene presencia en los puntos críticos, desalojando malhechores de los parques, levantando información de seguridad ciudadana de los transeúntes como también de locales comerciales. Sin embargo, estas medidas fueron insuficientes y la necesidad de nuevas herramientas tecnológicas para la lucha contra la delincuencia se volvió evidente para las instituciones correspondientes.

2.2.3 CONASEC

“La Secretaría Técnica del Consejo Nacional de Seguridad Ciudadana (CONASEC) en el Plan Nacional de Seguridad Ciudadana 2013 – 2018, ha identificado los altos niveles de violencia y delincuencia como el problema central en el distrito” (Municipalidad de Villa El Salvador, 2015, p. 85).

Esta entidad estatal es el máximo organismo técnico del sistema de seguridad nacional el cual dicta las políticas a implementar y seguir en cada dependencia local.

2.2.4 Plan Distrital de Seguridad Ciudadana

Este Plan de Seguridad Ciudadana se suscribe como respuesta a los lineamientos nacionales dictados por el CONASEC, el cual localmente señala que “obedece a la necesidad de contar con un instrumento de gestión para reducir planificadamente la inseguridad y la violencia provocada por la criminalidad desde una óptica integral, evaluado y aprobado por el Comité Distrital de Seguridad Ciudadana del distrito” (Municipalidad de Villa El Salvador, 2015, p. 3).

El objetivo general de este plan es descrito como:

“Reducir los niveles de inseguridad ciudadana combatiendo la comisión de delitos y actos de convivencia”
--

A su vez, entre las propuestas de solución, el “Plan Nacional de Seguridad Ciudadana 2013 - 2018, en el punto Enfoque integral de la política de seguridad Ciudadana, establece el diseño de una política pública, integral, sistémica con perspectivas de corto a largo plazo para resolver el problema” (Municipalidad de Villa El Salvador, 2015, p. 10).

Más específicamente, el acápite OE2 .1 (3.5) de su matriz de soluciones detalla el siguiente requerimiento:

“Instalación de cámaras de videovigilancia en puntos estratégicos para disminuir la incidencia criminalística.”

En respuesta a ello en 2018 la gerencia municipal distrital en conjunto con el Ministerio del Interior, proponen la ejecución del **Proyecto de Mejoramiento del servicio de seguridad ciudadana** distrital, siendo este el inicio y la base fundamental que llevó a la realización del sistema de reconocimiento facial, materia central del presente informe.

2.3 Proyecto de Mejoramiento de Seguridad Ciudadana del Distrito

Este proyecto de obras públicas contempla la infraestructura y tecnologías para cumplir sus metas propias de seguridad ciudadana, dentro de ellas un servicio específico es el sistema de reconocimiento facial, tema central de este estudio.

2.3.1 Antecedentes del trabajo

El municipio de Villa El Salvador, con fecha 19 de junio de 2018, en acuerdo de Concejo N° 037-2018/VES, aprueba la ejecución del proyecto de inversión estatal denominado: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA DEL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA, con Código SNIP N° 289878, el cual se encuentra conformado por 03 componentes:

- **Componente 01:** Adecuados ambientes para brindar el Servicio de Seguridad Ciudadana.
- **Componente 02:** Adecuado equipamiento para realizar el Servicio de Seguridad Ciudadana.
- **Componente 03:** Suficiente disponibilidad de Unidades Móviles y Equipamiento para brindar el Servicio.

El proyecto en su componente 02: “Adecuado equipamiento para realizar el Servicio de Seguridad Ciudadana”, plantea a modo de solución un sistema de videovigilancia ciudadana el cual en esencia está conformado por una red de 250 cámaras de video distribuidas a lo largo de los 35Km de extensión del distrito, interconectadas a una central de monitoreo donde se realizarán acciones de prevención del crimen, siendo una de las más importantes el Sistema de Reconocimiento Facial Biométrico.

TACTICAL IT, empresa especializada en proyectos de inversión pública, obtiene la buena pro del proyecto mediante licitación pública en 2019, con lo cual inicia su planificación previa. Para ello se elaboró el Expediente Técnico del proyecto, documento que detalla con carácter técnico y

económico las especificaciones y características que deberá cumplir el proyecto para su aceptación. Este se puede consultar en el Anexo B.

2.3.2 Acta de Constitución del Proyecto

El presente proyecto fue formalizado por el municipio distrital mediante la firma del Acta de Constitución con código TTP2002, bajo las siglas MDVES, el día 30 de Julio del 2020, con el sponsor firmante Jorge Alvarado. Los detalles de esta acta que describen el alcance del proyecto se precisan a continuación y también se pueden revisar a detalle en el Anexo C.

- **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Mejorar el servicio de seguridad ciudadana en Villa El Salvador, con la habilitación de la Nueva Central de Monitoreo y Serenazgo, la cual estará ubicada en la Avenida Central frente a la Universidad Tecnológica de Lima, desde donde se monitorearán todas las incidencias registradas por las 250 cámaras de seguridad instaladas en todo el distrito, incluyendo sistemas analíticos para la videovigilancia reconocimiento facial y de placas.

- **JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

CONTRATO DE LLAVE EN MANO SUMA ALZADA –
CONTRATO N°007-2020-UA-OGA/MVES

- **OBJETIVOS DEL PROYECTO Y CRITERIOS DE MEDICIÓN DEL ÉXITO**

OPTIMIZAR LA RED DE SEGURIDAD CIUDADANA DISTRITAL, con la construcción del Centro de Monitoreo y Centro de Serenazgo, el despliegue de cámaras de vigilancia y sistemas analíticos.

- **RESUMEN DEL CRONOGRAMA**

Plazos Gerencia TACTICAL IT (Línea Base Interna):

- Inicio Contractual: 04/03/2020
- Plazo del entregable (Días): 180 días
- Fin de Plazo Contractual: 30/08/2020

- **HITOS DEL PROYECTO**

La siguiente tabla enumera los hitos del proyecto y sus entregables.

Tabla 3

Hitos del proyecto de videovigilancia ciudadana

Hito	Fecha de entrega	Entregable asociado
Inicio de instalación de postes en planta externa	05/08/2020	Comunicación por cuaderno de obra con aceptación de replanteo y ficha técnica de postes de CAC por el supervisor
Aceptación de Tendido de FO por parte del supervisor	15/08/2020	Aceptación por cuaderno de obra del supervisor respecto a la FO propuesta a través de Data sheet.
Culminación de estructuras de Centro de videovigilancia	15/01/2021	Colocación de concreto en la losa de último piso del Centro de Serenazgo
Habilitación de data center para iniciar trabajos	30/09/2020	Instalación de pintura en ambiente e inmobiliario
Instalación de elementos tecnológicos en el Data Center	01/11/2020	Colocación de videowall, estaciones de videovigilancia y Servidores.
Interconexión de Nodo Central Telecom en el data Center	15/11/2020	Pruebas de rack central de F.O.
Implementación de sistemas de videovigilancia y analíticos.	10/12/2020	Pruebas de sistemas software analíticos y reconocimiento facial.
Culminación (COVID)	15/01/2021	Término de las partidas contractuales.

Nota. Adaptado del Acta de Constitución del proyecto

- **PRESUPUESTO CONTRACTUAL**

El monto contractual total de la obra, costo de inversión del lado de la gerencia de TACTICAL IT asciende a S/. 12, 077, 742. 81 Nuevos Soles, inc. /IGV 18%. Se estima un presupuesto adicional de S/ 399,000.00 a modo de contingencias y riesgos.

2.3.3 Ubicación específica

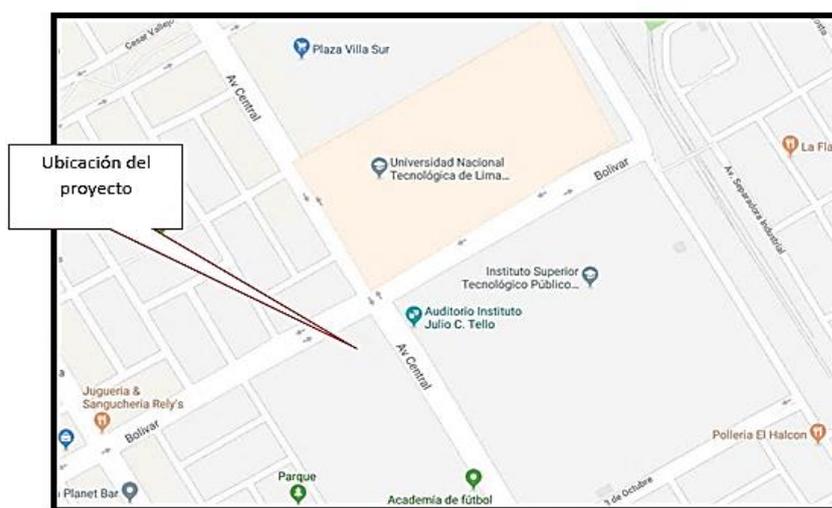
El proyecto abarca el área distrital en toda su extensión (35km²), contando como cede principal la Central de Videovigilancia, ubicada en:

- Departamento: Lima
- Región: Lima Metropolitana
- Distrito: Villa El Salvador
- Área: Urbana
- Predio: Cruce de Av. Central y Av. Bolívar

La infraestructura principal del proyecto la conforma la Central de Monitoreo y Videovigilancia, esta es la central donde se procesa la información de todas las cámaras de videovigilancia y sistemas afines que se extenderán a lo largo de todo el distrito. El predio donde se construirá el edificio está ubicado en el Sector III, Grupo 8, Mz J1, Lt 21 entre las Avenidas Central y Bolívar frente a la Universidad Tecnológica de Lima. El siguiente mapa señala la ubicación.

Figura 10

Ubicación de la Central de Monitoreo y Videovigilancia



Nota. Adaptado de Google, s.f. 2022 (maps.google.com)

2.3.4 Reseña General del Proyecto

El proyecto distrital de videovigilancia ciudadana básicamente es una red de 250 cámaras de alta definición instaladas en puntos críticos identificados de alta criminalidad, y que se conectan a una central donde se ubica el Data Center en el cual se ejecutan sistemas analíticos para combatir la incidencia criminal, como es el sistema de reconocimiento facial.

La infraestructura necesaria contempla todo el despliegue de la red física de interconexión, así como la construcción de dos edificios independientes con los componentes siguientes: central de monitoreo y videovigilancia, central de serenazgo, patio de maniobras, estacionamiento y formación.

El equipamiento solicitado para realizar el servicio de seguridad ciudadana lo componen:

- Central de Monitoreo y Videovigilancia
- Data Center
- Red de Interconexión.
- Cámaras de Videovigilancia
- Sistema de reconocimiento facial y analíticos.

2.3.5 Central de Monitoreo y Videovigilancia

La central de videovigilancia es el núcleo del sistema a implementar, allí se ubicará el Data Center y el núcleo de la red de interconexión, por lo cual deberá estar debidamente equipado para que cumpla sus funciones y los operadores puedan realizar un óptimo monitoreo de las cámaras desplegadas en el distrito.

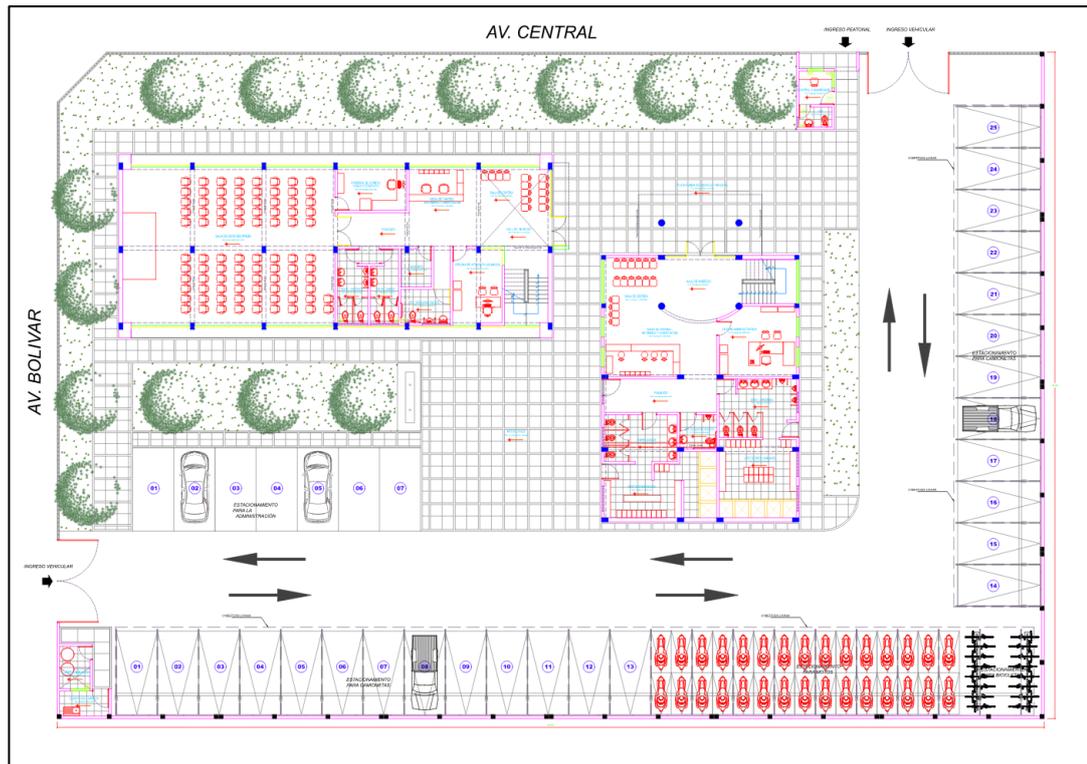
La estructura la conforma un edificio de tres niveles:

- **1er Piso:** áreas destinadas al auditorio, oficinas administrativas, servicios higiénicos y escalera al 2do nivel.
- **2do Piso:** área para monitoreo, Data Center, Sala de Crisis, Servicios Higiénicos y escalera al 3er nivel.
- **3er. Piso:** áreas de comedor, vestuario de damas y varones, depósito y dormitorios.

En la siguiente figura se muestra el plano estructural arquitectónico solicitado en el expediente técnico del proyecto. Un mayor detalle técnico de estas estructuras se puede consultar en el Anexo D.

Figura 11

Plano de Construcción de la Central de Monitoreo



Nota. Adaptado de Expediente Técnico

La central de videovigilancia concentra todo el equipamiento necesario para que las cámaras puedan grabar los incidentes en todos los puntos críticos identificados anteriormente. Este sistema debe permitir la visualización de las imágenes capturadas en tiempo real permitiendo la grabación y el almacenamiento en alta definición para un análisis posterior.

2.3.6 Data Center

El Data Center es el ambiente principal donde se centraliza toda la red que tendrá la municipalidad distrital, en este ambiente se ubicarán todos los equipos de soporte de los diferentes sistemas analíticos. Aquí se monitorearán todas las incidencias registradas por las videocámaras de todo el distrito.

La siguiente tabla detalla el equipamiento solicitado para el Data Center.

Tabla 4

Equipamiento del Data Center

SUB COMPONENTE	EQUIPAMIENTO	CATIDAD
EQUIPAMIENTO CENTRAL	COMPUTADORA CORE i7	30
	MONITOR LED 21.5"	60
	JOYSTICK USB PARA MONITOREO	30
	REGLETA DE 8 TOMAS	30
	ESCRITORIO PARA OPERADORES	30
	SILLA GIRATORIA	30
	AIRE ACONDICIONADO CONFORT	3
	IMPRESORA MULTIFUNCIONAL	2
	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN	1
	EQUIPAMIENTO VIDEO WALL	MONITOR VIDEO WALL
ESTRUCTURA VIDEO WALL		1
INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN		1

Nota. Adaptado de Expediente Técnico

En este ambiente, deberán laborar al mismo tiempo 30 operadores, cada uno en su respectiva estación de trabajo que consta de una computadora de alto rendimiento y 2 monitores. También deberá contar con un Videowall en un arreglo 7x3 monitores.

2.3.7 Sistema de Reconocimiento Facial

El sistema de reconocimiento facial solicitado es un componente tecnológico software, el cual funciona sobre un servidor principal ubicado en el Data Center, este sistema utilizando la información de video capturada en tiempo real de la constelación de cámaras desplegadas a lo largo de todo el distrito, podrá identificar de manera automática a presuntos delincuentes o personas que la policía nacional y organismos de seguridad consideren pertinente. Este sistema es uno de los requerimientos principales del proyecto de videovigilancia ciudadana.

La siguiente figura muestra una implementación exitosa análoga en Australia.

Figura 12

Sistema de reconocimiento facial biométrico en Australia



Nota. Adaptado de AFP News, 2022 (www.afp.com)

Según las especificaciones técnicas del proyecto, se solicita que la analítica de reconocimiento facial tenga las siguientes características (resumen):

- Tener tecnología nativa 3D que genere coincidencias de rostros de dos dimensiones
- Poder realizar comprensión integral de rostros en multitudes.
- Ser de tipo licencia perpetua y compatible con la marca de cámaras IP ofertadas con WDR mínimo de 150dB.
- Poder ubicar a una persona basada en una lista de interés proporcionada por la entidad.
- Identificar en rango la edad del visitante.
- Soportar archivos de multiformato de imagen para el registro en su base de datos.
- Ser instalado en cualquier sistema operativo dígame Windows – Linux.
- Contar con encriptación mínima de 1024 -2048 bits sobre sus archivos y bases de datos.

CAPÍTULO III

APLICACIÓN PROFESIONAL

El proyecto a implementar es un sistema de Información para el municipio de Villa El Salvador denominado Sistema de Reconocimiento Facial Biométrico, el cual forma parte del proyecto de inversión estatal de videovigilancia ciudadana del distrito, el cual se detalló en el capítulo anterior.

El autor cumplió el rol de analista de sistemas, redes y coordinador tecnológico de este proyecto, encargándose de la revisión y validación del expediente técnico, apoyo a la gestión e implementación del proyecto por etapas, ejecución de pruebas del sistema, identificación de fallos y propuesta de soluciones, y soporte al uso del sistema entregado.

3.1 Situación problemática

En la actualidad, el incremento de la criminalidad es un problema global, indicadores como el Índice Global del Crimen Organizado, que evalúa la incidencia criminal en los países pertenecientes a la Organización de las Naciones Unidas, así lo demuestran. “Más de tres cuartas partes de la población mundial viven en países con altos niveles de criminalidad y en países con baja resiliencia al crimen organizado” (Global Initiative Against Transnational Organized Crime, 2021, p. 31).

En el Perú, la criminalidad muestra niveles alarmantes, tal como lo señala INEI en su informe técnico 2021, el cual recopila registros

administrativos proporcionados por la Policía Nacional e instituciones que velan por el orden público. Este revela que “el país mantiene como una problemática importante la inseguridad ciudadana, la cual afecta el derecho que todo individuo tiene a la vida, a la libertad y a la seguridad” (INEI, 2021, p. 1).

La capital Lima es la que reporta los niveles más altos de criminalidad, tal como se puede apreciar en el ranking de delitos denunciados por departamento publicado por INEI, en la siguiente figura.

Figura 13

Denuncias por departamento según INEI

Perú: Denuncias por comisión de delitos, según departamento
Ene-Mar, 2020-2021

Departamento	2020	2021	Variación	
	Ene - Mar	Ene - Mar	Absoluta	%
Total	112 516	85 622	-26 894	-23,9
Lima Metropolitana 1/	37 760	26 670	-11 090	-29,4
Arequipa	6 461	5 428	-1 033	-16,0
Lambayeque	6 525	5 248	-1 277	-19,6
La Libertad	6 378	4 913	-1 465	-23,0
Piura	6 871	4 677	-2 194	-31,9
Cusco	4 023	3 565	-458	-11,4
Junín	4 254	3 390	-864	-20,3
Ica	4 812	3 051	-1 761	-36,6
Cajamarca	2 817	3 024	207	7,3

Nota. Adaptado del Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021, (inei.gob.pe)

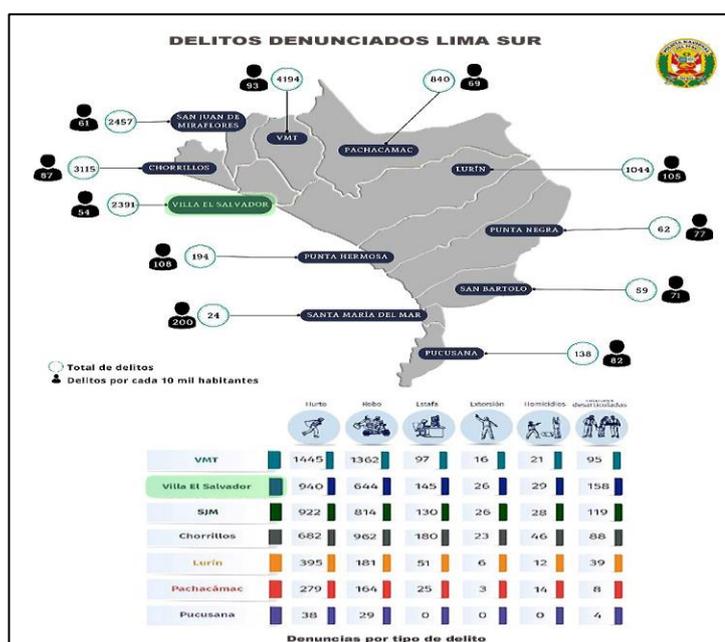
La criminalidad “está constituida por los delitos denunciados ante las autoridades policiales y se expresa en diversas modalidades, es importante analizar los diferentes aspectos circundantes a esta, con la finalidad de conocer la incidencia, características y las zonas donde se genera” (INEI, 2021, p.1).

Estos datos sirven para plantean acciones y estrategias focalizadas para su solución. Dentro de la provincia de Lima, Villa El Salvador se encuentra en el grupo de distritos de mayor riesgo en indicadores de criminalidad (ver 2.2.1). Actualmente el único mecanismo de respuesta ante el crimen distrital son las denuncias policiales, las que tienen un efecto

cometido ya el delito, pero no lo previenen, siendo las únicas prácticas preventivas y de control, el patrullaje y el servicio de Serenazgo.

Ante esto, es de primordial interés implementar nuevas mejores y más eficientes medidas de prevención del delito, que ayuden a aminorar la alta incidencia criminal. La siguiente figura muestra las denuncias por tipos reportadas en los distritos de Lima-Sur ante la PNP, se puede observar los indicadores altos en Villa El Salvador.

Figura 14
Delitos denunciados en Lima-Sur



Nota. Adaptado del Instituto de Defensa Legal sobre un reporte de la Policía Nacional del Perú PNP, 2022, (www.idl.org.pe)

En Latinoamérica, países como Argentina, Chile, Colombia, Uruguay y México muestran resultados positivos al incluir sistemas informáticos modernos en la prevención del delito: “Sistemas integrados de información como el reconocimiento facial, centros de mando, entre otros, son avances que los cuerpos policiales han aprovechado de la tecnología y de la inteligencia artificial para mejorar su actuación policial en la prevención del delito” (Villalobos, 2020, p. 79).

En consecuencia, el poder identificar automáticamente a presuntos delincuentes, requisitoriados y a personas de interés en general utilizando

herramientas tecnológicas modernas es una medida de prevención del delito que brinda comprobados resultados, y podría disminuir las altas cifras de incidencia criminal en el distrito.

3.1.1 Definición del problema

En Villa El Salvador el problema de la criminalidad aqueja a toda la población, sus métodos de prevención del crimen son muy limitados y requieren una urgente modernización. En consecuencia, el municipio distrital con el fin de cumplir los objetivos del Plan de Seguridad Ciudadana pone en marcha un proyecto de videovigilancia distrital, el cual tiene como objetivo central la optimización de la red de seguridad del distrito.

Según la problemática planteada, la identificación automática y en tiempo real de presuntos delincuentes y personas de interés es una medida efectiva para la prevención y disminución de la incidencia criminal. En consecuencia, es necesaria una herramienta informática que realice esta tarea, así como el soporte tecnológico que la haga posible, dentro del marco del proyecto de videovigilancia del distrito.

A partir de este análisis se van a definir el problema general y problemas específicos, los cuales van a delimitar los objetivos y el desarrollo del presente estudio.

Problema general

PG: ¿Cómo mejorar el proceso de identificación de presuntos delincuentes para disminuir la incidencia alta de criminalidad, dentro del proyecto de videovigilancia ciudadana a desarrollarse en el distrito de Villa El Salvador?

Problemas específicos

- **PE1:** ¿Cómo lograr interconectar una red de cámaras de videovigilancia a través de todo el distrito de Villa El Salvador, que sirvan como soporte al sistema de reconocimiento facial?

- **PE2:** ¿Cómo garantizar la fiabilidad del almacenamiento y procesamiento en tiempo real de imágenes y video a ser utilizado por el sistema de reconocimiento facial?
- **PE3:** ¿Cómo determinar la mejor solución tecnológica de reconocimiento facial para integrar al proyecto de videovigilancia ciudadana que cumpla los requerimientos solicitados?

3.1.2 Objetivos

El problema de investigación definido permite precisar los correspondientes objetivos generales y específicos a cumplir en el presente estudio.

Objetivo general

OG: Implementar un sistema de reconocimiento facial biométrico para disminuir la incidencia criminal como parte del proyecto de videovigilancia ciudadana a desarrollarse en el distrito de Villa El Salvador.

Objetivos específicos

- **OE1:** Diseñar una red de fibra óptica que conecte los 250 puntos críticos considerando elementos activos y pasivos, cámaras, módems; y validando sus niveles óptimos.
- **OE2:** Definir las especificaciones técnicas necesarias de los servidores, bases de datos y equipos necesarios para el manejo y almacenamiento de imágenes y video.
- **OE3:** Determinar las diferentes tecnologías de software y hardware de reconocimiento facial actual, validando la mejor opción disponible localmente y considerando se ajuste a los requerimientos del proyecto.

La siguiente tabla muestra la relación de los objetivos y problemas definidos, así como su correspondencia con el título propuesto.

Tabla 5*Relación problemas objetivos título*

Título		Implementación de sistema de reconocimiento facial biométrico para el proyecto de videovigilancia ciudadana en el distrito de Villa el Salvador.	
	Problemas	Objetivos	
General	PG: ¿Cómo mejorar el proceso de identificación de presuntos delincuentes para disminuir la incidencia alta de criminalidad, dentro del proyecto de videovigilancia ciudadana a desarrollarse en el distrito de Villa el Salvador?	OG: Implementar un sistema de reconocimiento facial biométrico para disminuir la incidencia criminal como parte del proyecto de videovigilancia ciudadana a desarrollarse en el distrito de Villa el Salvador.	
Específicos	PE1. ¿Cómo lograr interconectar una red de cámaras de videovigilancia a través de todo el distrito de Villa el Salvador, que sirvan como soporte al sistema de reconocimiento facial?	OE1. Diseñar una red de fibra óptica que conecte los 250 puntos críticos considerando elementos activos y pasivos, cámaras, módems; y validando sus niveles óptimos.	
	P2. ¿Cómo garantizar la fiabilidad del almacenamiento y procesamiento en tiempo real de imágenes y video a ser utilizado por el sistema de reconocimiento facial?	OE2. Definir las especificaciones técnicas necesarias de los servidores, bases de datos y equipos necesarios para el manejo y almacenamiento de imágenes y video.	
	P3. ¿Cómo determinar la mejor solución tecnológica de reconocimiento facial para integrar al proyecto de videovigilancia ciudadana que cumpla los requerimientos solicitados?	OE3. Determinar las diferentes tecnologías de software y hardware de reconocimiento facial actual, validando la mejor opción disponible localmente y considerando se ajuste a los requerimientos del proyecto.	

Elaboración: el autor

3.1.3 Justificación

A partir de la problemática planteada la implementación de la solución se justifica, en cuanto a brechas de conocimiento y resolución del problema en específico, por los siguientes puntos.

Justificación teórica

- Resolver la falta de una solución tecnológica moderna que permita la implementación de soluciones analíticas efectivas de videovigilancia, con el fin de proporcionar una herramienta de prevención y reducción de la incidencia del crimen. La solución informática cumple los lineamientos y es supervisado por el organismo de contrataciones del estado, garantizando un producto software integro, vigente, escalable y competitivo; y es desarrollado acorde a las metodologías de gestión recomendadas por el PMBOK.

Justificación práctica

- Prevenir y disminuir la incidencia del crimen en uno de los distritos más afectados de la capital, mediante el automático reconocimiento de la identidad de delincuentes, requisitoriados y personas de interés en general; en video en tiempo real de manera ininterrumpida 24/7, a lo largo de todo el distrito con cámaras de alta definición ubicadas en puntos críticos identificados. Los resultados podrán ser medibles y cuantificables por los organismos supervisores del estado, así como dejar un registro que pueda ser accesible por todos los ciudadanos.

3.1.4 Alcances

El alcance del sistema a implementar comprende todo Villa El Salvador abarcando los 35KM2 del área distrital, mediante 250 puntos de videovigilancia localizados en zonas identificadas como de alta incidencia del crimen. El sistema de reconocimiento facial esta implementado sobre una red física de interconexión, empleando para ello la tecnología de fibra óptica del modo pasivo GPON, la cual unirá todos los puntos de vigilancia y su recorrido hasta el Centro de Monitoreo donde se ubican los servidores y demás componentes de videovigilancia como es el sistema de reconocimiento facial.

La instalación de los servidores, bases de datos, videowall y demás hardware también es detallado, así como el proceso de selección, disponibilidad y viabilidad de los mismos. Finalmente, la implementación de los sistemas de detección reconocimiento y análisis es cubierto siguiendo las mejores prácticas y metodología de la empresa, de acuerdo a las especificaciones requeridas en el expediente técnico del proyecto y recomendaciones del PMBOK.

Además, el alcance del proyecto está normado y delimitado por los siguientes estándares:

- ISO/IEC 19794 IT Biometric Data Interchange Formats - Part 5: Face Image Data
- ANSI/TIA-942-B: Infrastructure Standard for Data Centers.
- ANSI/EIA/TIA 568 C3: Optical Fiber Cabling Components Standard
- La normativa ITU-T G 984.X. Certificación de Redes GPON
- Norma CNE (Código Nacional de Electricidad).
- OSINERG-MIN (Inversiones energéticas).
- INDECI (Prevención de Riesgo).

3.1.5 Limitaciones

Al ser el sistema a implementar parte de un proyecto de obras públicas con definiciones previamente establecidas y un expediente técnico aprobado que se debe respetar, se tuvieron tres tipos de limitaciones:

- **Restricción de tiempo:** El cronograma de finalización del proyecto es un hito inamovible y presenta una seria limitación en cuanto a que tan complejo podrían ser las labores para cumplir las metas en cada etapa. Temas específicos de las partidas de ejecución como las mediciones de parámetros de la red de planta externa, detalles estructurales de edificaciones y temas específicos tecnológicos tuvieron que reducirse a su mínima expresión que cumpla los requerimientos y funcionalidades, por temas de tiempos.
- **Restricción de alcance:** El expediente técnico definió el alcance del presente proyecto, la división del trabajo, sus etapas y las partidas a cumplir se mapearon para cumplir estrictamente sus requerimientos. Esto afectó directamente como se habilitaron funciones y características de sistemas como el de reconocimiento facial, que en las especificaciones del fabricante presentan muchas características avanzadas pero que requieren un mayor tiempo y esfuerzo en horas hombre para su implementación, entrenamiento y capacitación posterior de los usuarios. En consecuencia, funciones avanzadas adicionales no contempladas en el expediente técnico, se dejaron de lado, pero listas para implementarse de ser el caso en una versión futura.
- **Restricción de coste:** El presupuesto del proyecto reflejado en materiales y horas hombre fue un limitante al escoger el hardware y software a utilizar para lograr finalizar tareas complejas en los tiempos proyectados. Temas como los servidores, screens y demás hardware especializado tuvo que evaluarse teniendo en cuenta, además de ser la mejor opción tecnológica disponible, que cumplan estas limitaciones presupuestales. De igual modo el tendido de la red de planta externa, cuya ejecución lo hace una subcontrata tuvo que estar ceñida a estos límites.

3.2 Marco teórico

Este capítulo recopila todo el soporte teórico, contextual o normativo de los conceptos y literatura que se utilizaron en la implementación de este proyecto.

3.2.1 Biometría

La biometría se define como “un método de reconocimiento de personas basado en sus características fisiológicas o de comportamiento, es un proceso similar al que realiza el ser humano reconociendo e identificando a sus congéneres por su aspecto, su voz, su andar, etc.” (INCIBE, 2016, p. 4).

Sus aplicaciones son muy diversas siendo los temas de seguridad e identificación donde han tenido un desarrollo importante. “En los años 70, Shearson Hamil, una empresa de Wall Street, instaló Identimat, un sistema de identificación automática basado en huella dactilar para el control de acceso físico a instalaciones, siendo la primera solución biométrica de uso comercial.” (INCIBE, 2016, p. 4).

Las técnicas biométricas pueden utilizar distintos rasgos de la fisiología, la química o el comportamiento como son: el iris/retina, huella dactilar, manos, voz, rostros (facial), entre otros. El uso de la característica biométrica adecuada depende mucho de la aplicación. Ciertos datos biométricos serán mejores que otros según los niveles requeridos de conveniencia y seguridad. Ningún biométrico único cumplirá con todos los requisitos posibles. La siguiente tabla muestra una comparación entre características biométricas.

Tabla 6

Comparativa de técnicas biométricas

	Fiabilidad	Usabilidad	Aceptación	Estabilidad
Iris	Muy alta	Media	Media	Alta
Retina	Muy alta	Baja	Media	Alta
Mano	Alta	Alta	Alta	Media
Dactilares	Alta	Alta	Alta	Alta
Voz	Alta	Alta	Alta	Media
Rostro	Alta	Alta	Muy alta	Media

Nota. Adaptado de Instituto Nacional de Ciberseguridad INCIBE 2016

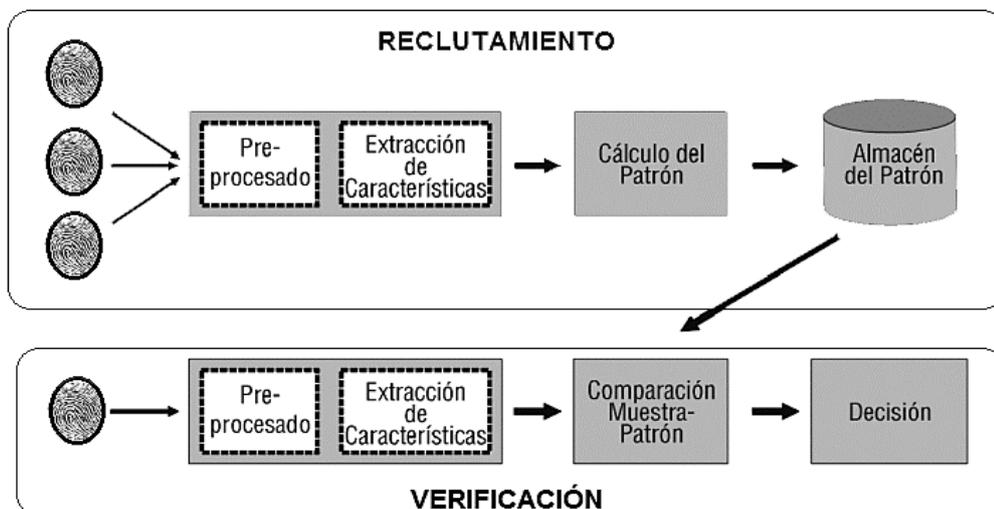
Sistemas Biométricos

“Las técnicas de identificación biométrica son diversas, pues cualquier elemento significativo de una persona es potencialmente utilizable para su identificación. Sin embargo, un sistema biométrico mantiene un esquema independiente de la técnica empleada, basado en dos fases totalmente diferenciadas” (Marin et al., 2009, p. 30):

- **Fase de Reclutamiento:** se toma una serie de muestras de rasgos biométricos a través de los sensores, se preprocesan y se extraen sus características para obtener un patrón descriptor que identifica al usuario (patrón), finalmente este se almacena en la DB (almacén).
- **Fase de Verificación:** se adquieren datos biométricos del sensor (muestra), se preprocesan, extrae los descriptores y se equiparan con los patrones previamente almacenados y en base a ello toma la decisión si hay o no coincidencia.

Figura 15

Funcionamiento de un sistema biométrico



Nota. Adaptado de Una mirada a la biometría. Marin et al. 2009

3.2.2 Inteligencia Artificial (AI)

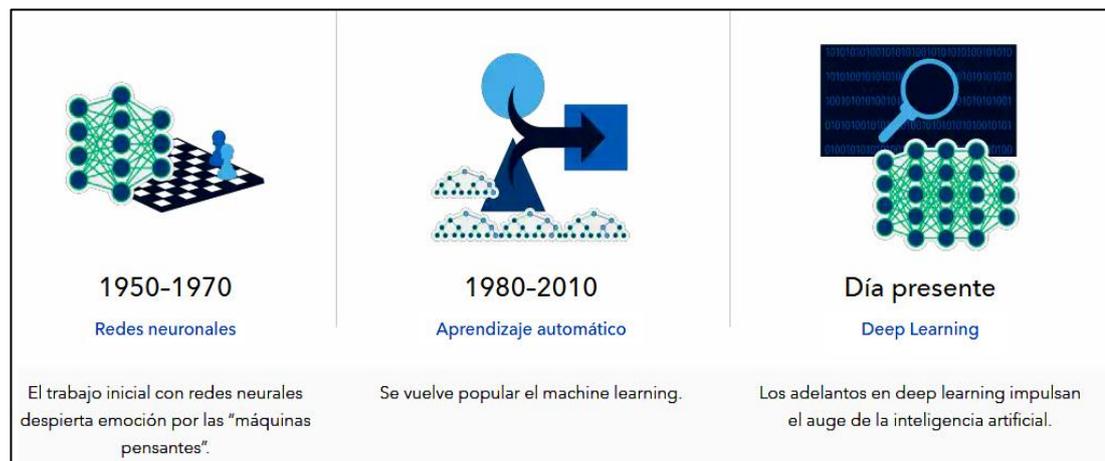
La Enciclopedia Británica define a la inteligencia artificial como “la capacidad de una computadora digital o un robot controlado por computadora para realizar tareas comúnmente asociadas a seres inteligentes” (Copeland, 2023).

La inteligencia artificial data de la década de los 40’s en plena segunda guerra mundial, “el primer trabajo reconocido como IA fue realizado por McCulloch y Pitts (1943), basado en tres fuentes: el conocimiento fisiológico neuronal del cerebro; un análisis de la lógica proposicional de Russell y Whitehead; y la teoría computacional de Turing” (Russell & Norvig, 2010, p. 16).

Desde sus inicios las tendencias en IA han evolucionado a pasos agigantados, la siguiente figura muestra sus tendencias de desarrollo agrupado por décadas:

Figura 16

Evolución de la Inteligencia Artificial por décadas



Nota. Adaptado de Software de Análítica y Soluciones, 2022 (www.sas.com)

El Deep Learning, que se usa en la actualidad en la mayoría de los sistemas expertos, es una variación del Machine Learning el cual utiliza su gran potencia de autoaprendizaje al utilizar reconocimiento de patrones mediante múltiples capas de procesamiento de redes neuronales. Aplicado a la industria la AI tiene una alta demanda en sistemas de asistencia virtual, motores de búsqueda, procesamiento de lenguaje natural, automatización de la industria, vehículos auto tripulados y reconocimiento facial.

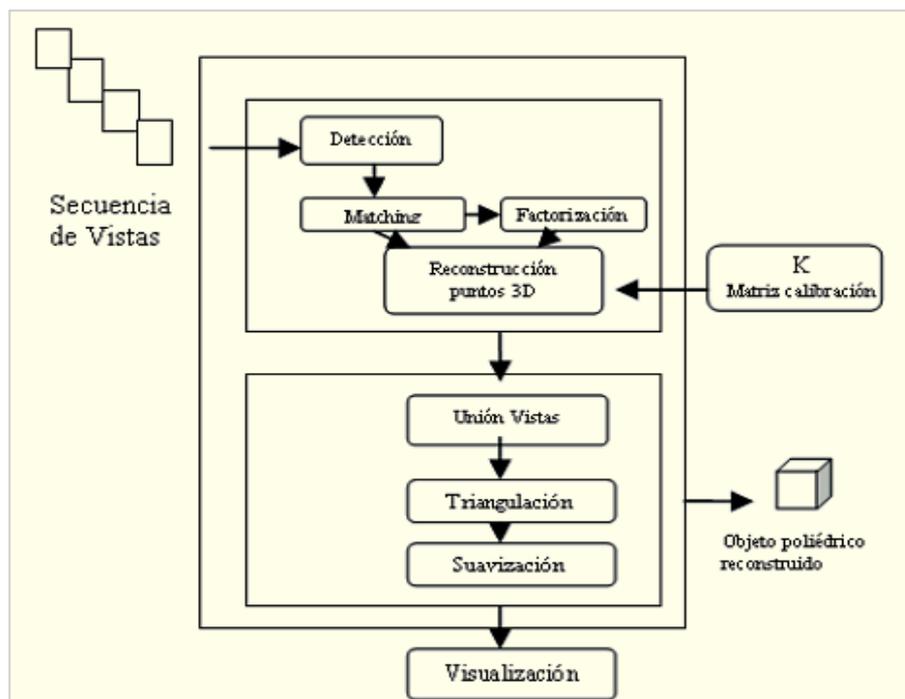
3.2.3 Reconstrucción Tridimensional de Objetos

Este procedimiento se puede definir del siguiente modo: “La reconstrucción 3D es el proceso mediante el cual objetos reales son reproducidos en la memoria de un computador, manteniendo sus características físicas: dimensiones, volumen y forma” (Grandon et al., 2007, p. 158).

Existen diversas técnicas para la reconstrucción tridimensional, sin embargo, su arquitectura se puede simplificar en la siguiente figura:

Figura 17

Arquitectura de un Sistema de Reconstrucción 3D



Nota. El sistema toma como entrada una secuencia de vistas que pueden ser un grupo de imágenes o video, luego utilizando parámetros de calibración pasa por dos etapas. La primera procesa las vistas en pares generando una matriz de puntos 3D. Mientras la segunda une todas esas vistas procesadas generando una aproximación promedio resultando en un objeto tridimensional. Adaptado de Reconstrucción de Objetos 3D a Partir de Imágenes Calibradas, Grandon P. et al, 2007.

La reconstrucción tridimensional de objetos es una parte primordial de cualquier sistema de reconocimiento facial moderno, pues estos analizan información de video en 2D del cual deben extraer información biométrica de tres dimensiones para poder realizar una identificación eficiente bajo cualquier situación como poca luz, ángulos difíciles, obstrucciones, etc.

3.2.4 Sistema de Reconocimiento Facial

Como su nombre lo indica, un sistema de reconocimiento facial es aquel que puede identificar automáticamente a un individuo utilizando características biométricas particulares de su rostro.

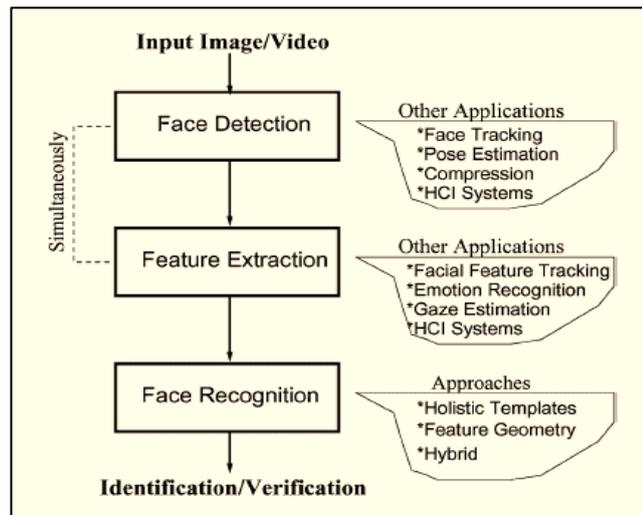
La mayoría de los mecanismos modernos para el reconocimiento facial se basan en inteligencia artificial, la cual trata de resolver el problema del reconocimiento facial que consiste en computar autómatas o modelos que sean capaces de recuperar datos de imágenes, asumiendo que la imagen es cualquier formato que consta de datos visuales, imágenes estáticas, secuencias de video o secuencias de video combinadas de más de una cámara; para luego usarlos en la verificación con los datos de entrada para lograr el reconocimiento (Kremic et al., 2012, p. 435).

Fases del Reconocimiento de Rostros

Independientemente del paradigma o tecnología utilizada todos los sistemas de reconocimiento facial logran solucionar el problema dividiéndolo en tres fases, tal como se muestra en la siguiente figura (Zhao et al., 2003, p. 401):

Figura 18

Fases de un Sistema de Reconocimiento Facial



Nota. Adaptado de Face Recognition: A Literature Survey, Zhao et al, 2003

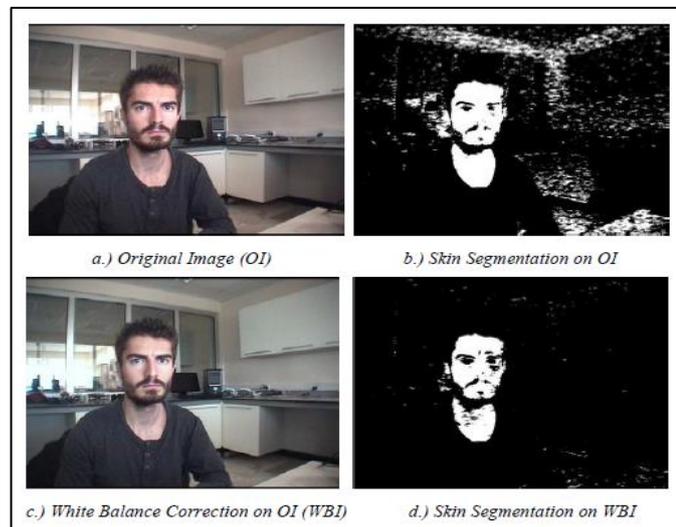
De la figura anterior, las fases del reconocimiento facial son:

- **Detección de rostro:** Se analiza la fuente, se discierne la existencia de uno o más rostros descartando el fondo y las áreas donde no hay rostros; Se usan definición de plantillas o reconocimiento de patrones (AI).
- **Extracción de características:** Aquí sucede la extracción, clasificación y almacenamiento de patrones particulares de cada rostro detectado. Existen tres enfoques: el holístico que identifica el rostro como una unidad indivisible; el de características biométricas específicas donde mediante geometría facial se separan las partes importantes del rostro; y los métodos híbridos mezcla de los anteriores.
- **Reconocimiento:** Es la clasificación de los patrones obtenidos del rostro para su comparación con los patrones almacenados previamente, para con ello identificar quien es el sujeto de prueba.

La siguiente imagen muestra un algoritmo típico de detección de la ubicación del rostro, utilizando el método de segmentación de piel (skin segmentation) para reconocer donde dentro de la imagen se localiza el rostro:

Figura 19

Detección de rostro usando skin segmentation



Nota. Adaptado de Skin segmentation tech (semanticscholar.org)

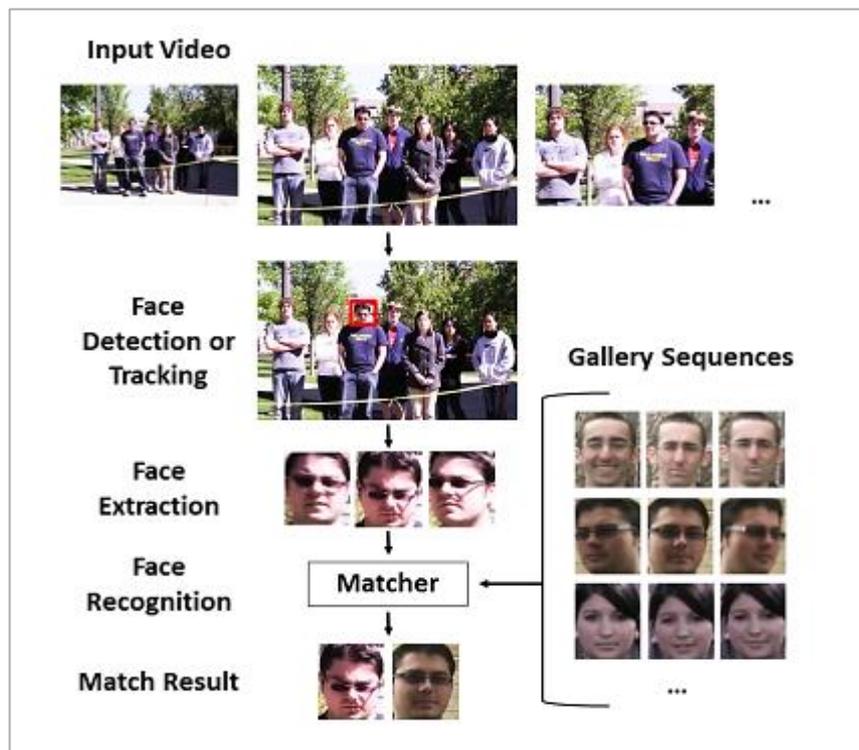
Una vez detectado el rostro se pasará a la extracción de características es decir analizar rasgos, esta fase se basa en la geometría de la cara. La búsqueda de rasgos plantea diferentes problemas, se efectúa una hipótesis

usando plantillas flexibles para encontrar rasgos específicos, como la nariz y la boca. Se usan probabilidades y patrones para determinar la posición espacial de dichos rasgos faciales.

La parte de reconocimiento se puede lograr con datos de imagen 2D o 3D, ambos tienen ventajas y desventajas. Los datos en 2D se pueden obtener fácilmente y son menos costosos que los 3D, pero son sensibles a los cambios de luz. Las técnicas de modelado 3D aprovechan la gama potencialmente amplia de vistas contenidas dentro de un conjunto de marcos para recuperar la estructura 3D de la cara, lo que puede ayudar a lograr la invariancia para posar cambios (Barr et al., 2012, p.4).

Figura 20

Esquema Completo de un Sistema de Reconocimiento Facial



Nota. Adaptado de Face Recognition From Video. Barr et al, 2012

Dado que el reconocimiento facial es un tipo de problema de reconocimiento de patrones, las redes neuronales son buenas para el reconocimiento de patrones y pueden ser capaces de distinguir rostros incluso dentro de una gran cantidad de rostros en una base de datos.

Reconocimiento Facial en video

Las nuevas tendencias para el reconocimiento facial utilizan como fuente de entrada imágenes en video usualmente en tiempo real, esto representa un nuevo paradigma con mejores resultados y que se describe por lo siguiente:

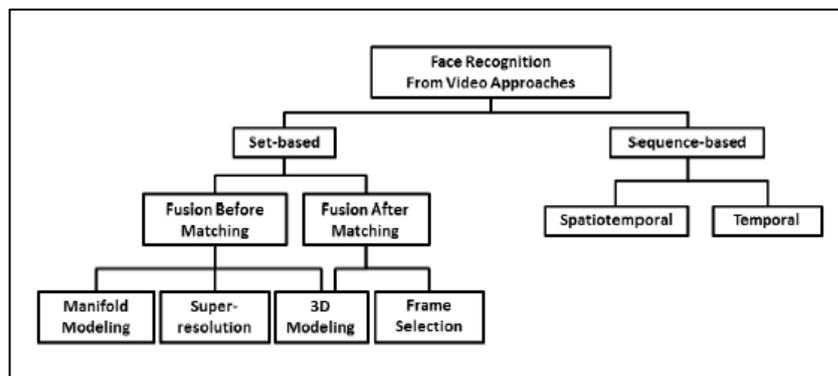
- La cantidad de información, en un video es mucho mayor a la que proporcionaban imágenes en 2D pudiendo extraerse muchas tomas del mismo rostro en diferentes condiciones de iluminación y detalles.
- Dinámica temporal, los videos contienen información temporal que las imágenes fijas no poseen.
- Información 3D, en una extensión de la primera propiedad, una secuencia de cuadros de video puede mostrar el mismo objeto desde varios ángulos.

Los sistemas de reconocimiento facial de video se pueden clasificar en términos generales en dos grupos según las propiedades de video que explotan, los enfoques basados en conjuntos que tratan los videos como colecciones desordenadas de imágenes y aprovechan la multitud de observaciones; y los enfoques basados en secuencias usan explícitamente información temporal para aumentar la eficiencia o permitir el reconocimiento en malas condiciones de visualización (Barr et al., 2012, p.2).

La siguiente imagen detalla esta clasificación:

Figura 21

Técnicas de reconocimiento facial desde video



Nota. Adaptado de *Nota.* Adaptado de Face Recognition From Video. Barr, 2012

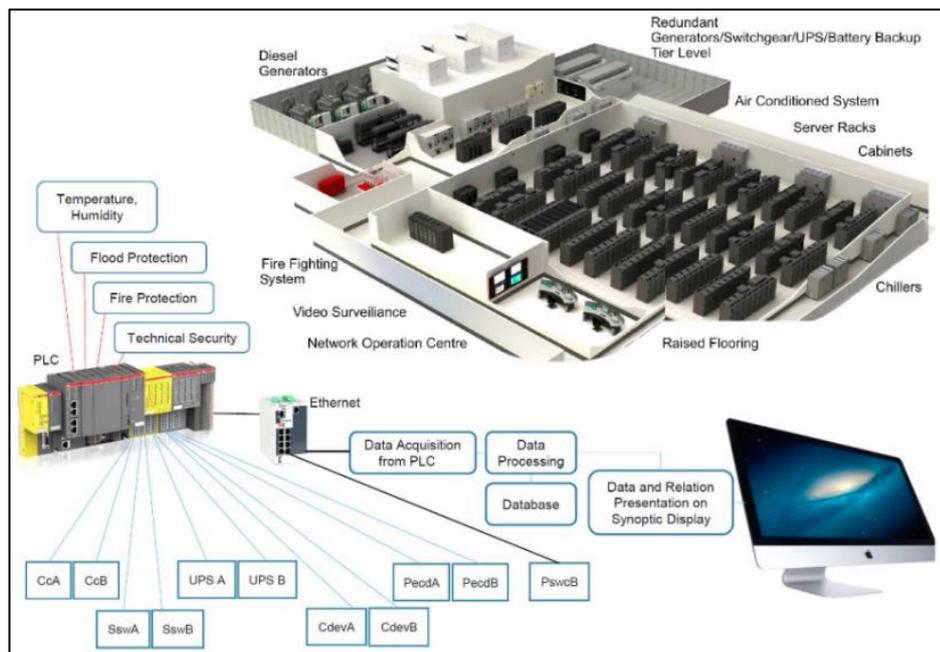
3.2.5 Centro de Procesamiento de Datos

“Según la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU, un centro de procesamiento de datos es una instalación donde se mantienen equipos electrónicos utilizados para procesamiento y almacenamiento de datos, comunicaciones y los equipos de respaldo mantenimiento de energía” (Geng, 2015, p. 4).

Dichas instalaciones usualmente albergan arrays de servidores entre otro hardware primordial de soporte, la siguiente figura muestra el diagrama general de un Data Center del tipo Tier4, es decir de la más alta fiabilidad para empresas.

Figura 22

Diagrama de Data Center Tier 4



Nota. Adaptado de MDPI Journals, 2022 (www.mdpi.com)

Clasificación de un Data Center

Según la norma de calidad ANSI/TIA 942 los data center se clasifican por nivel de Tier, el cual especifica su grado de fiabilidad y disponibilidad tal como sigue:

- **Tier 1:** Básico, utilizado en pequeñas y medianas empresas, es sensible a las interrupciones y debe detenerse para ejecutar mantenimientos.

- **Tier 2:** Redundante, soporta mejor las interrupciones al tener alimentación eléctrica y refrigeración dedicadas, se detiene ante mantenimientos.
- **Tier 3:** Concurrentemente Mantenible, funciona de manera ininterrumpida al tener múltiples líneas redundantes de alimentación y refrigeración. Su continuidad de operaciones está asegurada.
- **Tier 4:** Tolerante a Fallos, tolerancia absoluta a fallas al estar conectada a líneas múltiples redundantes eléctricas y de refrigeración. Ininterrumpido en mantenimientos, catástrofes y eventos no planeados.

3.2.6 Dispositivos de almacenamiento de datos

“Para almacenar datos, independientemente de su forma, los usuarios necesitan dispositivos de almacenamiento. Los dispositivos de almacenamiento de datos se dividen en dos categorías principales: almacenamiento de conexión directa y almacenamiento en red” (IBM, s.f.).

Pueden ser de varios tipos:

- **DAS: Almacenamiento de Conexión Directa**

La conexión se realiza a través de un puerto estándar (SATA, eSATA, SCSI), sistema básico de bajo mantenimiento y bajo costo, en la que el almacenamiento es parte del terminal o está conectado directamente. No utiliza elementos en red.

- **NAS: Almacenamiento Conectado en Red**

Conecta múltiples terminales a un servidor de almacenamiento centralizado remoto al que se accede por una red. Los datos almacenados son compartidos y se deben unificar e integrar información.

- **NAS Redundante**

Utiliza servidores redundantes en red para el mejor manejo de errores, por medio de conmutación bajo la misma IP.

- **SAN: Red de Área de Almacenamiento**

Utiliza arreglos redundantes de discos en red para evitar cualquier pérdida de información, son los más robustos.

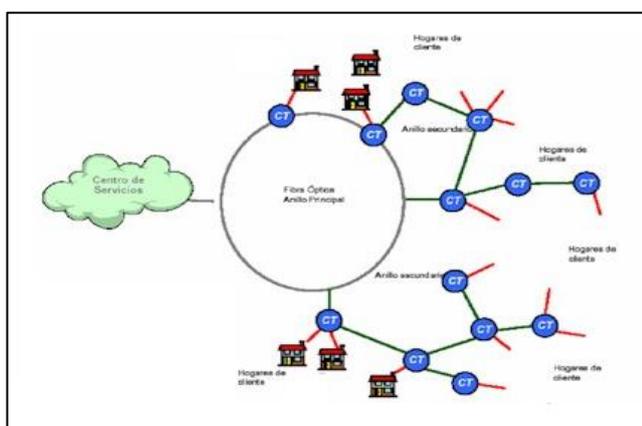
3.2.7 Redes de Fibra Óptica

“La fibra óptica es una guía de onda en forma de hilo de material altamente transparente diseñado para transmitir información a grandes distancias utilizando señales ópticas” (Pierri, 2010).

Las redes de fibra óptica son un tipo de red de telecomunicaciones que interconectan terminales a grandes distancias con gran eficiencia, la siguiente figura ilustra la idea.

Figura 23

Diagrama de una red de fibra óptica



Nota. Adaptado de Inter-American Telecommunication Commission, 2022 (citel.oas.org)

3.2.8 Sistemas Pasivos

Las redes pasivas ópticas (PON) son redes eficientes que no necesitan una conexión adicional de alimentación, a diferencia de los elementos activos, los cuales reciben energía del mismo circuito de interconexión.

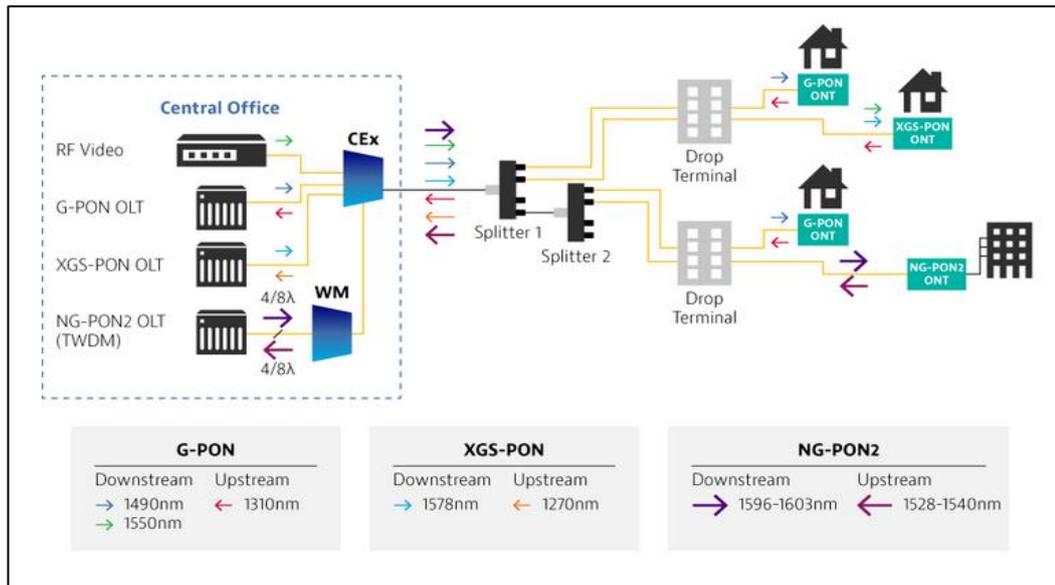
Arquitectura de las redes PON

La arquitectura de las redes PON es de punto a multipunto, utilizando elementos pasivos de distribución tales como splitters y repetidores aprovechando sus características ópticas de bajo consumo energético y poca distorsión a la distancia.

La siguiente figura ilustra los tipos de redes PON.

Figura 24

Redes Pasivas PON y sus tipos



Nota. Adaptado de Viavi Solutions, 2022 (viavisolutions.com)

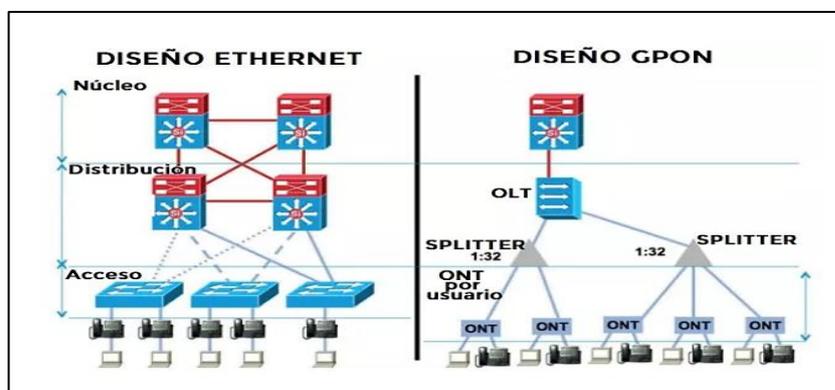
3.2.9 GPON

GPON es el acrónimo de Redes Ópticas Pasivas de Gigabits, estas redes de alta velocidad se encuentran definidas por la normativa ITU-T G.984.1-4.

“GPON reemplaza el diseño tradicional de Ethernet de tres niveles con una red óptica de dos niveles al eliminar los conmutadores Ethernet de acceso y distribución con dispositivos ópticos pasivos.” (RedesZone, 2023).

Figura 25

Red GPON vs Ethernet



Nota. Adaptado de RedesZone, 2023 (redeszone.net)

3.2.10 FTTX: Fibra a la X

“La aplicación de la tecnología PON para proporcionar conectividad de banda ancha en la red de acceso a los hogares, edificios, y pequeñas empresas se denomina FTTX, donde X indica que tan cerca llega la fibra al usuario final” (Keiser, 2006, p.14).

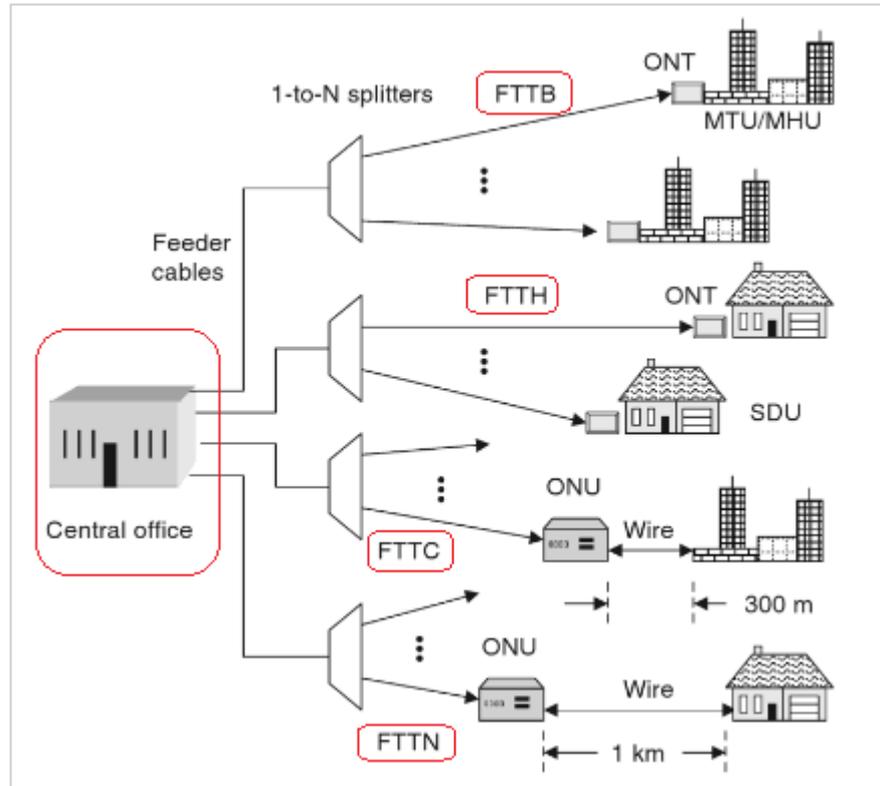
Estos escenarios de cercanía de la fibra pueden ser:

- **FTTN** (Fibra hasta el nodo): Llega solo hasta el nodo más próximo, quizás a millas del usuario final, el tramo final será cobre.
- **FTTC** (Fibra hasta el gabinete): Llega muy cerca al usuario pero fuera del edificio, el tramo final usualmente es de cobre HFC.
- **FTTB** (Fibra al edificio): Llega hasta el mismo edificio del usuario pero la conexión final interna es usualmente de cobre.
- **FTTH** (Fibra hasta el hogar): La conexión es de fibra en su totalidad.

La siguiente figura ilustra los tipos de acceso FTTX detallados.

Figura 26

Esquema explicativo FTTX



Nota. Adaptado de FTTX Concepts and Applications. Keiser. 2006

3.3 Metodología

El Sistema de reconocimiento facial, materia de estudio del presente informe, es un servicio software analítico dentro del proyecto distrital denominado “Mejoramiento del Servicio de Seguridad Ciudadana del Distrito de Villa El Salvador”, al ser este un proyecto de inversión de obras públicas del estado se rige bajo normas, lineamientos y procedimientos supervisados. Por consiguiente, existen muchas limitaciones en cuanto a la metodología a utilizar.

Al tratarse de una implementación y no de un desarrollo nuevo de software, no se puede utilizar como metodología el habitual ISOIEC 12207 IT Software Life Cycle Processes. Además, este proyecto por su complejidad al estar compuesto de muchas partes tanto software, hardware, infraestructura e incluso una red física de interconexión, necesita de un enfoque diferente. En consecuencia, trataremos el problema desde el punto de vista de la gestión de proyectos de tecnología de la información.

Se empleó una metodología de gestión tradicional en cascada (waterfall) siguiendo las recomendaciones definidas en el Cuerpo de Conocimiento de Gestión de Proyectos PMBOK. Dicha metodología consiste en definir inicialmente el objetivo del proyecto y planificarlo de forma completa de principio a fin, dividiéndolo en etapas; a diferencia de las metodologías ágiles donde se definen ciclos cambiantes y adaptativos.

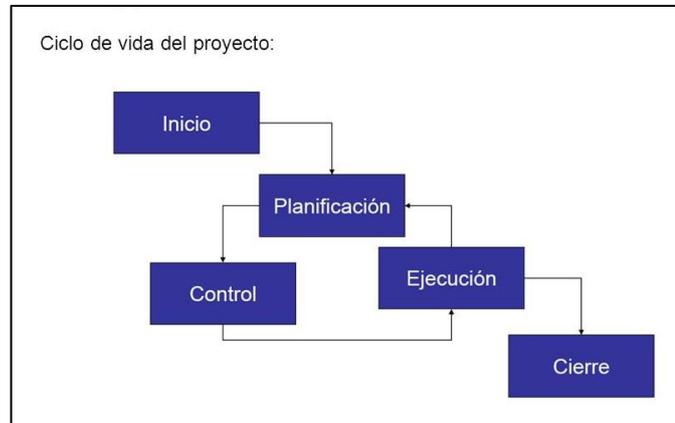
Para este proyecto se acordaron cinco etapas, que definimos como sigue:

- **Inicio:** análisis inicial, definiciones técnicas y aprobación.
- **Planificación:** desglose de tareas, diseño técnico y planning total.
- **Ejecución:** elaboración y seguimiento de tareas planificadas.
- **Monitoreo y control:** validación y comparación de tareas. Se aplican correctivos en desviaciones.
- **Cierre:** Validación del cumplimiento y entrega de todas las tareas ejecutadas.

La siguiente figura ilustra la metodología en cascada utilizada para este proyecto.

Figura 27

Metodología utilizada tradicional en cascada (waterfall)



Nota. Adaptado de Project Management Body of Knowledge, 2021 (www.pmi.org)

Una vez definida la metodología a utilizar se delimitan los pasos y tareas a realizar en cada etapa de esta implementación.

Para la etapa de inicio se siguieron los lineamientos reuniones y entregables recomendados por el PMBOK, siendo el entregable final y más importante de esta etapa el Acta de Constitución del Proyecto o Project Charter.

La etapa de planificación se sustenta fundamentalmente en la elaboración del Plan de Proyecto, el cual una vez delimitado por el cronograma da como resultado el EDT del Proyecto, el cual detalla las partidas de tareas a ejecutar en la siguiente etapa. La planificación además genera distintos entregables específicos a las tareas los cuales se han agrupado en tres grandes bloques acorde a los objetivos específicos definidos previamente. Estos se detallan más adelante en el capítulo 3.5.3.

En la etapa de ejecución se concreta todo lo planificado en el EDT del Proyecto, esto se refleja en el cumplimiento de partidas de tareas muy diversas desde temas de infraestructura hasta tecnológicos que son los

relacionados a este estudio. En esta etapa se realizan en paralelo las tareas de control las cuales hacen seguimiento a los avances y evalúan la necesidad de cambios o correcciones. Estas analizan indicadores tales como el porcentaje de plan completado y causas de incumplimiento.

Finalmente, la etapa de cierre se alcanza al completar el checklist con todas las partidas definidas en el EDT, como finalizadas al 100% y con la entrega y aceptación por parte del cliente que se refleja en la firma del acta de cierre.

Estos pasos, así como los artefactos y entregables por etapa se muestran a modo general en la siguiente tabla.

Tabla 7

Etapas Según la Metodología y sus Entregables

INICIO	Project Kick-Off Meeting Acta de Transferencia KOM. Expediente Técnico Revisado Acta de Constitución del Proyecto (Project Charter)
PLANIFICACION	Plan de Proyecto Alcance: EDT Tiempo: Cronograma Costos: Presupuesto Matriz de Riesgos Entregable específicos por partidas.
EJECUCION	Acta de Reunión de Coordinación del Proyecto Informe de Estado del Proyecto Validación de cumplimiento de partidas completadas
MONITOREO Y CONTROL	Estado de Performance del Proyecto Solicitudes de cambio, rechazo y aprobación Informe de Estado del Proyecto
CIERRE	Checklist de cierre Acta de cierre del proyecto

Elaboración: el autor

Durante todo el ciclo de vida descrito se generan más entregables específicos por tareas, subcontratas y para el cumplimiento de partidas que dependen mucho de la tecnología empleada, estas se definen en el EDT más adelante.

3.4 Estado del Arte

Este capítulo es la recopilación de antecedentes, investigaciones previas, consideraciones referenciadas y proyectos relacionados en los temas que se sustenta el presente informe.

3.4.1 Evolución del Reconocimiento Facial

“El reconocimiento facial es una técnica biométrica destacada la cual se ha utilizado ampliamente en muchas áreas, siendo tema de investigación de larga data. Su evolución se inicia en la década de los 90`s y se detalla a continuación” (Wang & Deng, 2021, p.1):

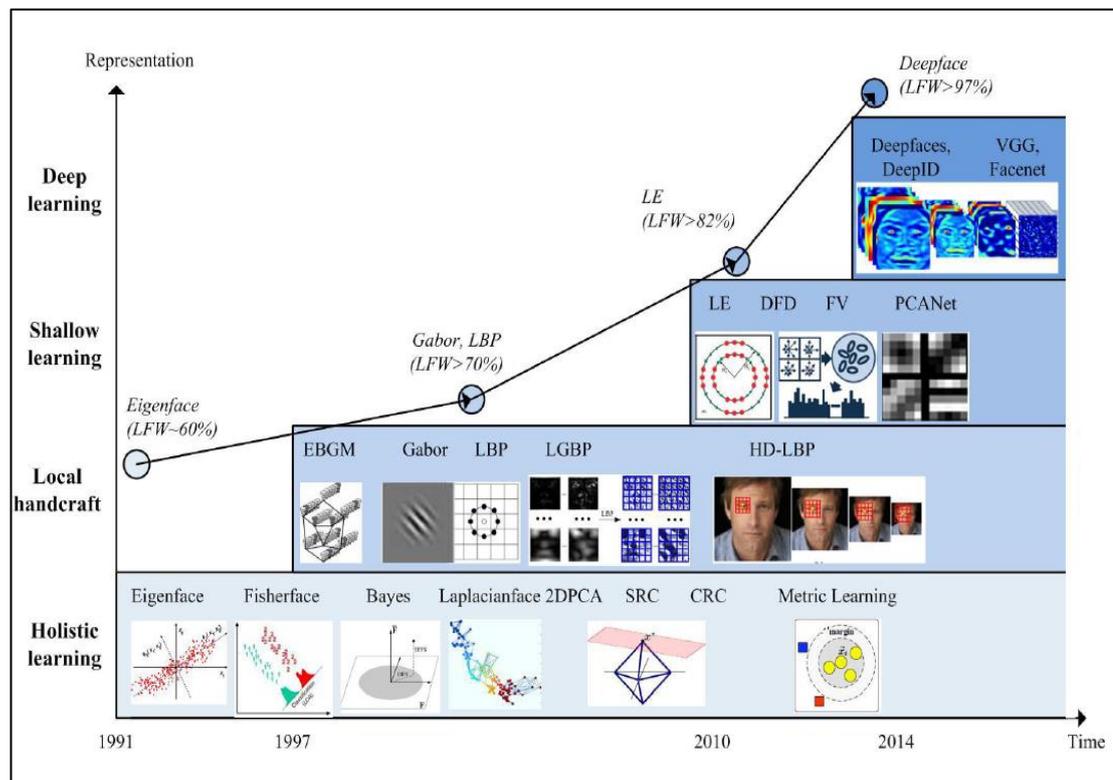
- El reconocimiento facial se hizo popular a inicios de los 90's tras la introducción del innovador enfoque de Eigenfaces.
- Entre los años 1990 y 2000 se utilizó mayormente enfoques de aprendizaje holístico, los cuales se basan en identificación de rostros usando representaciones globales, pero surgieron problemas debido a que no controlaban los cambios faciales de las imágenes.
- A comienzos de los 2000s, se solucionó el problema con los métodos basados en características locales, logrando desempeños robustos, pero aun con fallos en la distinción y compactibilidad.
- En 2010, los descriptores localizados basado en aprendizaje AI, mostraron mejores resultados de filtrado de características, pero aun con poca robustez.
- En 2012, el paradigma cambió cuando AlexNet introdujo el reconocimiento con Deep learning, utilizando redes neuronales en cascada de múltiples capas de procesamiento y transformación, logró una estabilidad sin precedentes.
- En 2014, el método DeepFace logró la precisión SOTA en el famoso benchmark LFW, acercándose por primera vez al rendimiento humano en condiciones sin restricciones (DeepFace: 97,35 % vs humanos: 97,53 %), con un modelo de 9 capas. Basado en estos resultados otros modelos empleando Deep learning llegaron hasta 99.80% en 2017.

- En 2017, Apple lanza el iPhoneX el cual incluye por primera vez un algoritmo de reconocimiento facial portable y domestico para el desbloqueo de un teléfono móvil, utilizando machine learning con el Viola–Jones algorithm.
- En 2020 y adelante el reconocimiento facial usando técnicas más avanzadas de AI y machine learning aplicadas al big data. Las aplicaciones se han instaurado en áreas tan diversas desde los videojuegos hasta la seguridad y vigilancia.

La siguiente figura detalla esta evolución de manera gráfica.

Figura 28

Evolución del reconocimiento facial por años



Nota. Adaptado de Deep Face Recognition: A Survey, Wang & Deng, 2021

3.4.2 Evolución de la Videovigilancia

La videovigilancia y sus importantes aplicaciones es un área de investigación emergente, su tecnología y las aplicaciones de seguridad han recorrido un largo camino desde sus modestos inicios, que sorprendentemente, se remontan a la Segunda Guerra Mundial hasta llegar el día de hoy al uso masivo de redes neuronales (Bradford, 2020):

- En 1942, Walter Bruch inventó el circuito cerrado de Tv (CCTV) para uso del ejército alemán en ensayos de misiles.
- En la década del 70, los circuitos CCTV se utilizaron por primera vez en el sector privado en USA y otros países.
- En 1985, se instaló la primera videocámara en una vía pública en Reino Unido, para dar seguridad a la corona dando inicio a la videovigilancia.
- En la década de los 90, la vigilancia en el sector público CCTV había crecido tanto en Londres superando el millón de circuitos de vigilancia instalados.
- En 1997, con la consolidación del internet aparece la Neteye 200, la primera videocámara IP desarrollada en Axis Communications.
- En 2001, los atentados del 11 de Setiembre de Las torres gemelas, USA, hicieron que la videovigilancia sea un tema prioritario en todo el mundo.
- En 2003, se consolidan los formatos digitales DVR, con discos en reemplazo de las cintas analógicas VCR.
- En 2008, las cámaras evolucionan al formato H.264 de alta definición optimizado.
- En 2013, sistemas de seguridad basados en DVR y vigilancia en la nube.
- En 2018, los formatos pasan a ultra alta definición 8MP/4K con la codificación H.265 más eficiente.
- En 2020, se inicia el auge del uso de inteligencia artificial AI y las nubes empresariales, mediante analítica de Deep Learning permitiendo altos grados de post procesamiento y el crecimiento del reconocimiento facial.

3.4.3 Antecedentes locales

Diversos estudios relacionados a la videovigilancia y el reconocimiento de imágenes se han llevado a cabo en nuestro país, algunos muy completos que han servido directa o indirectamente en el presente trabajo. En tal sentido considerando un límite de antigüedad a diez años debido a su importancia, se pueden enumerar los siguientes:

- La tesis, Sistema de videovigilancia utilizando cámaras web como alternativa para mejorar el nivel de percepción de seguridad en Bagua Grande (Berrios, 2012), desarrolla un sistema de videovigilancia web implementándolo en tres ciudades a modo de prueba, concluyendo que se puede mejorar la percepción de seguridad en la población en un 70% aun cuando los crímenes disminuyeron solo un 3%.
- La tesis, Diseño de un sistema de videovigilancia IP para la corte superior de justicia de La Libertad (Peláez, 2013), diseña un sistema de videovigilancia para el control de personal y activos del juzgado, concluyendo que se puede mejorar la seguridad reduciendo costos y horas hombre, mejorando los tiempos de respuesta y pérdidas de activos.
- La tesis, Seguridad y monitoreo basado en cámaras IP para la Institución Educativa la Libertad - Huaraz (Obregon, 2016), elabora un sistema completo para el monitoreo sobre IP con el fin de aumentar la percepción de seguridad en los estudiantes, concluyendo que la solución mejora la confianza generando un ambiente más seguro y tranquilo entre los estudiantes.
- La tesis, Modelo de Sistema de Reconocimiento Facial para el Control de la Trata de Personas (Barreto & Lizarra, 2019), presenta un modelo de reconocimiento facial utilizando machine learning con OpenCV, llegando a implementarlo con bases de datos de personas desaparecidas logrando resultados satisfactorios.
- El informe, Implementación de una red de fibra óptica pasiva como parte del sistema de videovigilancia de la municipalidad provincial de Sullana

(Romaní, 2019), detalla paso a paso la implementación de una red FTTX GPON como soporte de un sistema de videovigilancia distrital en un proyecto de inversión pública real en Piura.

- La tesis, Propuesta de un Sistema de Videovigilancia para fortalecer la Seguridad Interna de la ciudad de Chulucanas (Rueda & Medina, 2020), desarrolla un plan de seguridad basado en un sistema de videovigilancia con un muestreo de su población y proyección de su impacto probabilístico.

3.5 Proyecto de Solución

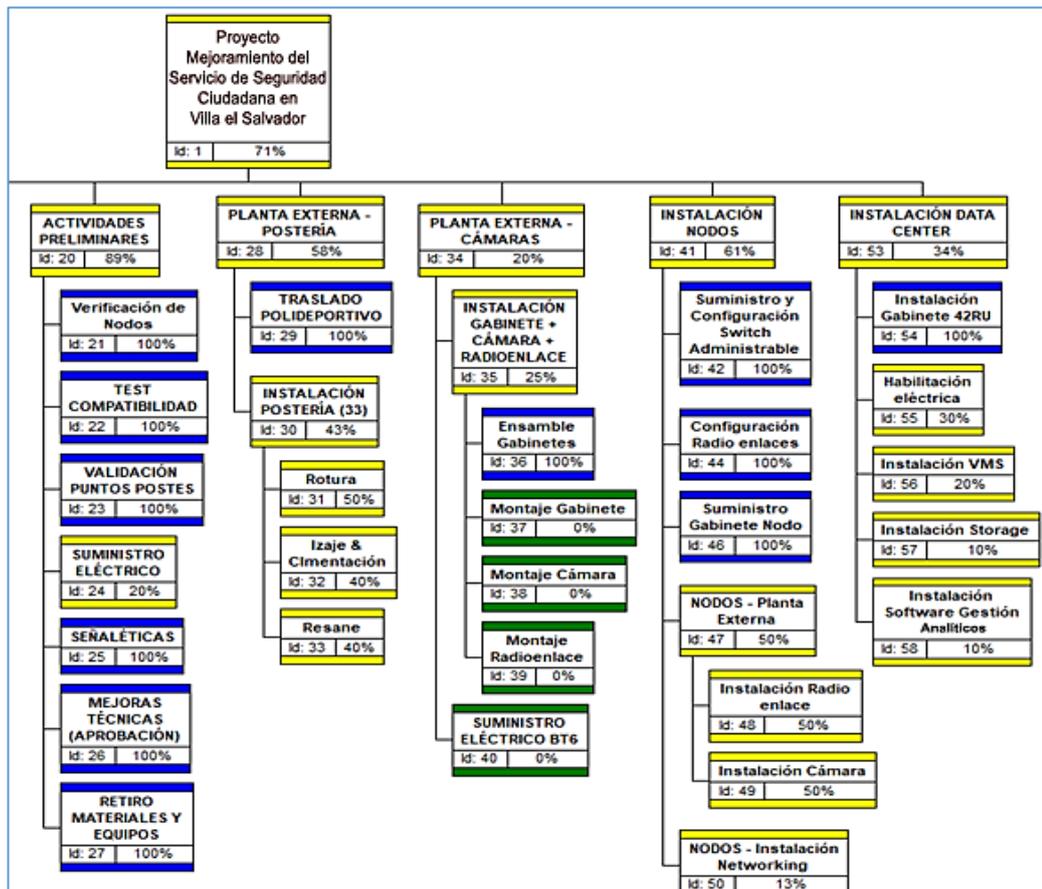
El proyecto de solución consistió en la puesta en funcionamiento de un Sistema de Reconocimiento Facial Biométrico, el expediente técnico lo detalla como un software dedicado analítico el cual utilizando la información de cámaras en tiempo real y video almacenado puedan realizar el reconocimiento de personas de interés al compararlas contra una base de datos definida. La solución completa se sustenta en cámaras fijas de alta resolución, ubicadas en zonas críticas ya establecidas a través de todo el distrito de Villa El Salvador e interconectadas por una red GPON.

- **Etapas del Proyecto**

El EDT del proyecto detalla las etapas y tareas del proyecto en general, la parte del mismo relevante a la implementación materia del presente estudio se muestra en la siguiente figura.

Figura 29

EDT del Proyecto



Elaboración: el autor

El EDT del proyecto en su totalidad se encuentra en el Anexo E, este detalla las etapas y tareas del proyecto en general, las cuales abarcan desde temas de infraestructura, plantado de postes, servicios eléctricos y sanitarios hasta los temas tecnológicos y de servicios que son los relevantes a esta implementación. Estas etapas se han agrupado en tres bloques relacionados a los objetivos específicos definidos previamente en el capítulo 3.1.2.

Tabla 8

Etapas del proyecto vs objetivos definidos

Objetivos	Etapas
<p>OE1: Diseñar una red de fibra óptica que conecte los 250 puntos críticos considerando elementos activos y pasivos, cámaras, módems; y validando sus niveles óptimos.</p>	<p>Planta Externa: Red de Fibra Óptica (Postería / Cámaras): además de la instalación de los componentes de interconexión, incluye el diseño y trazado de la ruta física de la red, topología, diagrama lógico de red y presupuestos de potencia y pérdidas.</p>
<p>OE2: Definir las especificaciones técnicas necesarias de los servidores, bases de datos y equipos necesarios para el manejo y almacenamiento de imágenes y video.</p>	<p>Planta Interna: Centro de Monitoreo y Nodos, incluye las tareas para preparación del data center y los elementos tecnológicos que lo conforman, gabinetes, switch principal, videowall, dimensionado de servidores storage y sistema de video managment (VMS)</p>
<p>OE3: Determinar las diferentes tecnologías de software y hardware de reconocimiento facial actual, validando la mejor opción disponible localmente y considerando se ajuste a los requerimientos del proyecto</p>	<p>Servicios: Incluye la instalación de servidores de almacenamiento VMS y demás servicios. La definición, adquisición y deployment de las soluciones de software analítico de videovigilancia y reconocimiento facial que cumplan los requerimientos solicitados en el expediente técnico.</p>

Elaboración: el autor

- **Metodología usada**

La metodología empleada es waterfall de cinco etapas, la misma que se detalló previamente en el capítulo 3.3. La implementación del proyecto siguió dicha metodología etapa por etapa. Los artefactos y entregables en general para cada una de estas etapas se trataron anteriormente y se resumen en la tabla descriptiva de ese capítulo.

- **Resumen del Cronograma**

El cronograma de actividades completo incluyendo entregables se explica a mayor detalle en la etapa de Ejecución 3.5.4. El resumen ejecutivo de tiempos y valores del cronograma para el Project Charter se muestran a continuación.

Tabla 9

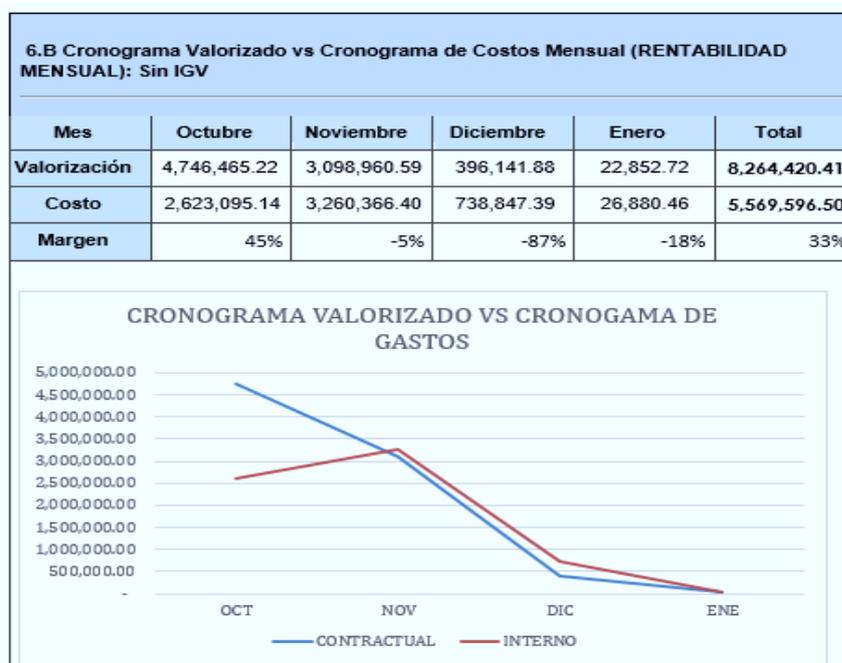
Cronograma contractual

Plazo contractual del Proyecto:		
	Plazos Cliente MDV (Línea Base Cliente)	Plazos Gerencia TACTICAL IT (Línea Base Interna)
Inicio Contractual:	04/03/2020	04/03/2020
Plazo del entregable (Días):	180 días	180 días
Fin de Plazo Contractual:	30/08/2020	30/08/2020
Fin de Plazo Contractual COVID:	11/02/2020	15/01/2021

Elaboración: el autor

Figura 30

Cronograma Valorizado



Nota. Adaptado del Project Charter TACTICAL IT

Mayor detalle por tareas, entregables y partidas de ejecución se muestran en el cronograma completo, a consultar en el Anexo K.

3.5.1 Preliminares

Las características del sistema a implementar requieren de una alta capacidad de procesamiento de cómputo, al tener que mostrar, manipular, codificar, almacenar y demás tareas analíticas; las cuales se realizan sobre información de imágenes y video de alta definición en forma ininterrumpida. Toda esa información en video proviene de una constelación de cámaras posicionadas a través de todo Villa El Salvador (área 35.46 km²), las cuales deben analizar dicha información al instante que es obtenida.

Estos requerimientos se reflejan en servidores de almacenamiento que puedan manejar cantidades enormes de información en tiempo real, de manera confiable sin pérdidas ni deterioros de ningún tipo. A su vez la necesidad de cubrir todo un distrito contempla un área de gran extensión siendo la red de fibra óptica la mejor opción para su implementación. Esta red deberá ser propietaria y no arrendada, de tendido mixto (aéreo + canalizado) según los planos de recorrido de fibra. La red será pasiva de tipo GPON por acomodarse mejor a los requerimientos topológicos y su eficiencia energética, además de hacerla escalable para su crecimiento a futuro. El uso de la tecnología PON se fundamenta en la etapa de diseño y planificación al validar la ruta física de recorrido, la cantidad de ancho de banda necesaria y su inmediatez al tratarse de video en tiempo real.

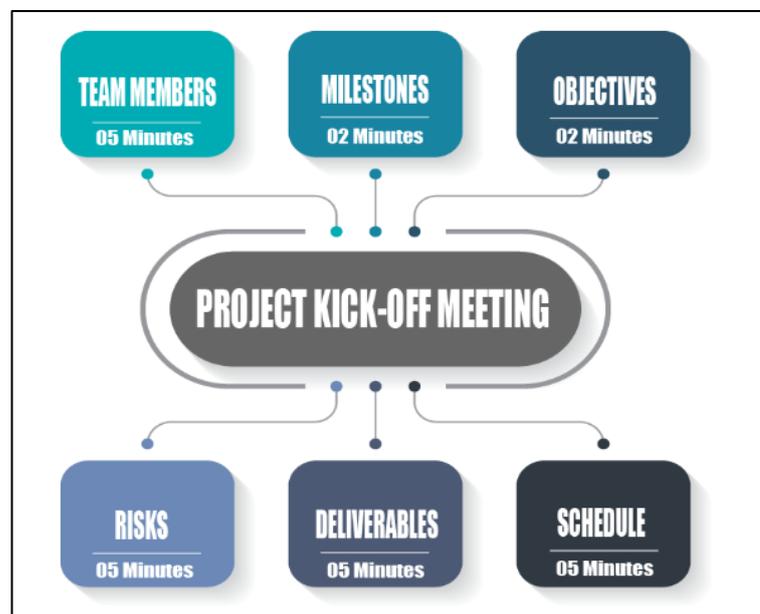
Finalmente, los servicios a implementar, incluyendo el presente sistema de reconocimiento facial, requieren de un análisis y estudio previo de las tendencias y tecnologías actuales, así como de las implementaciones similares que se muestren como casos de uso exitosos. Decidir cuál es la mejor solución que use la tecnología más actual y que brinde mejores resultados es de vital importancia en esta implementación.

3.5.2 Inicio

Siguiendo la metodología definida de cinco etapas y detallada previamente en el capítulo 3.3, el proyecto empieza con la etapa denominada de Inicio. Esta comienza con la Reunión de Lanzamiento del Proyecto con el objetivo de definir los pormenores del mismo. En esta reunión participan todos los miembros de equipos involucrados y stakeholders del proyecto. La siguiente figura ilustra esta idea.

Figura 31

Reunión de Lanzamiento del Proyecto



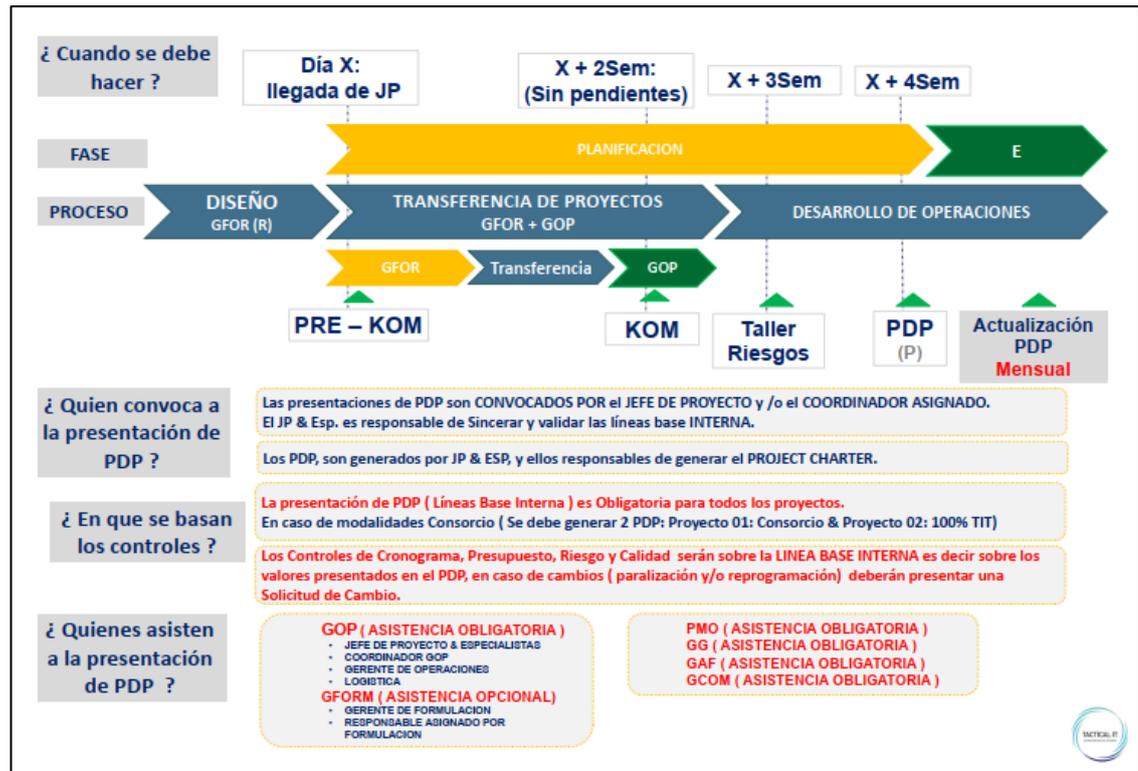
Nota. Adaptado de Guía PMBOOK, 2021

En esta reunión se van a transferir todos los diseños y documentos previos elaborados y revisados por la GFOR hasta ese punto y pasaran a ser responsabilidad de la Gerencia de Operaciones (GOP) para que esta de inicio al desarrollo de operaciones con todos los equipos operativos en cada área específica, como tendidos de planta externa, edificaciones, servidores, adquisiciones entre otros.

La siguiente figura detalla la transferencia de proyecto entre estas áreas.

Figura 32

Transferencia proyectual entre áreas



Nota. Elaborado por TACTICAL IT

Uno de los entregables de esta etapa es el Acta de Transferencia entre gerencias que resume puntos clave del proyecto tales como: alcances, costos directos y márgenes, presupuesto interno y cotizaciones, cronograma preliminar y la lista de Stakeholders.

La etapa de inicio acaba al firmarse el Project Charter o Acta de Constitución del Proyecto, el cual detalla todos los alcances del proyecto previamente acordado, requisitos, asunciones, restricciones, e hitos del proyecto, y debe validarse por las gerencias involucradas.

La siguiente figura muestra este documento y se puede consultar a detalle en el Anexo C.

Figura 33

Project Charter

	FORMULARIO		Código : IMP-FOR-016		
	ACTA DE CONSTITUCION DEL PROYECTO		Estado: Vigente		Versión: 2
	Proceso:	Implementación de Proyectos	Publicación: 15 Ene 2018	Elaborador: JAC	Pág 1 de 8

CODIGO DEL PROYECTO	NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS DEL PROYECTO
TTP2002	INFRAESTRUCTURA PARA EL PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA	MDVES

Sponsor:	JORGE ALVARADO		
Preparado por:	PEDRO VIZCARRA	Fecha	30/07/20
Aprobado por:	JORGE ALVARADO	Fecha	30/07/20
Lugar de ejecución del proyecto:	VILLA EL SALVADOR - LIMA		

1. DESCRIPCION DEL PROYECTO
Mejorar el servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Villa El Salvador, mediante la construcción de la Nueva Central de Monitoreo y Serenazgo, la cual estará ubicada en el Sector 3 Grupo 8 Manzana J1 Lote 21 entre la Av. Central y la Av. Bolívar frente a la Universidad Tecnológica de Lima, desde donde se monitorearán todas las incidencias registradas por las 250 cámaras de seguridad instaladas en todo el distrito, incluyendo sistemas analíticos para la videovigilancia y reconocimiento de rostros y placas.

2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO
CONTRATO DE LLAVE EN MANO SUMA ALZADA – CONTRATO N°007-2020-UA-OGA/MVES

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO Y CRITERIOS DE MEDICION DEL EXITO
OPTIMIZAR LA RED DE SEGURIDAD CIUDADANA DEL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR, mediante la construcción del Centro de Monitoreo y Centro de Serenazgo, la instalación de cámaras de seguridad.

Nota. Adaptado de Acta de Constitución por TACTICAL IT

3.5.3 Planificación

En esta parte, se realizan las labores de diseño y planeamiento organizacional de todas y cada una de las tareas a realizar para completar el sistema de reconocimiento facial, para ello se va a dividir y organizar en unidades mínimas y ordenadas. Para los alcances determinados por el EDT del proyecto y los objetivos específicos definidos en el capítulo 3.1.2, esta se ha dividido en tres etapas cuyas tareas se muestran a continuación:

Tabla 10

Planificación Tareas y entregables por etapas

Etapas de Planificación	Tareas	Entregables
PLANTA EXTERNA: Red de Fibra Óptica y Cámaras. (OE1)	Planificar y optimizar la ruta física de la red.	<ul style="list-style-type: none"> - Blueprint. - Plano de ubicación de nodos.
	Determinar la topología a usar para la red.	<ul style="list-style-type: none"> - Diagrama físico de Interconexión.
	Diseñar el diagrama lógico de la red y el ancho de banda de transmisión.	<ul style="list-style-type: none"> - Diagrama Unifilar de Red. - Reporte de Ancho de Banda necesario.
	Calcular el presupuesto de potencia y de pérdida óptico por nodo.	<ul style="list-style-type: none"> - Reporte de Presupuesto de potencia por enlace.
PLANTA INTERNA: Servidores y Hardware de Monitoreo. (OE2)	Dimensionar la cantidad y características mínimas de los servidores.	<ul style="list-style-type: none"> - Reporte de capacidad storage. - Partidas de equipamiento servers
	Determinar las características del videowall principal.	<ul style="list-style-type: none"> - Partidas de equipamiento y características Videowall
	Calcular las necesidades de interconexión de las estaciones de videovigilancia y hardware relacionado.	<ul style="list-style-type: none"> - Lista de Componentes de Interconexión y equipamiento Data Center
SERVICIOS: Sistema de Reconocimiento Facial y afines. (OE3)	Determinar las mejores soluciones de software de reconocimiento facial en el mercado.	<ul style="list-style-type: none"> - Resumen estructurado bibliográfico de conocimientos. - Resumen de soluciones existentes.
	Determinar la disponibilidad y viabilidad local de las opciones seleccionadas, considerar la capacidad hardware de los servidores.	<ul style="list-style-type: none"> - Listado de disponibilidad de soluciones. - Características técnicas de soluciones.
	Determinar bases de datos y capacidad de transmisión de video necesario para la alimentación de data al sistema.	<ul style="list-style-type: none"> - Resumen de dimensionado de Servers.
	Planear la instalación y deployment del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> - Partidas tecnológicas software.

Elaboración: el autor

El fin de la planificación es recopilar los documentos técnicos elaborados hasta el momento, revisarlos y reflejarlos en documentos de diseño que puedan ser organizados y agrupados en tareas y partidas de ejecución en el EDT. El expediente técnico es la guía base que limita y define las decisiones de diseño finales y el camino que se tomará en la construcción del proyecto, su alcance y métricas deben respetarse siempre. Las únicas posibles ocurrencias en que se puede cambiar o hacer algún rediseño fuera del expediente técnico son: una mejora o una imposibilidad técnica.

Algunos casos cotidianos de mejoras fueron: adquirir licencias de un software con mejores características del solicitado dentro del presupuesto, monitores con mejor resolución, instalar un mejor tipo de cableado, reubicar postes para mejorar la línea de vista o evitar cercanías a tendidos de media/alta tensión.

Por motivos didácticos en este estudio agruparemos la planificación en tres etapas relacionadas directamente a los objetivos específicos planteados al inicio, tal como sigue: planta externa, planta interna y servicios.

3.5.3.1 PLANTA EXTERNA: Red de Fibra Óptica y Cámaras

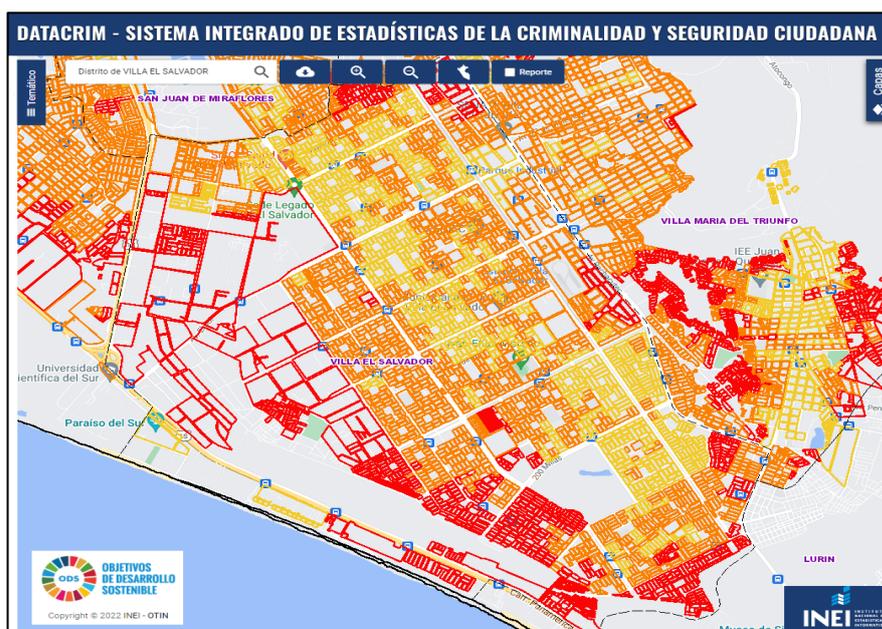
El proyecto en su planta externa comprende toda la infraestructura de tendido exterior para interconectar las 250 cámaras de videovigilancia IP con el Data Center. El mismo que tiene como elemento central una red de fibra óptica, tecnología propuesta debido a sus altas velocidades de transmisión, menor consumo de energía y escalabilidad para su crecimiento a futuro. Estas decisiones de diseño se ajustan a las necesidades del sistema de reconocimiento facial y demás sistemas propuestos en el proyecto, siendo el requerimiento principal la capacidad de procesar información de video en alta resolución en tiempo real.

- **Planificación de la ruta física de la red.**

Para definir donde se instalarán los 250 puntos de vigilancia primero se debe ubicar los puntos críticos de seguridad en el distrito, para ello se sigue las recomendaciones de la subgerencia de seguridad municipal la cual recopila datos de las entidades especializadas como son la PNP, CODISEC, juntas vecinales y los reportes del INEI con su herramienta DATACRIM, la misma que se puede ver en la siguiente figura.

Figura 34

Reporte DATACRIM Distrito Villa El Salvador



Nota. Adaptado de Sistema Integrado de Estadística de la Criminalidad y Seguridad Ciudadana DATACRIM, 2022 (datacrim.inei.gov.pe)

El expediente técnico enumera las ubicaciones de estos puntos de vigilancia en un listado detallado y revisado por especialistas, el cual se puede consultar en el Anexo F.

Para validar la ubicación de los puntos críticos y con ello trazar el recorrido de la fibra previo a la definición de la topología, se debe hacer un recorrido de campo, el cual es un hito oficial con los técnicos de la municipalidad y la gerencia de operaciones. La idea básica es validar físicamente si se necesitan hacer replanteos a la ruta. Estos replanteos se comunican al supervisor designado para su aprobación, esto continua hasta tener la aprobación firmada para proceder con la ejecución del tendido en la siguiente etapa.

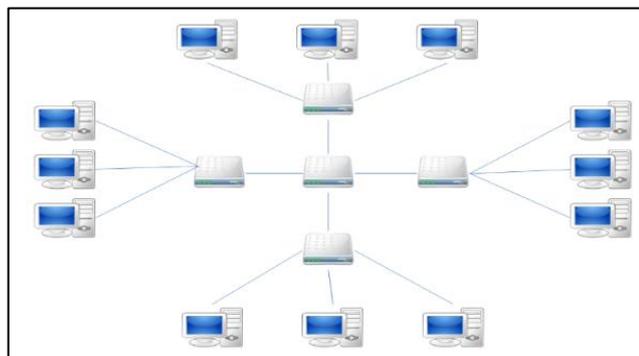
El entregable de esta etapa es el blueprint o plano final de ubicación de los nodos y el recorrido físico, el cual se adjunta en el Anexo G.

- **Determinación de la topología de red**

Para el contexto de la planificación de la red, la topología define como será la conexión de los enlaces entre nodos, considerando la redundancia, disponibilidad y economización, es decir; optimizar todos los recursos disponibles. Por ende, considerando la cantidad de nodos, 250 a más, en un área dispersa de 35Km² (área del distrito), y precedentes de proyectos previos de alcances similares en TACTICAL IT, el equipo experto decidió utilizar el modelo de “Topología en Estrella Extendida” mostrado a continuación.

Figura 35

Topología de Red Estrella Extendida



Elaboración: el autor

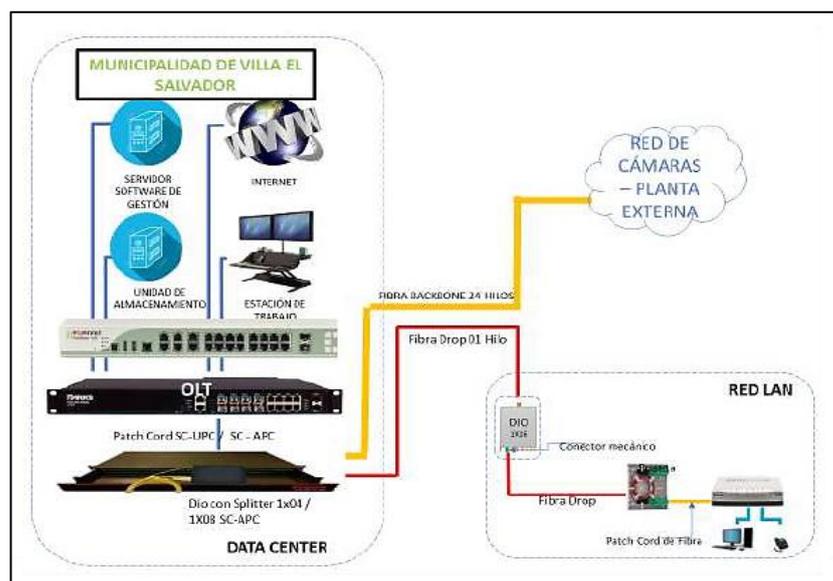
Tal como muestra en la figura, esta topología es una estrella con nodos adicionales conectados al nodo central, para así reducir la cantidad de recursos es decir elementos de red necesarios para alcanzar a cada punto de vigilancia desde el nodo central en el Data Center.

Siguiendo la normativa ITU para GPON y las condiciones de diseño del ancho de banda necesario 2.4 Gigabits down, se define la red de acceso como FTTC Fibra hasta el Gabinete, es decir la fibra conectara el nodo central en el Data Center hasta los postes en cada uno de los puntos de vigilancia en la red de cámaras de planta externa.

La siguiente figura ilustra la interconexión descrita.

Figura 36

Diagrama general de interconexión



Elaboración: el autor

El expediente técnico define los elementos de interconexión a utilizar en la planta externa, los cuales se muestran en la tabla a continuación. Estos además sirvieron como fuente referencial para el planeamiento de partidas de adquisiciones de dicha etapa detalladas en el EDT.

Tabla 11

Componentes de interconexión según expediente técnico

SUB COMPONENTE	EQUIPAMIENTO
INTERCONEXIÓN POR FIBRA ÓPTICA	TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA
	FIBRA ÓPTICA ADSS 12 HILOS
	FIBRA ÓPTICA ADSS 01 HILOS
	DISTRIBUIDOR MONOMODO
	TERMINAL DE LÍNEA ÓPTICA
	TRANSCEIVER SFP GPON OLT
	CAJA EMPALME ÓPTICO
	SPLITTER ÓPTICO 1X08/1X04
	DIO DE PARED
	EXTENSIPON ÓPTICA CONECTORIZADA
	MODEM ÓPTICO GPON
	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE INTERCONEXIÓN POR FIBRA ÓPTICA

Elaboración: el autor

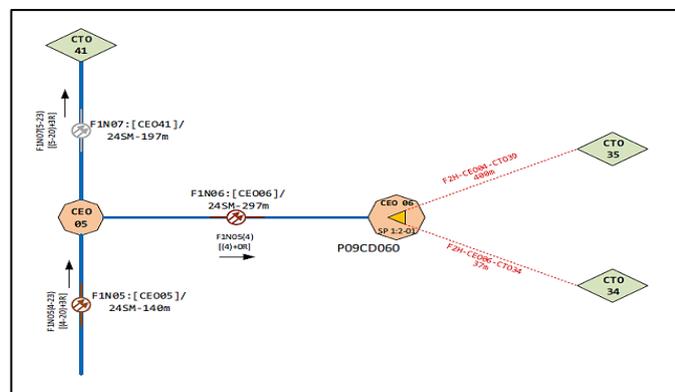
- **Diseño del diagrama lógico de red y ancho de banda**

El diagrama lógico se centra en el flujo de la información a través de una red informática, revelando cómo los dispositivos y nodos se comunican entre sí, el resultante es el diagrama unifilar. Este es de gran importancia al detallar como se harán las instalaciones y conexiones al detalle para el momento del tendido de la fibra.

Para la elaboración del diagrama unifilar se toma como referencia el blueprint del diagrama físico, en base a ello se mide distancias y se ubican los nodos, empalmes y terminaciones. Para ello se utiliza la nomenclatura estándar mostrada en la figura.

Figura 37

Diagrama Unifilar de Fibra



Nota. Código de colores, numeraciones y flujos de datos estándar.

CTO en rombos y CEO en octógonos. Adaptado de TACTICAL IT

Según la figura anterior, el octógono CEO (Caja de Empalme Óptico) #05 es un punto de bifurcación donde las flechas muestran la dirección del flujo de datos, y los valores F1N## sobre las líneas azules detallan información de la fibra tendida, como la distancia, el nodo al que pertenecen y la cantidad de hilos utilizado para la interconexión. Los rombos CTO (Caja Terminal Óptica), indican terminaciones es decir puntos donde irán las cámaras o empalmes de fibra, estos a su vez especifican distancias y sentido de datos. Esta nomenclatura se repite durante todo el diagrama de diseño unifilar, en este también se adjunta la leyenda y demás detalles técnicos para su fácil lectura al momento de la ejecución del tendido de fibra y demás tareas de campo. El diagrama unifilar completo se puede consultar en el Anexo H.

Para calcular el ancho de banda necesario se toma en consideración que se está manejando video en alta definición como máximo en codificación H265, por lo cual se deberán seguir las consideraciones de diseño mostradas en la siguiente tabla, según el expediente técnico:

Tabla 12

Consideraciones de transmisión de video

Nivel de compresión (Video Coding)	H.264/AVC (MPEG-4 Part 10) HEVC H.265 MPEG-H
Tasa de Imágenes por segundo	Mínimo 20fps (frames per second) Recomendado 30fps
Resolución	Full HD 1080p (1920×1080 px) HD Standard 720p (1280×720 px)
Tasa de bit del video	Bitrate 10Mbps

Elaboración: el autor

Para la implementación se utilizaron cámaras de seguridad de Axis Corp, la cual está posicionada como la segunda mejor empresa del rubro en 2020. Específicamente se utilizaron los modelos de la familia Q 6000-E, cámaras PTZ multi-lente.

El fabricante Axis Corp recomienda el uso de sus herramientas web para hacer los cálculos necesarios por tipo de cámaras y uso específico

detallado. Utilizando los parámetros listados en la Tabla anterior, y siguiendo los requerimientos del expediente técnico, además considerando la operación 24/7 horas días y por al menos 30 días. La siguiente figura muestra los resultados obtenidos:

Figura 38

Ancho de banda resultante para los parámetros ingresados

Nombre	Modelo	Cantidad	Escenario
Camara PTZ	AXIS Q6055-E	1	Cruce

Perfil	Visualización	Grabación continua	Grabación de eventos
Personalizado ...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Velocidad de imagen	30	24	30
Resolución	1080p	1080p	VGA
Codificación de vídeo	H.264	H.264	H.264
Compresión	30	30	30
Audio	Desactivado	Desactivado	Desactivado
Grabación		24 h	20%
Ancho de banda	3.39 MBit/s	2.87 MBit/s	0 Bit/s

AXIS COMMUNICATIONS		INFORME DE BANDA ANCHA		
Almacenamiento: 30 días				
Nombre	Modelo	Ver	Grabar	Almacenamiento
Camara PTZ	AXIS Q6055-E	3.39 MBit/s	2.87 MBit/s	929 GB
Cámara 4 lentes	AXIS Q6000-E Mk II 60Hz	1.51 MBit/s	1.27 MBit/s	413 GB
Resumen de proyecto		4.90 MBit/s	4.14 MBit/s	1.34 TB

Nota. El ancho de banda es $4.90 + 4.14 = 9.04$ Mbit/s añadiendo un 20% de margen de diseño el BW por cámara sería 12 Mbit/s. Herramienta utilitaria Axis (www.axis.com)
Elaboración: el autor

Para calcular el ancho de banda total necesario la teoría indica que es la suma de cada elemento activo conectado a cada nodo. Revisando la topología del diagrama unifilar y siendo esta una red pasiva los únicos elementos activos serán las cámaras de vigilancia, por lo tanto, utilizando el ancho de banda por cámara calculado por la herramienta de Axis como ancho de banda por nodo, y considerando nuestra constelación de 250 cámaras en toda la red, el cálculo final será:

$$\text{BW Total: } 250 \times 12.0 \text{ Mbit/s} = 3000 \text{ Mbit/s}$$

Finalmente, el sistema de videovigilancia consumirá 3.0 Gbit/s en total para toda la red que cubre por completo el distrito.

- **Calcular el presupuesto de potencia y de pérdida óptico**

El presupuesto de potencia óptica se calcula considerando las especificaciones técnicas de cada equipo activo interconectado usando para ello el diagrama unifilar. Para nuestro diseño tenemos dos equipos activos:

Tabla 13

Equipos Activos Utilizados

Equipo	Detalle
Terminal de Línea Óptico (OLT)	Marca: FURUKAWA Modelo: FK-OLT-G4S
Terminal de Red Óptico (ONT/ONU)	Marca: FURUKAWA Modelo: FK-ONT-G400R

Elaboración: el autor

Los valores mínimos y máximos de pérdida y factores de atenuación aceptable están en la especificación ITU para GPON. Además, el módulo utilizado para la línea es clase B+, el cual según sus especificaciones tiene un alcance de hasta 20km por tramo con pérdidas máximas de -28dBm, este será el valor limite a probar en los enlaces de cada nodo.

Finalmente, el cálculo de potencia será igual a la potencia inicial restando la suma de todas las atenuaciones mencionadas:

Formula:

$$P_{ds} = P_i - \Sigma C - \Sigma F - S_{dist} - S_{acc} - D$$

Donde:

- P_{ds} = Potencia de Downstream
- P_i = Potencia inicial
- ΣC = Pérdida por conectores
- ΣF = Pérdida por fusiones

- S_{dist} =Pérdida splitter distribución
- S_{acc} =Pérdida splitter de acceso
- D =Pérdida por distancia (de acuerdo a λ)

Entonces, el cálculo para un enlace quedaría de la siguiente manera:

$$P_{ds} = 3 \text{ dB} - 1.7 \text{ dB} - 0.5 \text{ dB} - 10.7 \text{ dB} - 4.0 - 3.03 \text{ dB}$$

$$P_{ds} = -16.93 \text{ dB}$$

El resultado cumple lo solicitado estando muy por debajo del rango mínimo estipulado.

Se procede del mismo modo con cada una de las conexiones, se deben calcular todos y cada uno de los enlaces y verificar que cumplan los valores deseados.

3.5.3.2 PLANTA INTERNA: Servidores y Hardware de Monitoreo

La planta interna la conforman los equipamientos activos en la central donde se concentra toda la red externa, en nuestro caso se refiere al Data Center. Este es el ambiente que almacena todos los equipos tecnológicos, nodo principal, servidores, hardware de monitoreo y demás que componen el sistema de videovigilancia en general. Está compuesto por los siguientes componentes:

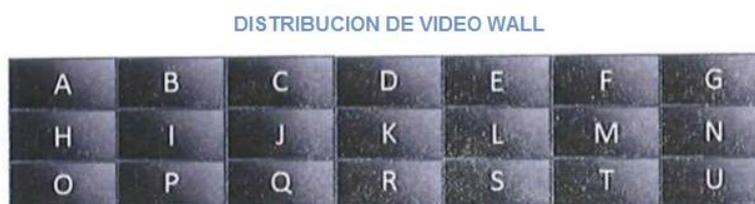
- **Arreglo de Monitores Videowall**

El Videowall lo forma un arreglo de 21 monitores integrados en 3 columnas y 7 filas. Su equipamiento incluye el suministro de energía, configuración, instalación, interconexión y puesta en operación. Los monitores deberán ser especialmente fabricados para un régimen de trabajo 24x7 y deberán tener un marco ultra delgado de 5mm o menor.

La siguiente figura ilustra la configuración array solicitada.

Figura 39

Distribución del videowall solicitado



Nota. Adaptado del expediente técnico

- **Equipos de cómputo videovigilancia**

En esta etapa se dimensiona la cantidad de equipos de cómputo utilizado exclusivamente para las labores de monitoreo, estas son computadoras a modo Client, donde un operador podrá manipular y controlar determinados aspectos de la videovigilancia como las cámaras y acceso a software analítico. Al ser equipos a modo cliente sus requerimientos no son muy complicados y se evalúa solo un performance adecuado siguiendo valores promedio de la tecnología actual.

El resultado fueron computadoras CORE i7 con almacenamiento de 500Gigabytes, con monitor, teclados y accesorios genéricos. Estos equipos se dividen y distribuyen de la siguiente manera:

- Para Operadores de Cámaras

En total, se necesitarán 30 computadoras.

- Para Visualización en Videoteca

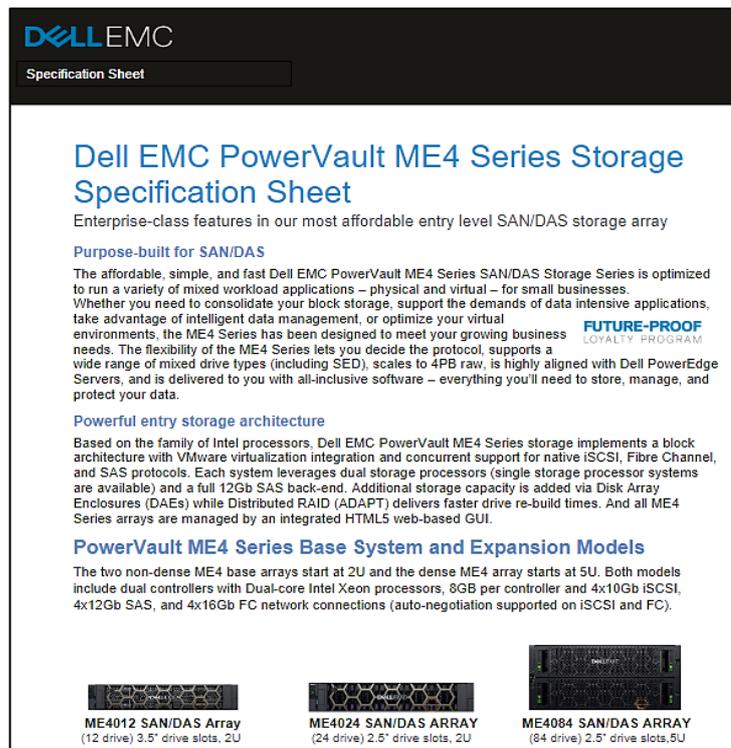
En total, se necesitarán 1 computadora.

- **Servidores y hardware de red**

Los servidores de almacenamiento son uno de los elementos más importante en el proyecto, para dimensionar al servidor se debe tener en cuenta en general el tráfico de usuarios conectados, las aplicaciones utilizadas por los sistemas que soporta que en este caso sería el manejo de video, los procesos del sistema y el requerimiento de almacenamiento en disco duro. Y todo esto contrastándolo con las características técnicas y configuraciones posibles tal como muestra la figura siguiente

Figura 40

Especificaciones Técnicas del Servidor DELL



The image shows a specification sheet for the Dell EMC PowerVault ME4 Series Storage. It features the Dell EMC logo at the top left and the title 'Dell EMC PowerVault ME4 Series Storage Specification Sheet'. Below the title, it states 'Enterprise-class features in our most affordable entry level SAN/DAS storage array'. The document is divided into several sections: 'Purpose-built for SAN/DAS', 'Powerful entry storage architecture', and 'PowerVault ME4 Series Base System and Expansion Models'. Each section contains detailed technical information. At the bottom, there are three images of the storage arrays with their respective specifications: ME4012 SAN/DAS Array (12 drive) 3.5" drive slots, 2U; ME4024 SAN/DAS ARRAY (24 drive) 2.5" drive slots, 2U; and ME4084 SAN/DAS ARRAY (84 drive) 2.5" drive slots, 5U.

Nota. Adaptado del DELL Server Specification sheet (www.dell.com)

El dimensionamiento de servidores con capacidades de almacenamiento, potencia de cómputo y demás mediciones técnicas se tratan a detalle en el siguiente capítulo de Servicios, pues se necesita definir primero el software de videovigilancia y analíticos a usar, pues su consumo de recursos se refleja directamente en las capacidades y características de los servidores a calcular.

Los servidores y demás hardware en general que se ubicaran en el Data center y que cumplen los requerimientos del expediente técnico se detallan a continuación:

Tabla 14

Servidores y Equipos del Data Center

ITEM	EQUIPOS EN EL DATA CENTER
1	SWITCH DE CORE ÓPTICO - OLT
2	CENTRAL TELEFÓNICA
3	NVR
4	SERVIDOR DE GESTIÓN DE VIDEO DE CÁMARAS PTZ
5	SERVIDOR DE ANÁLISIS FORENSE
6	SERVIDOR DE RECONOCIMIENTO DE PLACAS Y ROSTROS
7	FIREWALL

Elaboración: el autor

El data center contará además con gabinetes para montajes de equipos, protección eléctrica certificada con sistema de energía ininterrumpida UPS, transformador de aislamiento y un tablero de bypass eléctrico. Finalmente el área cuenta con el mobiliario y facilidades para el uso de los operadores en sus estaciones y demás servicios.

Estos equipamientos y todos los adicionales son listados y traducidos a partidas de adquisición e instalación en el EDT detallado, cuyo cumplimiento y control se describe en la siguiente etapa de Ejecución.

3.5.3.3 SERVICIOS: Sistema de Reconocimiento Facial y Analíticos

Esta etapa se dividió en las siguientes tareas:

- **Determinar las mejores soluciones de software de reconocimiento facial en el mercado**

La primera parte a realizar es la recopilación de fuentes bibliográficas en el ámbito de tecnologías de reconocimiento facial, para ello se lleva a cabo una investigación secundaria documental en repositorios de publicaciones científicas y académicas, globales y locales; para encontrar definiciones, soluciones e implementaciones actuales en técnicas de reconocimiento facial. El resultado se recopiló en los capítulos de 3.2 Marco Teórico y 3.4 Estado del Arte.

En resumen, las tendencias actuales de reconocimiento facial utilizan Inteligencia Artificial IA con la tecnología de Deep Learning, el cual es una variación del aprendizaje máquina el cual logra mejores resultados al momento de hacer comparaciones. En la actualidad las fuentes a comparar provienen generalmente de stream de video, siendo la técnica de reconocimiento sobre objetos 3D la que devuelve mejores resultados para estos casos.

Una vez recopilada toda la información e identificadas las nuevas tendencias y tecnologías actuales, este conocimiento adquirido se utiliza para buscar cuál será la tecnología que debe emplear el software analítico de reconocimiento facial comercial adecuado para nuestro proyecto, y que cumpla los requerimientos solicitados.

La siguiente tabla muestra el listado de dichos requerimientos según el expediente técnico del proyecto.

Tabla 15*Requerimientos de la analítica de reconocimiento facial*

Nº	Requerimiento
1	Tener tecnología nativa 3D que genere coincidencias de caras de 2 dimensiones.
2	Poder realizar la comprensión integral de rostros en multitudes.
3	Establecer un mínimo de 29 píxeles de distancia mínima entre los ojos para coincidir el rostro con las imágenes en la DB.
4	Integrarse con el software de monitoreo, permitiendo alertas ante un rostro detectado.
5	Ser de tipo licencia perpetua y compatible con cámaras IP con WDR min. 150dB
6	Tener como mínimo una plantilla de rostros de 128 bytes o menos de tamaño.
7	Poder ubicar a una persona basada en una lista de interés proporcionada.
8	Identificar en rango la edad del visitante.
9	Soportar archivos de multiformato de imagen para el registro en su base de datos
10	Permitir integración Active Directory (LDAPS)
11	Poder ser instalado en el sistema operativo Windows – Linux.
12	Contar con encriptación mínima de 1024-2048bits sobre archivos y DB.

Elaboración: el autor

Una vez identificada la tecnología a usar el siguiente paso es la búsqueda detallada de las soluciones comerciales que mejor se adecuen, ya sea por performance o idoneidad, para ello se siguió los siguientes pasos:

- Buscar qué soluciones son las más empleadas por las empresas de IT y software en proyectos similares. Según estudios de comparativas en ResearchGate más del 70% de empresas basan sus decisiones de infraestructura en el consejo de sus pares en la comunidad. Esa retroalimentación será la más objetiva y relevante ayudando a limitar la búsqueda en soluciones que tengan más probabilidades de hacer lo que se necesita.
- Se consultaron publicaciones como Zapier, Medium y Stacklist para revisar que tendencias se están usando en “3D facial surveillance”, también artículos sobre implementaciones en ScienceDirect. Luego, se

revisaron validaciones, revisiones y reseñas de uso, para ver si las herramientas seleccionadas realmente funcionan como se espera. Finalmente se ejecutaron versiones de prueba antes de la decisión final

Luego de este proceso el resultado fueron tres opciones, las cuales se muestran en orden de importancia, como las que brindan mejores resultados y que cumplen toda la lista de requerimientos de la tabla anterior:

1. **TrueFace** de Pangiam www.trueface.ai
2. **Aureus-insight** de Cyberextrude cyberextruder.com
3. **FaceFirst** de FaceFirst Inc www.facefirst.com

- **Determinar la disponibilidad y viabilidad local de las opciones seleccionadas considerar la capacidad hardware de los servidores.**

Al tratarse de productos software estamos hablando de activos intangibles y como tal generalmente se encuentran disponibles globalmente. Se hicieron las comunicaciones con las tres empresas propietarias de las soluciones con mejores resultados y que cumpliesen los requerimientos listados. Se solicitó información técnica detallada para asegurar la disponibilidad real y completa compatibilidad con el hardware a instalar en el Data Center. En este aspecto tampoco se encontraron limitantes, las tres opciones fueron validadas.

Donde se encontró la primera limitante de decisión fue en la gestión de costos, según el área financiera la primera y mejor opción iba a consumir una gran parte del presupuesto asignado a esta tarea. Al ser este una limitante irreconciliable se tuvo que descartar esta opción.

Finalmente siguiendo las limitaciones encontradas, y acorde a los requerimientos listados, la mejor solución fue:

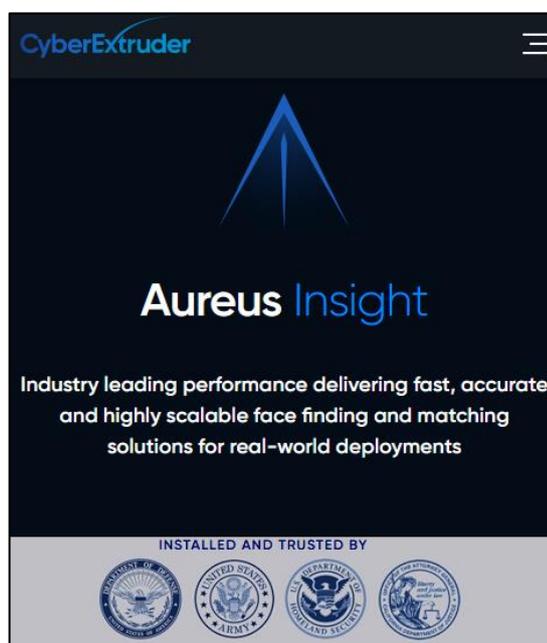
Aureus Insight 3D Face Recognition Solution

de CyberExtruder

La solución seleccionada se muestra a detalle en la siguiente figura:

Figura 41

Aureus Insight 3D Face Recognition Solution



Nota. Adoptado de CyberExtruder, 2022
(cyberextruder.com)

AUREUS INSIGHT

Aureus Insight es la plataforma analítica unificada basada en detección facial de la empresa estadounidense CyberExtruder, la cual combina múltiples técnicas de comparación de rostros, cámaras de video IP, colecciones fotográficas y notificaciones de eventos en una única interfaz para simplificar su capacidad y múltiples funcionalidades.

Aureus Insight es una plataforma distribuida con escalabilidad masiva a través de múltiples servidores, evitando la centralización y fallos catastróficos. Mantiene galerías sincronizadas redundantes mientras se ejecuta como un servicio/daemon que incorpora un API de servicio web.

Características:

- Escalabilidad: Escala de manera fácil y económica con bajos requisitos de sistema y almacenamiento.

- Velocidad: En tres benchmarks críticos de velocidad, Aureus Insight supera a todos los demás softwares de comparación de rostros.
- Tamaño de plantilla: 128 bytes.
- Tiempo de creación de plantilla: 20 por segundo
- Tiempo de comparación de dos rostros: 40 nanosegundos

El software de reconocimiento facial de Aureus 3D es altamente eficiente al encontrar y coincidir rostros en videos de multitudes. Con pruebas de reconocimiento facial con resultados satisfactorios para los conjuntos de datos públicos más conocidos de la industria: pruebas FERET y FRGC de NIST y el conjunto de datos UMass Labeled Faces in the Wild.

Funcionalidades:

- Lista de Vigilancia: Identificación de desconocidos de interés
- Control Biométrico: Validación de identidad para sujetos conocidos
- Comparación Forense: Buscar videos grabados de sospechosos y asociados
- Integración: Agregue herramientas de análisis facial a su propia plataforma de software

Mayores detalles, características y requerimientos técnicos de esta solución se pueden consultar en el Anexo I.

- **Determinar bases de datos y capacidad de transmisión de video necesario para la alimentación de data al sistema.**

Para determinar los requerimientos de la base de datos, dimensionamiento de almacenamiento de los servidores y demás variables relacionadas, se consultaron las especificaciones del software seleccionado Aureus Insight.

La tabla a continuación detalla cada uno de estos requerimientos necesarios para su correcto funcionamiento.

Tabla 16*Aureus Insight Requerimientos del Sistema*

Host Platform	Windows 64-bit, Linux 64-bit
Architecture	ARM Processors Intel, AMD
Min. CPU Speed	3.4 GHz
Memory (RAM)	8 Gb
1 million person Gallery	- stored in RAM: 256 MB - disk storage: 20GB
1 Million History Items	- stored in RAM: 200 MB - disk storage: 20GB
Template size	128 bytes
IP video cameras	YES
Recorded video files	YES
Min. camera resolution	720p
Min inter-ocular distance	29 pixels
face resolution in frame	112 ppf

Nota. Adaptado de Cyberextruder.com

Luego considerando los tipos de cámaras solicitadas en el expediente técnico y sus características:

- Cámaras PTZ: 50
- Cámaras PTZ 360°: 150
- Cámaras Analíticas Rostros: 20
- Cámaras Analíticas Placas: 30

Por definición, la capacidad teórica de transmisión en una red de fibra óptica supera los 50 Terabits por segundo (Keiser, 2006), con lo cual aún para el número de cámaras solicitadas se cubre el ancho de banda con un amplio margen de reserva para fallos y escalabilidad.

Se hizo el cálculo para la unidad de almacenamiento necesaria, considerando que estos datos de video deberán consultarse en vivo y a través de la red, para el análisis de todas las imágenes grabadas por un período de treinta días calendario durante las 24 horas del día y 7 días de

la semana (requerimiento del expediente técnico). Dicho cálculo se muestra a continuación.

Tabla 17

Cálculo de almacenamiento para la grabación

Parámetros para la Configuración de la Grabación					
Item	Tipo de Cámara	Cantidad	Cuadros por Segundo	Resolución	Días de Grabación
1	Domo PTZ	50	30	Full HD (2MP)	30
2	Multisensor 4 Lentes + PTZ	150	30	Full HD (2MP)	30
3	Cámara Reconocimiento Facial	20	30	Full HD (2MP)	30
4	Cámara Reconocimiento de Placas	30	30	Full HD (2MP)	30

Cálculo para la Capacidad de Almacenamiento para la Grabación					
Cantidad de Cámaras	Resolución	Cuadros por Segundo	Taza de Bits por cámara en Mbps	Tiempo de grabación en días	Capacidad de almacenamiento con H.265 (TB)
250	Full HD (2MP)	30	2 ~ 4Mbps	30	845TB

Elaboración: el autor

En consecuencia, para soportar estos requerimientos de almacenamiento se deberá contar con una matriz de discos redundantes en configuración RAID5 o superior que soporte **845 Terabytes**.

El detalle del dimensionamiento con los anchos de banda reales y las herramientas del proveedor se pueden consultar en el Anexo M.

- **Planear la instalación y deployment del sistema**

Para el deployment del servicio de Aureus Insight, una vez listos los servidores físicos y toda la plataforma de externa e interna, se consultó con el fabricante el cual facilitó toda la información técnica de alto nivel, así como una línea directa con su área técnica que nos ofreció asistencia paso a paso para la etapa de ejecución del mismo

El servidor seleccionado en la etapa de planeamiento que cumple los requerimientos fue un sistema Windows Server 2012 R2 de 64b.

El detalle necesario para el proceso de instalación y despliegue de esta solución es complejo y se resumió en un manual elaborado por el área de operaciones en la que el autor tuvo directa participación, este se puede consultar en el Anexo J.

3.5.4 Ejecución

Una vez terminada la planificación y elaborados todos los documentos de diseño comienza la implementación o ejecución. Esta podría ser la fase más corta de la metodología Waterfall porque ya se ha realizado una minuciosa investigación y diseño, y solo trata de la realización de todas las tareas ya definidas en partidas del EDT para cumplir los objetivos trazados, en los tiempos propuestos por el cronograma. Se asignan y coordinan recursos humanos y materiales, se establecen informes entregables, las reglas básicas de monitoreo y se realizan todas las adquisiciones pertinentes.

En general las tareas más importantes a realizadas durante la ejecución del proyecto serian: monitorizar y controlar tareas, revisar informas de avances, reuniones de seguimiento, y la gestión resolución de incumplimientos.

Para la ejecución de tareas se siguió el EDT del proyecto, el cual en su detalle más específico divide las tareas a ejecutar por áreas y define una serie de partidas que cumplir para que dicha tarea se cierre como ya ejecutada. El EDT separa estas partidas de ejecución en las siguientes áreas:

- Postes de Concreto
- Puntos de Vigilancia
- Gabinetes
- Fibra óptica
- Equipamiento
- Videoteca
- Sistema Eléctrico

Cada uno de los cuales a su vez se subdividen y agrupan en tareas específicas que deben cumplirse. Las tareas de infraestructura, suministros y adquisiciones las ven subcontratas y terceros para los cuales la aceptación se hace por cuaderno de obra.

La siguiente tabla muestra el detalle del EDT descrito.

- **Cronograma de actividades**

La estructura de desglose de trabajo EDT a detalle, descrito anteriormente, define la lista de tareas las cuales se ubican en una línea de tiempo teniendo como meta la fecha de entrega (fin de plazo contractual). El resultado es el cronograma de actividades del proyecto, esta referencia visual en su detalle se puede consultar en el Anexo K.

Como punto de inicio para elaborar el cronograma se toma el tiempo de ejecución total definido en el Project Charter en 180 días, con ese hito límite se subdividen y agrupan tareas en fechas, eventos y acciones esenciales del proyecto, llenando así a detalle el cronograma de actividades de ejecución.

Como ejemplo, el tendido de la red de planta externa que cubre todo el distrito tomaría un estimado de 4 meses, siendo la actividad más larga y compleja de la lista, la cual está encargada a una subcontrata. En paralelo a esta se desarrollaban tareas en las demás áreas considerando la secuencialidad y dependencias obligatorias.

Figura 42

Cronograma de actividades

5. RESUMEN DEL CRONOGRAMA: PLAZOS E HITOS			
Plazo contractual del Proyecto:			
	Plazos Cliente MDV (Línea Base Cliente)	Plazos Gerencia TACTICAL IT (Línea Base Interna)	
Inicio Contractual:	04/03/2020	04/03/2020	
Plazo del entregable (Días):	180 días	180 días	
Fin de Plazo Contractual:	30/08/2020	30/08/2020	
Fin de Plazo Contractual COVID:	11/02/2020	15/01/2021	
* No incluye liquidación de Obra. ** El Plazo de gerencia <u>esta</u> condicionado al cumplimiento de la provisión de pagos.			
Hitos del Proyecto (Interno)			
Ítem	Hito	Fecha de entrega	Entregable asociado
1	Inicio de instalación de postes en planta externa	05/08/2020	Comunicación por cuaderno de obra con aceptación de replanteo y ficha técnica de postes de CAC por el supervisor
2	Aceptación de Tendido de FO por parte del supervisor	15/08/2020	Aceptación por cuaderno de obra del supervisor respecto a la FO propuesta a través de Data sheet.
3	Culminación de estructuras de Centro de video vigilancia	15/01/2021	Colocación de concreto en la losa de último piso del Centro de Serenazgo
4	Habilitación de data center para iniciar trabajos	30/09/2020	Instalación de pintura en ambiente e inmobiliario
5	Instalación de elementos tecnológicos en el Data Center	01/11/2020	Colocación de Video Wall, estaciones de videovigilancia y Servidores.
6	Interconexión de Nodo Central Telecom en el data Center	15/11/2020	Pruebas de rack central de F.O.
7	Implementación de sistemas de videovigilancia y analíticos.	10/12/2020	Pruebas de sistemas software analíticos, reconocimiento de rostros y placas.
8	Culminación (COVID)	15/01/2021	Término de las partidas contractuales.

Nota. Adaptado del Project Charter

Las restricciones del COVID 19 en 2020, tuvieron un impacto en las fechas de entrega realizándose una extensión de plazos extendiendo la fecha límite hasta enero de 2021, extensión firmada y aprobada por el cliente.

- **Seguimiento e informes**

Una parte primordial de la etapa de ejecución fue el seguimiento constante al avance y cumplimiento de tareas, tanto de los equipos internos de TACTICAL como de las subcontratas, estas últimas realizaron trabajos de planta externa, como el tendido de fibra, postes, instalación de cámaras, entre otros.

El informe resultante de la labor de seguimiento de obras es un reporte diario de avance, el cual dependiendo de la naturaleza de la tarea incluye evidencia fotográfica, facturas o cualquier documento que certifique la labor completada, estas son validadas por la gerencia del área correspondiente. Como ejemplo la instalación de servidores genera un reporte donde se adjunta el Acta de Conformidad de Instalación, el cual se detalla a continuación.

Figura 43

Acta de Conformidad de Instalación de Servidor

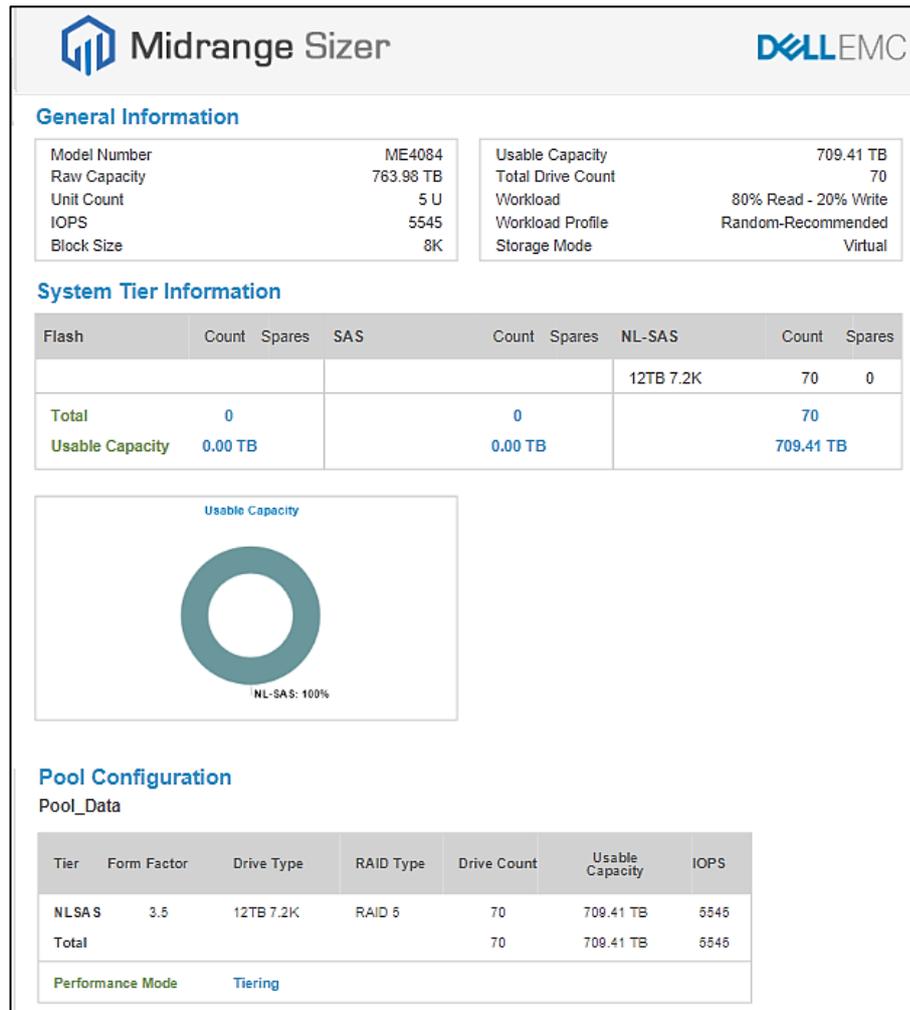
DELL Technologies		Formulario de aceptación del cliente	
Detalles del Proyecto			
Nombre del Cliente	Municipalidad Villa El Salvador		
ID de Proyecto / Oppty ID	PR-107850		
Nombre de Proyecto	INGRAN MICRO SAC		
Gerente de Proyecto	Daniel Gutierrez		
Jefe técnico	Javier Rosales		
Tipo de aceptación (Marque la casilla correspondiente)			
X	Tipo de aceptación	Fecha	Hito o nombre del entregable
	Entrega de Terminación	07/27/2021	Proyecto Terminado
	Finalización de Hito		
	Finalización del Proyecto		
Comentarios / Excepciones / Asuntos Pendientes			
Se inicializo, configuro y actualizo ME4082, se adiciono 1 servidor windows y se presento almacenamiento al mismo, se hizo transferencia de conocimiento, actualización de firmware de discos y todo quedo de acuerdo a planeación. No quedan actividades pendientes.			
Aceptación del Cliente			
Por favor, pida a un representante autorizado que firme este formulario. Si no es un representante autorizado, NO FIRME ESTE FORMULARIO. Este formulario es un aviso de que Dell ha completado el servicio, entregable o hito ("Finalización"). Al colocar su firma a continuación, usted, o la empresa u otra entidad jurídica que represente, reconoce que Dell ha cumplido con sus obligaciones por los servicios mencionados anteriormente de acuerdo con el contrato, con las excepciones observadas en la sección Comentarios / Excepciones que serán compatibles según el programa de soporte estándar de Dell. La aceptación del Cliente se considerará si este formulario no se devuelve firmado o Dell no ha recibido notificación por escrito dentro de los 7 días posteriores a la finalización del cliente de que los servicios no se han completado o Dell ha recibido notificación del uso de los servicios por parte del Cliente o del producto compatible (según sea el caso).			
Firma autorizada del Cliente		Fecha	
		07/27/2021	
Nombre / Título del cliente			
Gabriel Ríos – Ingeniero de Operaciones			

Nota. Documento de aceptación de Servidor emitida por la empresa DELL.

Esta acta va acompañada de su documento de evidencia de funcionamiento, en este caso es un informe de pruebas de la capacidad de almacenamiento, puesto que este servidor es el principal elemento de almacenamiento de la data de video utilizado para la videovigilancia y demás sistemas analíticos como es el sistema de reconocimiento facial.

Figura 44

Documento de Cálculo de Storage del Servidor Principal



Nota. Documento de Informe de Pruebas del servidor de video instalado por la empresa DELL, tal como se aprecia detalla data técnica con la cual se verifica su correcto funcionamiento. Elaborado por TACTICAL IT.

Cada etapa ejecutada genera diferentes entregables, evidencias y actas de conformidad los cuales deben corresponder a cada partida definida en el EDT.

El software de cada etapa, desde control de cámaras, administración de video, y varios otros incluyendo el de reconocimiento facial de Cyberextruder, el cual es el centro de este estudio, tienen como partida de ejecución una factura de adquisición, así como las licencias de uso que se registran incluyendo los costos para el balance posterior, esta se puede consultar en el Anexo N.

La siguiente tabla ilustra los detalles de las partidas ejecutadas de adquisición de software.

Tabla 19

Partidas detalladas para ejecución de software

							167,796.61	
Partida	02.06.06.03	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE SERVIDOR DE ANALITICA FORENSE						
Rendimiento	glb/DIA	MO.	EQ.				Costo unitario directo por: glb	47,176.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Subcontratos							
0428070002	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE SERVIDOR DE GESTIÓN DE CÁMARAS VMS - ANALITICA FORENSE	glb		1.0000	47,176.55	47,176.55		
							47,176.55	
Partida	02.06.07.01	LICENCIA DE VIRTUALIZACION PARA SERVIDORES						
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.				Costo unitario directo por: und	3,333.75
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Materiales							
0293150029	LICENCIA DE VIRTUALIZACIÓN PARA SERVIDORES5	und		1.0000	3,333.75	3,333.75		
							3,333.75	
Partida	02.06.07.02	LICENCIA PARA GESTIÓN DE MÁQUINAS VIRTUALES						
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.				Costo unitario directo por: und	14,634.15
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Materiales							
0293150030	LICENCIA PARA GESTIÓN DE MÁQUINAS VIRTUALES5	und		1.0000	14,634.15	14,634.15		
							14,634.15	
Partida	02.06.08.01	SUMINISTRO DE SOFTWARE DE GESTIÓN VMS						
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.				Costo unitario directo por: und	3,290.53

Nota. Adaptado de EDT Detallado por TACTICAL IT

Un caso particular es el tendido de fibra, instalación de cámaras y elementos de planta externa los cuales al ser ejecutados por subcontratas su elemento de aceptación va acompañados de evidencia fotográfica, para cada nodo y punto de vigilancia instalado. Estos documentos se pueden revisar en detalle en el Anexo L.

3.5.5 Monitoreo y control

Para esta etapa, se definen actividades para validar que el avance alcanzado cumpla los requerimientos definidos en la etapa de planeamiento. También es posible hacer cambios para lo cual se establecen los protocolos debidos. Aquí se incluyen los siguientes procesos:

- Seguimiento de tareas asignadas
- Validación de cambios
- Supervisión de horarios
- Monitoreo de riesgos
- Seguimiento de la contratación
- Control de costos
- Elaboración de informes de rendimiento, entre otros.

Para nuestro proyecto en particular esta etapa se centró dos tipos de mediciones:

1. Medición cuantitativa: la cual valida en cantidades medibles el avance de las partidas definidas en la planificación del proyecto.
2. Medición cualitativa: la cual valida la calidad de las partidas ya terminadas y si se ajustan a sus estándares.

- **Medición cuantitativa**

Para la medición cuantitativa utilizamos la herramienta de Porcentaje del Plan Completado (PPC), se trata de hacer el seguimiento a las actividades completadas frente al total definido, para llegar a un porcentaje de cumplimiento.

$$PPC = \frac{\text{Cantidad de Tareas Completadas}}{\text{Total Tareas Programadas}}$$

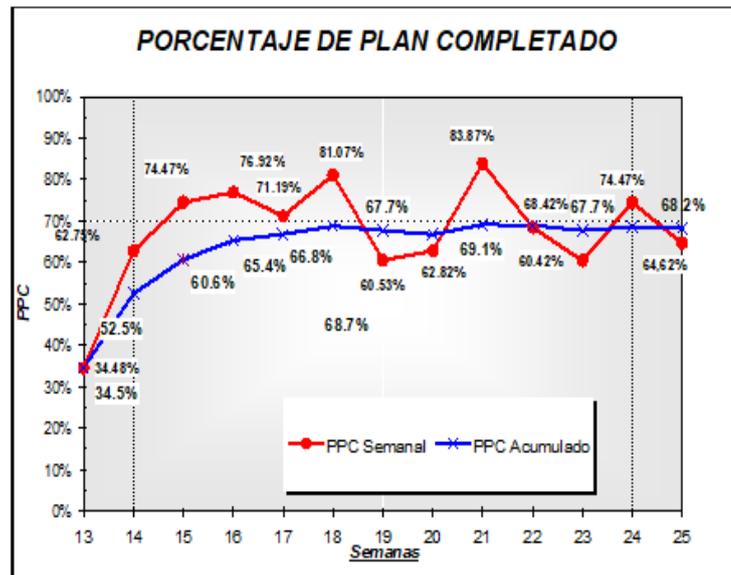
Para ello, hacemos una revisión de las tareas a cumplir por fechas del cronograma a lo largo de todo el proyecto. Por conveniencia se definió como unidad de medida la semana, así se efectuarían mediciones del

porcentaje de avance al final de cada semana. El PPC por semana acumulado nos da un valor de X%, el cual significa la realización de lo planificado versus lo que realmente se ejecutó del proyecto para esa fecha.

La siguiente figura ilustra esta medición tomando como base el estado de las partidas a ejecutar detalladas en el EDT del proyecto y su cumplimiento reportado semanal, tal como explica la PPC.

Figura 45

Detalle de Porcentaje de Plan Completado



Nota. Adaptado de Reporte Semanal de PPC por TACTICAL IT

Después de obtener el PPC de toda la etapa analizada, en las reuniones se analizan cuáles de todas las actividades e hitos, no se ejecutaron o no se completaron al 100%.

Las tareas no completadas, se analizan para listar las Causas de Incumplimiento (CI), indicador que agrupa los motivos que hicieron que estas actividades no se ejecutaran a un 100% para que en un futuro se tomen acciones correctivas con el fin de una mejora continua. Las CI identificadas que llevaron a que no se realicen en su totalidad de las partidas son las mostradas en la siguiente tabla.

Tabla 20

Listado de causas de incumplimiento del proyecto

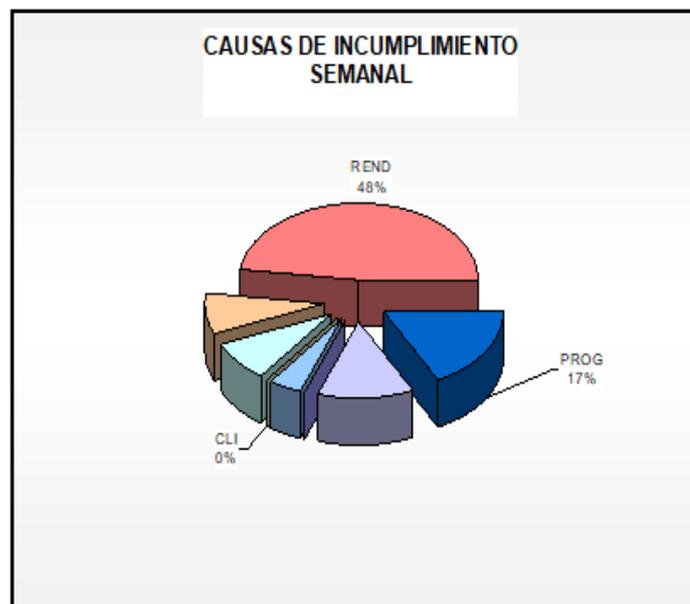
-	CAUSAS	%.
INGO	Cambios de ingeniería del proyecto	1%
INGS	Cambios o indefiniciones de ingeniería por supervisión	5%
CLI	Eventos climáticos	2%
EQU	Falta de equipos requeridos o averías	3%
LOG	Logística, llegada tardía o incumplimiento de proveedores	15%
REND	Malos rendimientos de producción	48%
REPRO	Actividades no programadas y necesidad de ejecutarlas	17%
QAQC	Control de calidad	5%

Elaboración: el autor

La siguiente figura muestra las causas de incumplimiento para una semana específica mediante un diagrama estadístico para su mejor comprensión

Figura 46

Causas de Incumplimiento



Elaboración: el autor

- **Monitoreo de Red y mediciones finales**

Una vez completado el tendido de toda la planta externa de la red se deben verificar muchas variables tales como montajes de cables, empalmes y la conectividad de elementos de red. Esta verificación sigue los protocolos definidos por la empresa y varían desde un checklist hasta la evidencia fotográfica, esto está detallado en el Protocolo de Aceptación del Proyecto.

Además, se realizaron tres tipos de pruebas con mediciones empleando herramientas ópticas especializadas: medición de potencia, pruebas ópticas y pruebas reflectométricas

Los datos resultantes son métricas variadas tales como distancia, atenuación, pérdidas entre otros. Estos se validan con los rangos de sensibilidad previamente definidos y de estar conforme se emite el protocolo de aceptación. De lo contrario se debe identificar la falla para su corrección, luego se volverá a efectuar las mediciones hasta obtener un resultado favorable.

- **Monitoreo de Servidores, VMS y Software**

Para la validación de las adquisiciones, instalaciones y despliegue de elementos tecnológicos como servidores, equipos de almacenamiento de videos y licencias de software se utilizaron informes de validación donde se verifica si el elemento cumple cada una de las características técnicas mínimas para colocar la partida de ejecución como completada.

La siguiente figura detalla el formato utilizado para el monitoreo VMS por TACTICAL IT:

Figura 48

Formatos de Validación de Adquisición Instalación

VALIDACION DEL SERVIDOR VMS Y ALMACENAMIENTO Y LICENCIA DE VMS		
VALIDACION DE CUMPLIMIENTO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS		
02.01.04.01 SUMINISTRO DE SISTEMA DE GRABACION Y ALMACENAMIENTO		
CARACTERISTICAS TECNICAS MINIMAS	DELL POWER EDGE R640 CONFIGURACION: "SERVIDOR VMS"	CUMPLIMIENTO
Sistema de grabación de video IP en red.		
Deberá contar con un procesador de 64bits <u>Quad Core</u> de alto rendimiento, diseñado para servidores.	Intel Xeon Silver 4216 2.1GHz, 16 cores, 9.6GT/s, 22M Cache, Turbo, HT (100W) DDR4-2400	MEJORA
Deberá contar con sistema operativo Windows o Linux	Windows Server 2019 Standard	CUMPLE
Deberá contar con una memoria RAM mínima de 16GB.	32GB RDIMM, 2933MT/s, Dual Rank	MEJORA
Deberá contar al menos con un puerto ethernet rj45 10/100/1000Gbps*. <i>*Nota: deberá entenderse Mbps</i>	Ethernet: Broadcom 5720 Quad Port 1GbE BASE-T, <u>RND</u> Optico: Intel X520 Dual Port 10GbE SFP+ Adapter, <u>PCIe Low Profile</u>	MEJORA
Deberá tener 2 puertos USB como mínimo.	Un puerto compatible con USB 2.0 de 4 patas Dos puertos compatibles con USB 3.0 de 9 patas Un puerto compatible con USB 3.0 de 9 patas	MEJORA
Alimentación eléctrica 220vac.	750 W de CA 100-240 V de CA, autoajustable	CUMPLE
Deberá tener una estructura que pueda ser colocada en un rack o gabinete.	Factor de forma: Rack (1U)	CUMPLE
CARACTERISTICAS TECNICAS MINIMAS	DELL EMC ME4084 CONFIGURACION: "STORAGE DAS"	CUMPLIMIENTO
Deberá tener una estructura que pueda ser colocada en un rack o gabinete.	Tamaño de rack: 5U	CUMPLE
Deberá tener la capacidad para la configuración de discos en arreglo RAID 5	RAID 0, 1, 5, 6, 10, 50 o <u>Adapt</u> : puede existir cualquier combinación de niveles de RAID en un solo arreglo	MEJORA
El sistema de almacenamiento de video deberá tener la capacidad de almacenar el video de la totalidad de las cámaras por un lapso de 30 días calendario a 20fps a la máxima resolución de cada cámara en formato h.265. Se deberá adjuntar el cálculo.	Se incluyen setenta (70) disco de 12TB HDD 7.2K 512e SAS12 3.5, para un total de 840TB de almacenamiento. Se adjunta el cálculo de almacenamiento para la totalidad de cámaras.	CUMPLE

Nota. Adaptado de Documentos TACTICAL IT

3.5.6 Cierre

Para el presente estudio se define el cierre como la culminación del proceso proyectual donde todas las actividades y procesos han finalizado, llegando a alcanzar los objetivos fijados.

El cierre o finalización del proyecto se alcanza cuando:

- **Desde el punto de vista tecnológico**, las partidas de tareas se han finalizado por completo o el tiempo del cronograma llegó a su fin.
- **Desde el punto de vista gerencial**, no van a presentarse costes adicionales y se ha terminado de facturar al cliente.

Para el proyecto en estudio la etapa de cierre constó de dos partes:

- La aceptación de la obra finalizada por parte del cliente.
- La liquidación financiera del proyecto.

La aceptación de obra por parte del cliente, el municipio de Villa El Salvador, se lleva a cabo mediante un comité especializado de validación, el cual verifica cada uno de los componentes estipulados en el expediente técnico aprobado. Este define a detalle las características que debe tener la obra entregada, para ello utiliza distintas métricas y validaciones tanto para las edificaciones como para los elementos técnicos. De estar conforme se firma el Acta de Cierre y Entrega del proyecto.

Si se encuentran observaciones en la entrega estas van listadas en una Resolución Municipal, documento oficial que tiene un plazo de 15 días para que tales observaciones sean resueltas.

La liquidación se maneja directamente con la Gestión de Finanzas y queda fuera del alcance de este informe.

La figura a continuación detalla el formato de Acta de Cierre manejado por la empresa TACTICAL IT en esta implementación.

Figura 49

Acta de Cierre y Entrega



ACTA DE CIERRE DEL PROYECTO

ACTA DE CIERRE Y ENTREGA DEL PROYECTO

Una vez concluido el proyecto, el responsable deberá cerrar (liquidar) el proyecto mediante la presente acta:

Título del Proyecto	
Objetivos Finales del Proyecto Con el paso del tiempo los objetivos iniciales del proyecto pudieron cambiar, por lo que se requiere presentarlos en forma actualizada.	
Fecha de entrega del Proyecto:	Fecha de inicio del Proyecto:
Costo Final del Proyecto en US\$ Costo del proyecto de acuerdo con los datos registrados por el responsable del proyecto.	Aporte final del Patrocinador: Valor total entregado por el patrocinador del proyecto, de acuerdo con los datos registrados por el responsable del proyecto.
Entregables generados por el proyecto: Enunciar los productos tangibles o intangibles que el responsable del proyecto presenta como resultado de la ejecución del proyecto.	Bienes a favor de la ESPE: Indicar los bienes adquiridos que quedan a favor de la Institución (SI EL CASO LO AMERITA – CASO CONTRARIO NO LLENAR)
Logros el proyecto: Enunciar los principales logros alcanzados con la ejecución del proyecto.	Posibles Aplicaciones de los Resultados: Indicar las posibles aplicaciones que se pueden dar a los resultados alcanzados obtenidos.
Beneficiarios del Proyecto: Indicar y describir las personas naturales o jurídicas que se beneficiaron con la ejecución del proyecto	
Comentarios Generales: En este campo se pueden dejar claro cualquier tipo de comentario importante para la ejecución del producto resultado del proyecto o para la réplica misma del proyecto o las buenas prácticas empleadas en su ejecución.	

Nota. Adaptado de Documentos TACTICAL IT

3.5.7 Resultados

Con la aceptación del proyecto de modo satisfactorio por el cliente, el municipio distrital, este llegó a su culminación. El sistema de reconocimiento facial biométrico quedó instalado y funcionando óptimamente como parte del proyecto de videovigilancia distrital, el cual sigue funcionando activamente hasta el día de hoy. Reportando periódicamente sus logros destacados en su tarea de prevención de la incidencia criminal en los medios oficiales del municipio y en la prensa local.

A continuación, se enumeran los resultados organizándolos acorde a los objetivos definidos en el capítulo 3.1, primero específicos (de la tecnología implementada) y luego generales (de su efecto en la incidencia criminal).

- **Objetivo específico 1:** Diseñar una red de fibra óptica que conecte los 250 puntos críticos considerando elementos activos y pasivos, cámaras, módems; y validando sus niveles óptimos.

Resultado: Se cumplió en su totalidad. Los documentos de diseño generados, entregables y artefactos fueron: el blueprint de recorrido de la red y el diagrama lógico de red ambos se pueden consultar en los anexos respectivos; además los documentos de cálculos de atenuación y pérdidas permitidas los cuales se trataron en el capítulo de Planificación.

Para la etapa de ejecución, el EDT detallado muestra un listado de partidas a cumplir por las subcontratas que hicieron el tendido e infraestructura, estas se detallan en el capítulo de Ejecución y se adjuntan también en el Anexo E. La correcta ejecución se validó mediante la firma de Aceptación por Cuaderno de Obra y las pruebas de control y calidad en cada etapa.

La siguiente tabla muestra las relaciones de los entregables generados en esta etapa y donde se puede consultar las evidencias de estos a detalle.

Tabla 21*Entregables y evidencias para resultados del OE1*

Entregables	Evidencia
Blueprint de recorrido de la red	Anexo G
Diagrama lógico de red	Anexo H
Cálculos de atenuación y pérdidas	Capítulo 3.5.3.1
Ejecución de Lista de Partidas del EDT (cuaderno de obra)	Capítulo 3.5.4 Anexo E

Elaboración: el autor

- **Objetivo específico 2:** Definir las especificaciones técnicas necesarias de los servidores, bases de datos y equipos necesarios para el manejo y almacenamiento de imágenes y video.

Resultado: Se cumplió en su totalidad. Los dimensionamientos de servidores, equipos de video y demás de planta interna se hicieron siguiendo los requerimientos del expediente técnico en la etapa de Planificación, utilizando las herramientas, estándares y recomendaciones que proporcionaba cada marca y proveedor. Para la etapa de ejecución la adquisición e instalación se hizo siguiendo las indicaciones y asesoría de los distribuidores de cada equipo.

Los entregables finales de estas partidas fueron las facturas de compras y actas de instalación, pruebas y funcionamiento de servidores.

Tabla 22*Entregables y evidencias para resultados del OE2*

Entregables	Evidencia
Partidas de equipamiento servers y videowall	Capítulo 3.5.3 Capítulo 3.5.4
Reporte Validación de Servidor VMS, Almacenamiento y Licencia	Anexo M
Lista de componentes de Interconexión y Data Center	Capítulo 3.5.3.2
Facturas de compras licencias	Anexo N
Ejecución de Lista de Partidas del EDT (medición por global GLB)	Capítulo 3.5.4 Anexo E

Elaboración: el autor

- **Objetivo específico 3:** Determinar las diferentes tecnologías de software y hardware de reconocimiento facial actual, validando la mejor opción disponible localmente y considerando se ajuste a los requerimientos del proyecto.

Resultado: Completado. Se realizó la investigación documental de los temas relacionados el cual se describió en los capítulos 3.2 y 3.4; se determinó las mejores tecnologías actuales disponibles y se procedió a la adquisición, despliegue, configuración y puesta en funcionamiento de los servicios de reconocimiento facial. Los entregables en esta etapa fueron las facturas de compra, los certificados y licencias de software, y el manual de configuración y uso elaborado por el autor.

Tabla 23

Entregables y evidencias para resultados del OE3

Entregables	Evidencia
Análisis de tecnologías y estado del arte	Capítulo 3.2 Capítulo 3.4
Facturas de comprar y licencias	Anexo N
Manual de la configuración uso	Anexo J
Casos de uso	Ver Resultados de Objetivo General.

Elaboración: el autor

- **Objetivo general:** Implementar un sistema de reconocimiento facial biométrico para disminuir la incidencia criminal como parte del proyecto de videovigilancia ciudadana a desarrollarse en el distrito de Villa El Salvador.

Resultado: Completado. El sistema se implementó en su totalidad se entregó funcionando y fue aceptado por el cliente mediante la firma del documento descrito en el capítulo 3.5.6 Cierre del Proyecto.

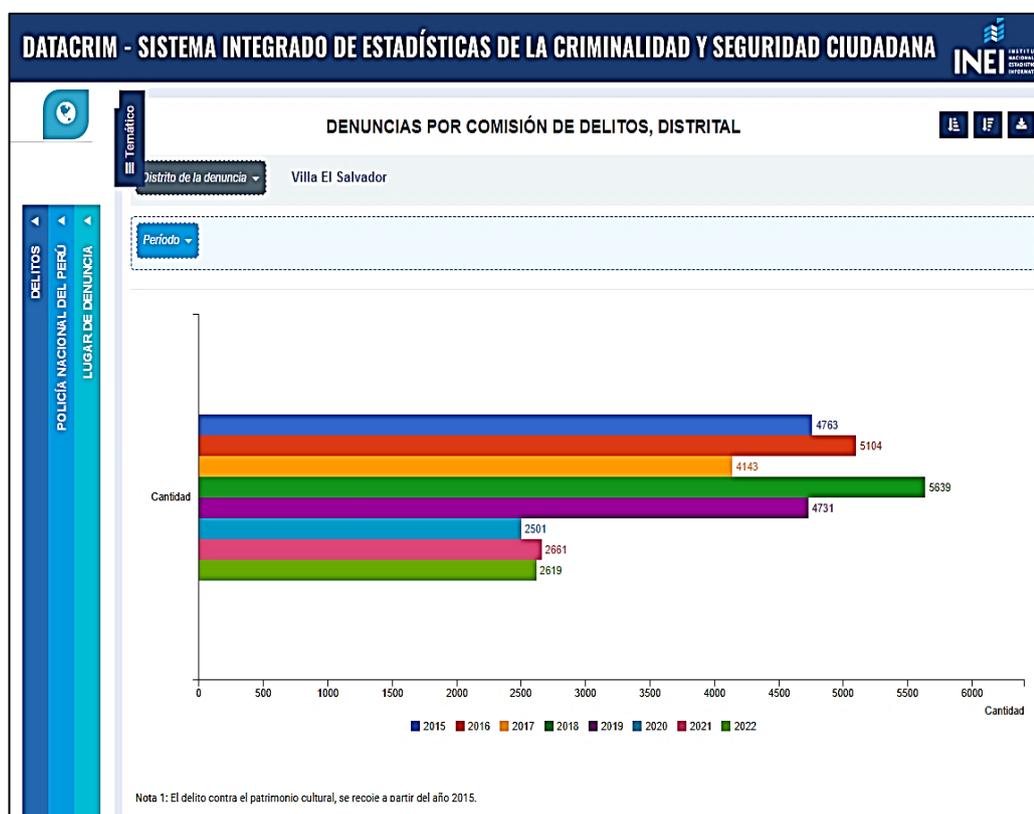
Para mostrar evidencia de su efecto como herramienta activa en la disminución de la incidencia criminal en el distrito se van a utilizar dos tipos de pruebas cualitativas, las cuales se detallan a continuación.

Primero, el reporte web del Sistema Integrado de Estadísticas de la Criminalidad y Seguridad Ciudadana DATACRIM, en el cual el INEI muestra información actualizada respecto al avance de la delincuencia en todo el país tomando como fuentes distintas instituciones como, el Ministerio del Interior, Policía Nacional del Perú, Ministerio de Justicia, entre otros.

La siguiente figura muestra el reporte que ilustra como en los últimos años con los sistemas de videovigilancia ya en funcionamiento la cantidad de delitos reportados en el distrito han disminuido considerablemente.

Figura 50

Reporte DATACRIM de Criminalidad por año en Villa El Salvador



Nota. La figura muestra el reporte de criminalidad, denuncias por comisión de delito, en el distrito de Villa El Salvador, entre los años 2015 al 2022. Se puede apreciar claramente una disminución marcada en los últimos tres años. Reporte DATACRIM de INEI. Elaboración: el autor

Segundo, una recopilación de notas de prensa y reportajes publicados en medios de comunicación oficiales de la municipalidad de Villa El Salvador, redes sociales escritas y televisiva; los cuales documentan varios casos de uso sobresalientes del sistema de reconocimiento facial, estos fueron escogidos por ser representativos y exitosos en la prevención del crimen.

La siguiente secuencia de imágenes son capturas de los medios oficiales del municipio distrital de Villa El Salvador que detallan estos resultados reales mencionados, incluyendo una descripción de cada caso.

Fuentes de recopilación de imágenes:

- www.munives.gob.pe
- www.gob.pe/munivillaelsalvador
- www.facebook.com/munivillaelsalvador
- <https://twitter.com/vesmuni>

Figura 51

Resultado: Sistema Instalado y Funcionando



Nota. La captura muestra el anuncio de la Municipalidad de Villa El Salvador acerca del funcionamiento del sistema y sus resultados reforzando la seguridad ciudadana en el distrito. Tomado de Municipalidad de Villa El Salvador, 2022 (www.munives.gob.pe)

Figura 52

Resultado: Sistema Reconoce Criminal y lo Captura

 **Municipalidad de Villa El Salvador**
25 de mayo · 🌐

#PrensaMuniVES

🔹🔹 Rápida acción del sistema de alerta ciudadana de la “Central de Monitoreo y Videovigilancia”, y el Serenazgo Municipal de Villa El Salvador; se logró la captura de un sujeto que secuestró, realizó tocamientos indebidos y pretendió robar las pertenencias de una escolar de 15 años de edad.

📰 Fuente: Diario TROME.

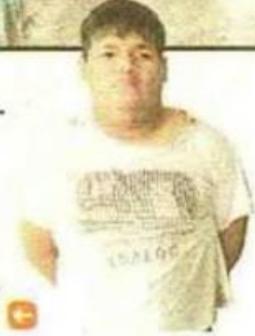
trome 

***LE HIZO TOCAMIENTOS**

Cae mototaxista por secuestrar a escolar

 Serenos de Villa El Salvador atraparon al mototaxista Alex Alfonso Paredes Ramos [21], por secuestrar a una escolar de 15 años y hacerle tocamientos indebidos.

La menor escapó y avisó a sus familiares, quienes acudieron a la central de monitoreo y ubicaron con las cámaras de videovigilancia al sujeto que fue atrapado a golpes. [MRC]



Nota. La captura muestra el reporte en el diario Trome acerca de un criminal requisitoriado, identificado y localizado utilizando el sistema automatizado de reconocimiento facial en Villa El Salvador, Tomado de Municipalidad de Villa El Salvador, 2022 (www.munives.gob.pe)

Figura 53

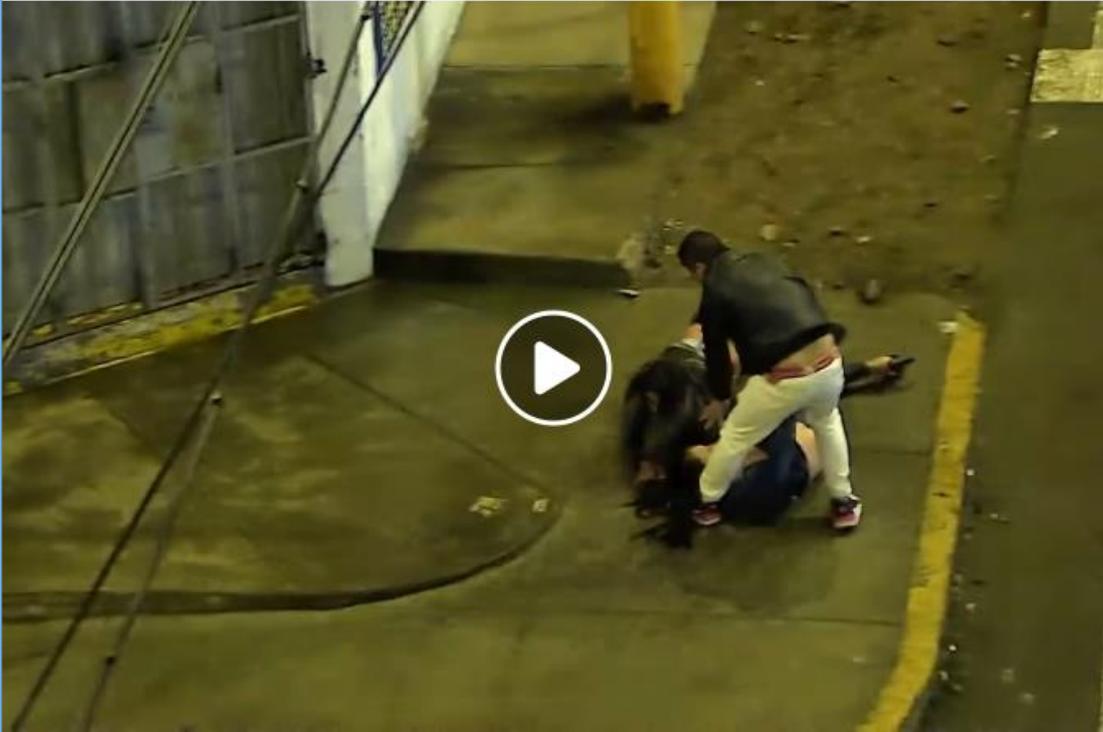
Resultado: Sistema Previene el Delito

 **Municipalidad de Villa El Salvador**
10 de julio · 🌐

#AlertaVES #SeguridadCiudadana

🚨🔴 Operadores de la moderna "Central de Monitoreo y Videovigilancia", capturaron el preciso momento en el cual un sujeto forcejea violentamente a dos mujeres, para hurtar un celular de alta gama, en el cruce de las avenidas Los Ángeles con Micaela Bastidas. 🚓 Rápidamente los efectivos del Serenazgo Municipal, ejecutaron el patrullaje por toda la zona, y tras una tenaz persecución se logró el arresto ciudadana del individuo, en el cruce de las avenidas Pacto Andino con Pastor Sevilla.

Las agraviadas y el presunto hampón, fueron trasladados a la comisaría de Laderas de Villa para formalizar la denuncia correspondiente. Asimismo, se constató que el intervenido presentaba un amplio prontuario policial y antecedentes por el mismo delito.



Nota. La captura muestra el sistema de videovigilancia detectando un delito en proceso y alertando a las autoridades hasta lograr la captura e identificación facial del delincuente. Tomado de Municipalidad de Villa El Salvador, 2022 (www.munives.gob.pe)

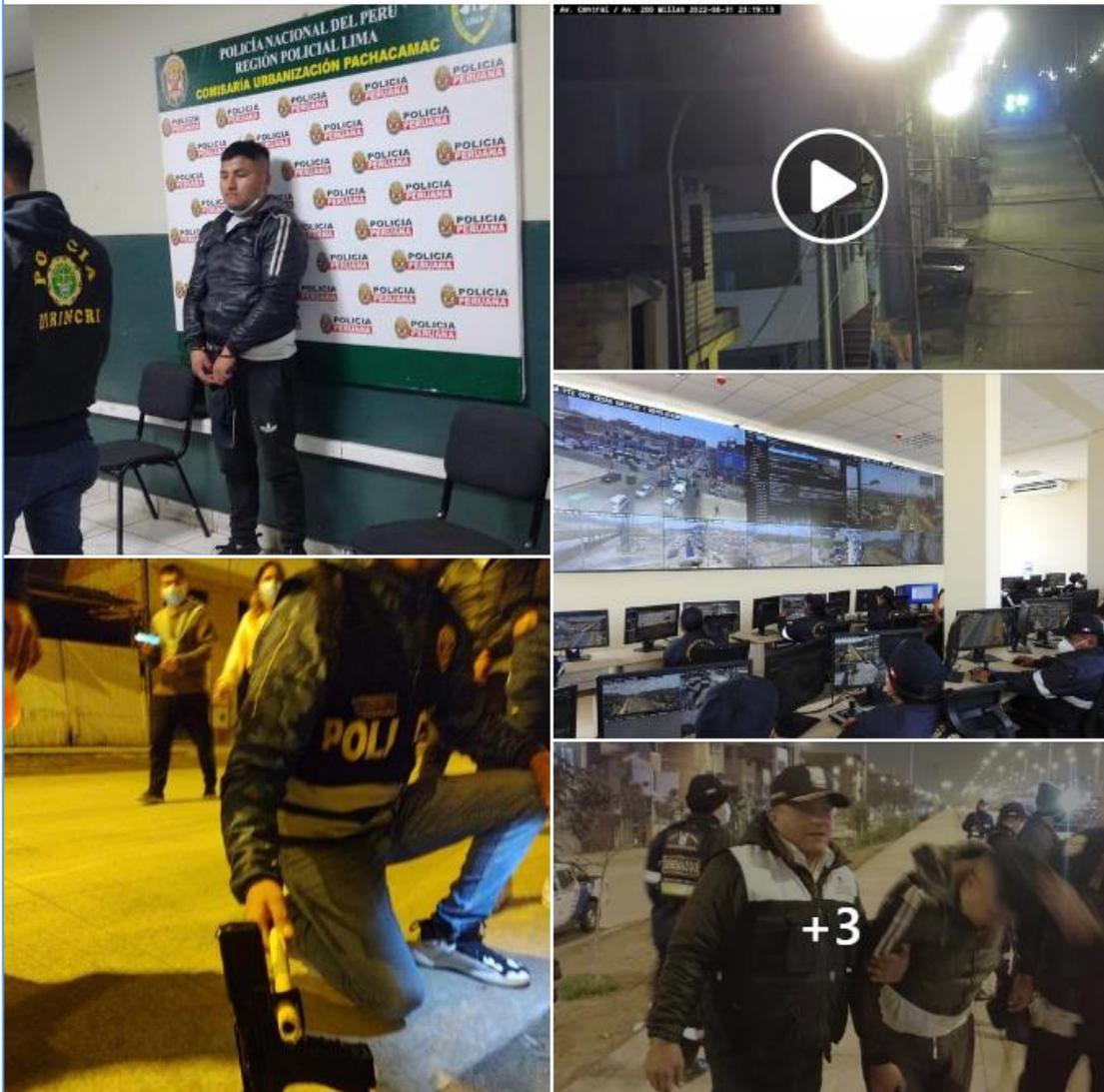
Figura 54

Resultado: Sistema Reconoce Delincuente

 **Municipalidad de Villa El Salvador**
1 de septiembre a las 16:16 · 🌐

#AlertaVES #SeguridadCiudadana

🚔🚫Auxilio inmediato logra la recuperación de pertenencias hurtadas !! Tras una tenaz persecución, nuestro Serenazgo Municipal ejecutó el arresto ciudadano de uno de los dos presuntos delincuentes, que amenazaron con un arma de fuego, para robar la mochila, billetera con documentos y tarjetas de crédito, y el celular de un contribuyente. ✓La captura y recuperación de los enseres robados, se produjo cerca al cruce de las avenidas 200 millas con Separadora Industrial, gracias al seguimiento y reporte en tiempo real de la moderna Central de Monitoreo y Videovigilancia. ✓El sujeto intervenido fue puesto a disposición de los efectivos policiales de la comisaría de la urbanización Pachacamac, para las investigaciones y denuncia correspondiente.



Nota. La captura muestra a un delincuente detenido luego de una persecución al ser identificado mediante reconocimiento facial en base a un video registrado del crimen. Tomado de Municipalidad de Villa El Salvador, 2022 (www.munives.gob.pe)

Figura 55

Resultado: Sistema Ayuda a Ubicar Bienes Robados



Nota. La captura muestra un mototaxi robado que se pudo recuperar utilizando las cámaras del sistema de videovigilancia ciudadana. Tomado de Municipalidad de Villa El Salvador, 2022 (www.munives.gob.pe)

CAPÍTULO IV

REFLEXIÓN CRÍTICA A LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

Desde mi incorporación a la empresa TACTICAL IT, hace casi cuatro años, he trabajado en distintos proyectos con profesionales de áreas diversas, lo cual amplió mi visión y conocimientos de campo. En el Área de operaciones, asesoré sistemas informáticos y como coordinador tecnológico, puede desarrollar habilidades y conocimientos adicionales a los obtenidos en la formación básica universitaria en la facultad de Ingeniería de Computación y Sistemas USMP. En el área de gestión de proyectos en obras públicas, pude apreciar que existe una demanda creciente cuya ejecución tiene un impacto positivo en nuestra sociedad.

La época laboral marcada por la emergencia del COVID 19, creó un nuevo reto donde el trabajo remoto fue el predominante, lo cual cambió muchos paradigmas y afirmo nuevas habilidades para el trabajo en equipo y remoto, habilidades que se fueron afinando hasta perfeccionarse sin bajar la productividad de la empresa.

Mi experiencia previa en otras empresas se distribuyó en el área comercial, donde desarrollé habilidades de gestión, productividad, negocios y atención al cliente; y en el área financiera donde participé en variados proyectos de crecimiento institucional, administración y nuevas tecnologías, aquí empezó mi interés por los sistemas de información.

4.1 Aportes y responsabilidades

En TACTICAL IT, la empresa en la que laboro actualmente y donde se implementó el proyecto tema central de este informe, he tenido las siguientes responsabilidades y aportes:

- Planificar, ejecutar y supervisar la instalación y el funcionamiento de nuevos sistemas informáticos.
- Gestionar y supervisar el desarrollo e implementación de proyectos.
- Identificar fallas y definir los requerimientos apropiados para su solución.
- Coordinar la elaboración de expedientes técnicos de infraestructura de nuevos proyectos tecnológicos.
- Garantizar el soporte a la entrega, uso y administración de sistemas informáticos. Dentro de los tiempos definidos y cumpliendo las especificaciones.
- Evaluar soluciones informáticas que cumplan un determinado conjunto de requerimientos solicitados por el cliente.
- Brindar soporte a la implementación en proyectos de seguridad ciudadana.

Específicamente, en el proyecto en estudio, se realizaron diversas tareas, desde la etapa de planificación donde se tuvo que revisar la viabilidad del expediente técnico y de ser el caso tramitar actualizaciones y correcciones del mismo, el tendido físico de la red requirió revisar la viabilidad de cada uno de los puntos donde irían los postes con las cámaras de videovigilancia y en algunos casos cambiarlos ligeramente.

El tema relacionado con el software de videovigilancia y reconocimiento facial demandó hacer un estudio completo, utilizando para ello una investigación documental de las tecnologías más innovadoras desarrolladas en la actualidad, así como las soluciones disponibles que utilicen dichas técnicas, comparando resultados e implementaciones similares. Al final las mejores opciones identificadas tuvieron que validarse si estaban disponibles en nuestro mercado local. Esta parte fue rigurosa, utilizando símil a un trabajo

de Revisión Sistemática, en consecuencia, los resultados fueron exitosos y el conocimiento adquirido fue documentado.

De igual modo, se evaluó el hardware necesario disponible que mejor se ajuste a los requerimientos, para toda la red de planta externa incluyendo videocámaras, así como los servidores de video, monitores y afines, a instalarse en el Data Center.

La ejecución y entrega tuvieron que cumplir las métricas que se detallan en los capítulos correspondientes, sin embargo, todo se culminó a tiempo y finalizando con la firma del documento de entrega del proyecto a los responsables de la municipalidad distrital.

4.2 Herramientas empleadas

Se emplearon diversas herramientas en la elaboración del presente estudio, en general habilidades específicas adquiridas en la carrera de Ingeniería de Computación y Sistemas USMP como: formulación y evaluación de proyectos, planeamiento estratégico, gestión financiera y de costos, gestión de recursos, Inteligencia artificial e incluso fundamentos de redes y conectividad.

La capacidad de resolver problemas que se iban presentando día a día en el proyecto fue fruto de los varios años de experiencia laboral, así como herramientas aprendidas en especializaciones y capacitaciones específicas en temas de proyectos públicos como el diplomado en gestión pública, diplomado contrataciones del estado y diplomado en RRxHH.

Mi experiencia previa en el sector financiero me ayudo a aplicar conocimientos de negocios, gestión del talento y certificaciones de calidad.

4.3 Importancia de la Formación Profesional

El proyecto desarrollado tuvo gran impacto en mi formación profesional generalmente en temas de proyectos públicos y contrataciones del estado. Temas tecnológicos específicos que podría enumerar son:

- Implementación de reconocimiento y procesamiento de imágenes.
- State of the art en software de reconocimiento facial y biometría 3D.
- Gestión de proyectos informáticos.
- Virtualización de servidores y servidores de almacenamiento de video.
- Normativas, estándares y expedientes técnicos en proyectos tecnológicos.

Para el seguimiento de la metodología a emplear se me permitió participar dentro del área de prácticas para Project Managers de la empresa, donde se comparten capacitaciones sobre la gestión de metodologías tipo waterfall tradicional y metodologías ágiles, usando estándares como el PMBOK y propios desarrollados por la empresa.

4.4 Experiencia alcanzada

Algunas funciones adicionales realizadas dentro de la organización son:

- Ejecutar y coordinar desarrollos nuevos, utilizando metodologías de trabajo especializadas para proyectos informáticos.
- Dar soporte al cliente en proyectos de sistemas de información.
- Participar activamente en la promoción e impulso para la licitación de nuevos proyectos de tecnologías de la información.
- Presentar ponencias y exposiciones en meetings técnicos de proyectos en temas de informática.
- Manejo del control de versiones para la documentación técnica que se genera en los nuevos proyectos

4.5 Prestigio profesional

El proyecto logró cumplir todos los requerimientos cubiertos en el expediente técnico finalizando todas las actividades planeadas en el EDT en el tiempo definido, logrando la aceptación del cliente alcanzando así las expectativas de la empresa. Actualmente el proyecto se encuentra documentado en el intranet de la empresa como exitoso y sirve de base de conocimiento para futuros sistemas de videovigilancia a implementarse en otras regiones. A su vez el innovador sistema de videovigilancia es motivo de noticias y publicaciones en medios de prensa, redes sociales del municipio distrital y demás agentes estatales involucrados, aumentando el prestigio de la empresa.

Logros:

- Cumplimiento de objetivos en los tiempos estipulados.
- Requerimientos del sistema aprobados y validados por el cliente.
- Manejo de procesos de aseguramiento de calidad que soportan la entrega final.
- Cierre del proyecto con la satisfacción del cliente.

CONCLUSIONES

Finalizada la implementación del Sistema de Reconocimiento Facial Biométrico, como parte del proyecto Mejoramiento del Servicio de Seguridad Ciudadana en el Distrito de Villa El Salvador - Lima, se pueden enumerar las siguientes conclusiones, las cuales se relacionan a los objetivos propuestos.

1. Se realizó el diseño, optimización y tendido de la red física FFTX usando el estándar ITU correspondiente para GPON, como medio de interconexión de los 250 puntos de vigilancia a lo largo de todo Villa El Salvador. El diseño y correcciones del recorrido físico de la red requirió de un gran esfuerzo técnico de planeamiento y mediciones. Técnicas como el diseño del diagrama unifilar y la verificación de niveles de atenuación aseguraron que se cumplan los estándares de calidad para poder procesar video 1080p x265, de alta definición, en tiempo real, el cual fue un requisito identificado como primordial para que el sistema de reconocimiento facial pueda funcionar bajo los parámetros solicitados.
2. Se definieron las especificaciones técnicas, dimensionado e instalaron todos los equipos de planta interna, tales como servidores, videowall, estaciones de monitoreo y demás adecuaciones tecnológicas. Luego del diseño la parte de ejecución de estos se tocó desde el punto de vista de gestión al ser estas realizadas por subcontratas especializadas donde solo

se debía validar que las instalaciones entregadas cumplan con los requerimientos solicitados.

3. Se logró determinar las diferentes tecnologías actuales en reconocimiento facial que mejor se adecuan para esta implementación. Estas tecnologías han evolucionado muy rápido, el día de hoy las tendencias son utilizar el Reconocimiento Facial en 3D tomando como fuente de información secuencias de imágenes o video, este método es altamente eficiente apoyándose en algoritmos de Inteligencia Artificial, específicamente Deep Learning que es una especialización del Machine Learning utilizando perfiles. Estos métodos permiten el reconocimiento de varios sujetos a la vez en segundos, algo imposible hace unos años.

Localmente se encontraron diversos casos de estudios propuestos sobre la videovigilancia, aunque pocas implementaciones, una limitante es la tecnología de interconexión necesaria para poder lograr cubrir grandes áreas, como en este caso el cubrir todo un distrito. Se determinó que mediante la tecnología actual esto solo se puede lograr eficientemente, en tema de ancho de banda y costos, utilizando redes de fibra óptica pasivas GPON.

4. En general, se pudo comprobar que el sistema de reconocimiento facial una vez implementado entregó resultados positivos como una herramienta preventiva, disuasiva y de control de las incidencias criminalísticas. Esto se pudo validar revisando la disminución en las estadísticas de delitos reportados por la Policía Nacional a través de INEI con su herramienta DATCRIM, a su vez se recopilaron los casos documentados de uso exitoso tomados de diferentes medios de difusión y prensa local.

RECOMENDACIONES

1. El presente estudio al referirse a un proyecto de inversión pública del estado ha quedado documentado en los sitios web de los organismos supervisores estatales y las entidades involucradas. Pudiendo utilizarse para dar inicio a implementaciones futuras de videovigilancia similares en distintas localidades con realidades similares.
2. El distrito de Villa El Salvador tiene una nueva herramienta que sirve como respuesta a su alta incidencia criminalística, y si bien se pudo comprobar cualitativamente sus resultados se necesitan mejores estudios cuantitativos de su efecto social en el distrito. Una disminución en los indicadores del crimen específicos se documenta en reportes estadísticos periódicos de las instituciones pertinentes del estado (INEI, PNP), éstas aún no han sido actualizadas para los últimos dos años, se recomienda un estudio de validación cuando estas estén disponibles.
3. El sistema implementado fue diseñado para soportar posibles mejoras y escalamiento del propio sistema tal como ha sucedido en varios otros distritos de Lima, de este modo la experiencia documentada en este estudio es útil como fundamento en estos temas de escalabilidad futura.
4. Los sistemas integrados o Big Data permiten la interconexión y análisis de grandes cantidades de información permitiendo la predicción de comportamientos incluyendo los actos delictivos. Aplicado al reconocimiento facial es una nueva tendencia innovadora en los sistemas

de información, el cual ya se ha explorado en varios países y debería tomarse en cuenta como futuras aplicaciones analíticas a implementar sobre los sistemas actuales de videovigilancia.

5. En Lima, varios distritos han empezado a implementar proyectos de videovigilancia, sin embargo, son sistemas aislados que funcionan solo dentro de sus propios servidores con tecnologías particulares. Una recomendación a futuro es explorar la interconectividad y estandarización de todos esos sistemas para que puedan compartir información en tiempo real, análogo a lo que hace la INTERPOL. Esto es realizable empleando servicios intermedios que homologuen los distintos tipos de data y que podrían ejecutarse desde la nube para evitar nuevos costos de adquisiciones por distrito diferenciadas

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Barr, J. R., Bowyer, K. W., Flynn, P. J., & Biswas, S. (2012). Face Recognition from video: A review. *International journal of pattern recognition and artificial intelligence*, 26(05), 1266002.
<https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0218001412660024>
- Barreto, R. & Lizarraga, D. (2019). *Modelo de sistema de reconocimiento facial para el control de la trata de personas*. [Tesis de Grado, Universidad Tecnología del Perú]. Repositorio académico UTP.
<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2063>
- Berrios, Y. (2012). *Sistema de videovigilancia utilizando cámaras web como alternativa para mejorar el nivel de percepción de seguridad de la ciudad de Bagua Grande*. [Tesis de Grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio académico USAT.
<http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/507>
- Bradford L. (2020). *How video surveillance technology has evolved - CCTV Technology*. Surveillance video news & articles. Recuperado el 20 de febrero de 2023. <https://www.surveillance-video.com/blog/a-history-of-cctv-technology-how-video-surveillance-technology-has-evolved.html/>
- Copeland, B. (2023). Artificial intelligence. *Encyclopedia Britannica*.
<https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>
- Geng, H. (2015). *Data center handbook*. (1ra ed.). John Wiley & Sons
- Global Initiative Against Transnational Organized Crime (GI-TOC) (2021). *Cuaderno de trabajo del índice global del crimen organizado 2021*. Geneva, Switzerland. https://globalinitiative.net/wp-content/uploads/2022/09/20220902_OCIndex-Workbook.pdf
- Grandón-Pastén, N., Aracena-Pizarro, D., & Tozzi, C. L. (2007). Reconstrucción de objeto 3D a partir de imágenes calibradas. *Ingeniare: Revista chilena de ingeniería*, 15(2), 158-168.
<https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v15n2/art06.pdf>
- IBM. (s.f.). *Qué es el almacenamiento de datos*. IBM Consulting. Recuperado el 20 de febrero de 2023. <https://www.ibm.com/es-es/topics/data-storage#anchor--1506673829>
- Instituto Nacional de Ciberseguridad (INCIBE) (2016). *Tecnologías biométricas aplicadas a la ciberseguridad: Una guía de aproximación para el empresario*. Ministerio de Energía Turismo y Agenda Digital. España.
https://www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/guias/doc/guia_tecnologias_biometricas_aplicadas_ciberseguridad_metad.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2018). *Anuario estadístico de la criminalidad y seguridad ciudadana, 2011-2017*. INEI Publicaciones Digitales, Perú.

https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1534/libro.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2019). *Anuario estadístico de la criminalidad y seguridad ciudadana, 2012-2018*. INEI Publicaciones Digitales, Perú.

https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1691/libro.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2021). *Estadísticas de la Criminalidad, Seguridad Ciudadana y Violencia*. INEI Publicaciones Digitales, Perú.

https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/estadisticas_de_criminalidad_seguridad_ciudadana_abr-jun2021.pdf

Keiser G. (2006). *FTTX Concepts and applications*. (1ra ed.). John Wiley & Sons publications.

Kremic, E., Subasi, A., & Hajdarevic, K. (2012). Face recognition implementation for client server mobile application using PCA. In *Proceedings of the ITI 2012 34th International Conference on Information Technology Interfaces* (pp. 435-440). IEEE.

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6308047>

Marín, M. R., Uribe, J. C. R., & Morales, J. C. O. (2009). Una mirada a la biometría. *Avances en Sistemas e Informática*, 6(2), 29-38. Universidad del Magdalena. Colombia.

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/avances/article/download/20295/21415>

Ministerio del Interior. (2020). Decreto Supremo N° 007-2020-IN, Decreto supremo que aprueba el reglamento del decreto legislativo N° 1218, Decreto legislativo que regula el uso de las cámaras de videovigilancia y de la Ley N° 30120, Ley de apoyo a la seguridad ciudadana con cámaras de videovigilancia públicas y privadas. Normas Legales, N° 15382. Diario Oficial El Peruano, 24 de abril de 2020.

Municipalidad de Villa El Salvador. (2015). *Plan distrital de seguridad ciudadana del distrito de Villa El Salvador*, CODISEC Villa El Salvador.

https://www.munives.gob.pe/WebSite/seguridad/PLAN_DISTRITAL_DE_SEGURIDAD_CIUADADANA_VILLA_EL_SALVAD_R_2015.pdf

Obregon, P. (2016). *Seguridad y monitoreo basado en cámaras IP para la institución educativa la Libertad - Huaraz*. [Tesis de Grado, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote]. Repositorio académico ULADECH.

<https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/888>

Peláez, J. (2013). *Diseño de un sistema de video vigilancia IP para la corte superior de justicia - La Libertad*. [Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio académico UPN.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/1371/Pel%C3%A1ez%20Salvador%2C%20Juan%20Alexander.pdf>

- Pierri J. (2010, abril). *La fibra óptica*. Boletín electrónico N° 70. Inter-American Telecommunication Commission CITELE.
https://www.oas.org/es/citel/infocitel/2010/abril/ftth_e.asp
- RedesZone. (2023, 3 de enero). *Qué es y cómo funciona la tecnología GPON*. Madrid, España. <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/tecnologia-ftth-gpon-que-es-funcionamiento/>
- Romaní, J. (2019). *Implementación de una red de fibra óptica pasiva como parte del sistema de videovigilancia de la municipalidad provincial de Sullana*. [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio académico UTP.
<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2757>
- Rueda, J. & Medina, E. (2020). *Propuesta de un sistema de video vigilancia para fortalecer la seguridad interna de la ciudad de Chulucanas, Capital del Distrito de Chulucanas, Provincia de Morropón, Piura*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio académico UNPRG.
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9038>
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2010). *Artificial intelligence a modern approach*. (3ra ed.). Pearson Education Inc.
- TACTICAL IT. (2018). *Tactical IT: ¿Qué es Tactical IT?*. Recuperado el 20 de febrero de 2022. <https://tactical-it.pe/inicio/>
- Villalobos Fonseca, H. (2020). El desarrollo tecnológico en materia policial: Una receta de éxito para la prevención del delito. *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad*, 15(1), 79-97.
<http://www.scielo.org.co/pdf/ries/v15n1/1909-3063-ries-15-01-79.pdf>
- Wang, M., & Deng, W. (2021). Deep face recognition: A survey. *Neurocomputing*, 429, 215-244.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925231220316945>
- Zhao, W., Chellappa, R., Phillips, P. J., & Rosenfeld, A. (2003). Face recognition: A literature survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 35(4), 399-458. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/954339.954342>

ANEXOS

A continuación, se adjuntan los anexos referenciados a lo largo de este estudio.

Anexo A: Contrato de Licitación del Proyecto



CENTRAL TELEFÓNICA 319 2530
TELEFAX: 287-1071
www.munivsa.gob.pe

CONTRATO N°007-2020-UA-OGA/MVES

CONTRATACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA:
"INFRAESTRUCTURA PARA EL PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD
CIUDADANA"

(LICITACIÓN PÚBLICA N.º 003-2019-CS/MVES)

Conste por el presente documento, la contratación de la ejecución de la obra "INFRAESTRUCTURA PARA EL PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA" que celebra de una parte por la **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILLA EL SALVADOR** en adelante LA ENTIDAD, con RUC N° 20187346488 con domicilio legal en Av. Revolución S/N cruce con Av. Cesar Vallejo Villa el Salvador, representada por la **Ing. MARINA LUZ ZANABRIA LIMACO**, identificado con DNI N° 28229079, y de otra parte **TACTICAL IT S.A.C.**, con RUC N° 20545316561, con domicilio legal en Av. De las artes norte N°1171 San Borja, Lima – Lima –, inscrita en la Partida N° 12737455 del Registro de Personas Jurídicas de la ciudad de Lima, debidamente representado por su Representante Legal, **JORGE LUIS ALVARADO ROMERO**, con DNI N° 44836979, según poder inscrito en la Partida N° 12737455, Asiento N° A00001 del Registro de Personas Jurídicas de la ciudad de Lima, a quien en adelante se le denominará EL CONTRATISTA en los términos y condiciones siguientes:

CLÁUSULA PRIMERA: ANTECEDENTES

Con fecha 05 de Diciembre del 2019, el comité de selección adjudicó la buena pro de la LICITACIÓN PÚBLICA N.º 003-2019-CS/MVES para la contratación de la ejecución de la obra "INFRAESTRUCTURA PARA EL PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA", cuyos detalles e importe constan en los documentos integrantes del presente contrato.

CLÁUSULA SEGUNDA: OBJETO

El presente contrato tiene por objeto la contratación de la ejecución de la obra "INFRAESTRUCTURA PARA EL PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA"

CLÁUSULA TERCERA: MONTO CONTRACTUAL

El monto total del presente contrato asciende a **15'639,365.00 (QUINCE MILLONES SEISCIENTOS TREINTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS SESENTA Y CINCO Y 00/100 SOLES)**, que incluye todos los impuestos de Ley.

Este monto comprende el costo del servicio, todos los tributos, seguros, transporte, inspecciones, pruebas y, de ser el caso, los costos laborales conforme la legislación vigente, así como cualquier otro concepto que pueda tener incidencia sobre la ejecución del servicio materia del presente contrato.

CLÁUSULA CUARTA: DEL PAGO

LA ENTIDAD se obliga a pagar la contraprestación a EL CONTRATISTA en SOLES, en periodos de valorización [MENSUAL], conforme a lo previsto en la sección específica de las bases. Asimismo, LA ENTIDAD o EL CONTRATISTA, según corresponda, se obligan a pagar el monto correspondiente al saldo de la liquidación del contrato de obra, en el plazo en 60 (sesenta) días calendario, computados desde el día siguiente del consentimiento de la liquidación.

"Villa El Salvador, Ciudad Mensajera de la Paz"
PROCLAMADA POR LAS NACIONES UNIDAS EL 15 - 09 - 87
Premio Príncipe de Asturias de la Concordia

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILLA EL SALVADOR
Presidencia

TACTICAL IT S.A.C.
JORGE LUIS ALVARADO ROMERO
REPRESENTANTE LEGAL

Anexo B: Expediente Técnico

001



Municipalidad de Villa El Salvador

EXPEDIENTE TÉCNICO

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO DE
VILLA EL SALVADOR – LIMA – LIMA"

CODIGO SNIP N° 289878



COMPONENTE 2:

ADECUADO EQUIPAMIENTO PARA REALIZAR EL SERVICIO DE SEGURIDAD
CIUDADANA

LIMA - 2019



RESUMEN EJECUTIVO

1. NOMBRE DEL PROYECTO

El proyecto se denomina:

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR – LIMA – LIMA"

2. CÓDIGO SNIP

Código SNIP N°289878

3. ANTECEDENTES

La Municipalidad Distrital de Villa El Salvador, con fecha 19 de junio de 2018, en acuerdo de Concejo N° 037-2018/VES, aprueba la suscripción del "convenio Especifico de Cooperación Interinstitucional entre la Municipalidad Distrital de Villa el Salvador y el Ministerio del Interior" con el objetivo de ejecutar el proyecto de inversión Pública denominado: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA DEL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR – LIMA", con Código SNIP N° 289878, el cual se encuentra conformado por 03 componentes:

- Componente 01: Adecuados ambientes para la prestación del Servicio de Seguridad Ciudadana
- Componente 02: Adecuado equipamiento para realizar el Servicio de Seguridad Ciudadana
- Componente 03: suficiente disponibilidad de Unidades Móviles y Equipamiento para la prestación del Servicio de Seguridad Ciudadana.

El monto de la inversión total del proyecto de acuerdo al estudio de pre inversión a nivel de perfil del proyecto: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA DEL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR", es de S/. 19'245.686 Nuevos soles, a ejecutarse en un plazo de seis (06) meses, el cual se encuentra financiado con recursos de canon, sobre canon y el fondo de compensación municipal debidamente aprobados dentro del presupuesto institucional de apertura de la municipalidad distrital de Villa el Salvador, siendo sus costos de operación y mantenimiento cubiertos por los ingresos de genere la recaudación generada por la Municipalidad distrital de Villa el Salvador.

En ese sentido, la Municipalidad distrital de Villa el Salvador, en esta oportunidad presenta el Expediente Técnico o Estudio Definitivo del proyecto de inversión pública, "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA DEL DISTRITO DE Villa el Salvador, LIMA", (COMPONENTE 02: Equipamiento: Central de monitoreo, Video vigilancia y comunicaciones), teniendo como monto de inversión, un total de S/. 12'286,236.30 Nuevos soles, a ejecutarse en un plazo de seis (06) meses.

ING. RENZO F. HIYO ROMERO
INGENIERO ELECTRONICO
CIP 146708

4. UBICACIÓN DEL PROYECTO Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El distrito de Villa el Salvador es uno de los 43 distritos que conforman la provincia de Lima, ubicada en el departamento homónimo, en el Perú. Limita al norte con el distrito de San Juan de Miraflores, al este con el distrito de Villa María del Triunfo, al sur con el distrito de Surco, al oeste con el distrito de Chorrillos y al Océano Pacífico.

Pertenece al cono Sur y con una superficie de 35,46 Km², es el tercero en menor extensión (tras Santa María del Mar y San Juan de Miraflores) y el segundo en los campos de mayor densidad poblacional (tras San Juan de Miraflores) y mayor población (tras Villa María del Triunfo) de esta zona de la capital en la que se encuentra.

Los límites del distrito son los siguientes:

TABLA 01: CARACTERÍSTICAS DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

UBICACIÓN	
Departamento	Lima
Provincia	Lima
Distrito	VILLA EL SALVADOR
Región Geográfica	Costa
Latitud Sur:	12° 12' 34" S
Longitud Oeste:	76° 56' 08" O

Fuente: Compendio Estadístico INEI 2010

MAPA 01: MACROLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



Fuente: Municipalidad distrital de Villa el Salvador, IGN

ING. RENZO F. HIYO ROMERO
INGENIERO ELECTRONICO
CIP 146795

Anexo C: Project Charter

	FORMULARIO		Código : IMP-FOR-016	
	ACTA DE CONSTITUCION DEL PROYECTO		Estado: Vigente	Versión: 2
	Proceso:	Implementación de Proyectos	Publicación: 15 Ene 2018	Elaborador: JAC



CODIGO DEL PROYECTO	NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS DEL PROYECTO
TTP2002	INFRAESTRUCTURA PARA EL PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA	MDVES

Sponsor:	JORGE ALVARADO		
Preparado por:	PEDRO VIZCARRA	Fecha	30/07/20
Aprobado por:	JORGE ALVARADO	Fecha	30/07/20
Lugar de ejecución del proyecto:	VILLA EL SALVADOR - LIMA		

1. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Mejorar el servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Villa El Salvador, mediante la construcción de la Nueva Central de Monitoreo y Serenazgo, la cual estará ubicada en el Sector 3 Grupo 8 Manzana J1 Lote 21 entre la Av. Central y la Av. Bolívar frente a la Universidad Tecnológica de Lima, desde donde se monitorearán todas las incidencias registradas por las 250 cámaras de seguridad instaladas en todo el distrito, incluyendo sistemas analíticos para la videovigilancia y reconocimiento de rostros y placas.

2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

CONTRATO DE LLAVE EN MANO SUMA ALZADA – CONTRATO N°007-2020-UA-OGAMVES

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO Y CRITERIOS DE MEDICION DEL EXITO

OPTIMIZAR LA RED DE SEGURIDAD CIUDADANA DEL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR, mediante la construcción del Centro de Monitoreo y Centro de Serenazgo, la instalación de cámaras de seguridad.

4. RIESGOS PRINCIPALES

Riesgos Negativos

ITEM	TIPO	EXPLICACION DEL RIESGO	DURACION	COSTO
R001	REXT	Pérdidas o Robo en Traslado de Materiales y Equipos Valorados	Todo el proyecto	S/ 10,000.00

	FORMULARIO		Código : IMP-FOR-016	
	ACTA DE CONSTITUCION DEL PROYECTO		Estado: Vigente	
	Proceso:	Implementación de Proyectos	Publicación: 15 Ene 2018	Elaborador: JAC

R002	RPRV	Demora en la entrega de los equipos que deben de ser importados	Todo el proyecto	S/ 10,000.00
R003	RREC	No contar con el suministro de energía para los puntos de cámara a tiempo, por parte de la empresa prestadora de servicio	Hasta la instalación de suministro eléctrico en los 200 puntos.	S/ 10,000.00
R004	RREC	Falta de permiso de entrega de terreno y licencia de construcción que implique el retraso en el inicio de la ejecución del Componente Civil	Hasta la entrega de documentación solicitada.	S/ 10,000.00
R005	RPRV	Permisos y trámites para la instalación de postes en vías metropolitanas así como el cierre de las vías de forma parcial.	Hasta finalizar la instalación de la planta externa	S/ 1,000.00
R006	RPRV	Demora en la llegada de la fibra óptica	Hasta la llegada de la fibra	S/ 2,500.00
R007	RING	No se conoce la capacidad portante y la profundidad a la que se encuentra el Nivel Frático del suelo.	Hasta la aprobación por parte de la Supervisión	S/ 2,500.00
R008	RLEG	Retrasos de respuesta a las consultas realizadas al Proyectista a través de la Supervisión de acuerdo a los plazos contractuales y la RLCE.	Hasta la respuesta del especialista y aprobación de la supervisión/inspector para modificar el inicio de obra	S/ 5,000.00
R009	RING	El alcance no contempla la construcción e implementación de una Sub-Estación Eléctrica para abastecer con la carga necesaria y cumplir con la puesta en servicio del proyecto.	1 meses desde el inicio del componente 01	S/ 300,000.00
R010	REXT	Sobrecosto por Ampliación de red eléctrica para la operación de los medidores eléctricos en planta externa	Hasta finalizar la inst. de postes	S/ 10,000.00

5. RESUMEN DEL CRONOGRAMA: PLAZOS E HITOS

Plazo contractual del Proyecto:

	Plazos Cliente MDV (Línea Base Cliente)	Plazos Gerencia TACTICAL IT (Línea Base Interna)
Inicio Contractual:	04/03/2020	04/03/2020
Plazo del entregable (Días):	180 días	180 días
Fin de Plazo Contractual:	30/08/2020	30/08/2020
Fin de Plazo Contractual COVID:	11/02/2020	15/01/2021

* No incluye liquidación de Obra.

** El Plazo de gerencia esta condicionado al cumplimiento de la provisión de pagos.

Anexo D: Central de Videovigilancia Memoria de Calculo Estructural



Municipalidad de
Villa El Salvador

EXPEDIENTE TECNICO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"

MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAS

"CENTRAL DE MONITOREO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"

1.0. GENERALIDADES

- La presente memoria descriptiva ha sido desarrollada al proyecto estructural "Nueva Central de Monitoreo en el distrito de Villa El Salvador", ubicado entre la Av. Central y la Avenida Bolívar.
- La estructura ha sido proyectada para 3 niveles a construir destinado para oficinas, centro de monitoreo, gimnasio (Ver Memoria Descriptiva de Arquitectura).
- El presente proyecto trata de la construcción de una edificación *aporticada*, las plantas de la estructuras son de forma irregular, con 26.35 m de frente y 10.00 m de fondo, la altura del 1er nivel es 2.80 m, del 2do nivel es 4.00 m y del 3er nivel 2.80 m.
- El diseño del presente Proyecto están conformadas por pórticos de columnas y vigas de concreto, la losa de entrepiso es losa aligerada de 25 cm de espesor, la cimentación está conformada por cimiento corrido, vigas de cimentación y zapatas aisladas de concreto armado.

2.0. CODIGOS, NORMAS Y REFERENCIAS

Los diseños y detalles serán desarrollados de acuerdo con las Normas Nacionales de Edificaciones:

- NTE E-020 Norma de Cargas
- NTE E-030 Norma de Diseño Sismo - Resistente
- NTE E-050 Norma de Suelos y Cimentaciones

3.0. PARAMETROS DE DISEÑO

A continuación se describen los parámetros de diseño que se utilizaran en el presente cálculo:

CONCRETO ARMADO

- Resistencia: 210 kg/cm² (zapatas, vigas, columnas, losas)
- Resistencia: 280 kg/cm² (estructuras en contacto con agua)
- Peso Específico: 2400 kg/cm³
- Fluencia de Acero: 4200/cm²

4.0. ESTRUCTURACION

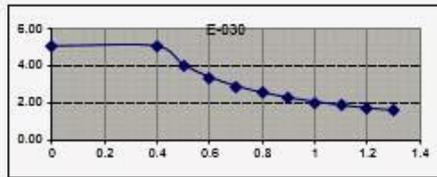
La estructura en sus 3 niveles presenta un sistema estructural compuesto por vigas y columnas (Aporticado) conjuntamente haciendo que las acciones sísmicas sean resistidas por los pórticos en la Dirección X-X y en la Dirección Y-Y

5.0. ANALISIS SISMICO

El análisis sísmico se ha realizado utilizando un modelo tridimensional en donde los elementos verticales están conectados por diafragmas horizontales, los cuales se suponen infinitamente rígidos en sus planos.



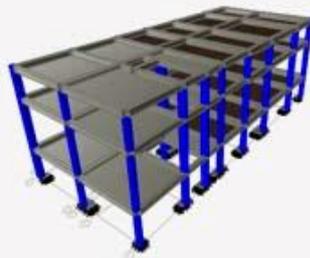
EXPEDIENTE TECNICO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"



1.2	0.17	1.69
1.3	0.16	1.56

6.0. MODELO ESTRUCTURAL

Se realizó un modelo tridimensional de elementos finitos para la modelación de la estructura de soporte.

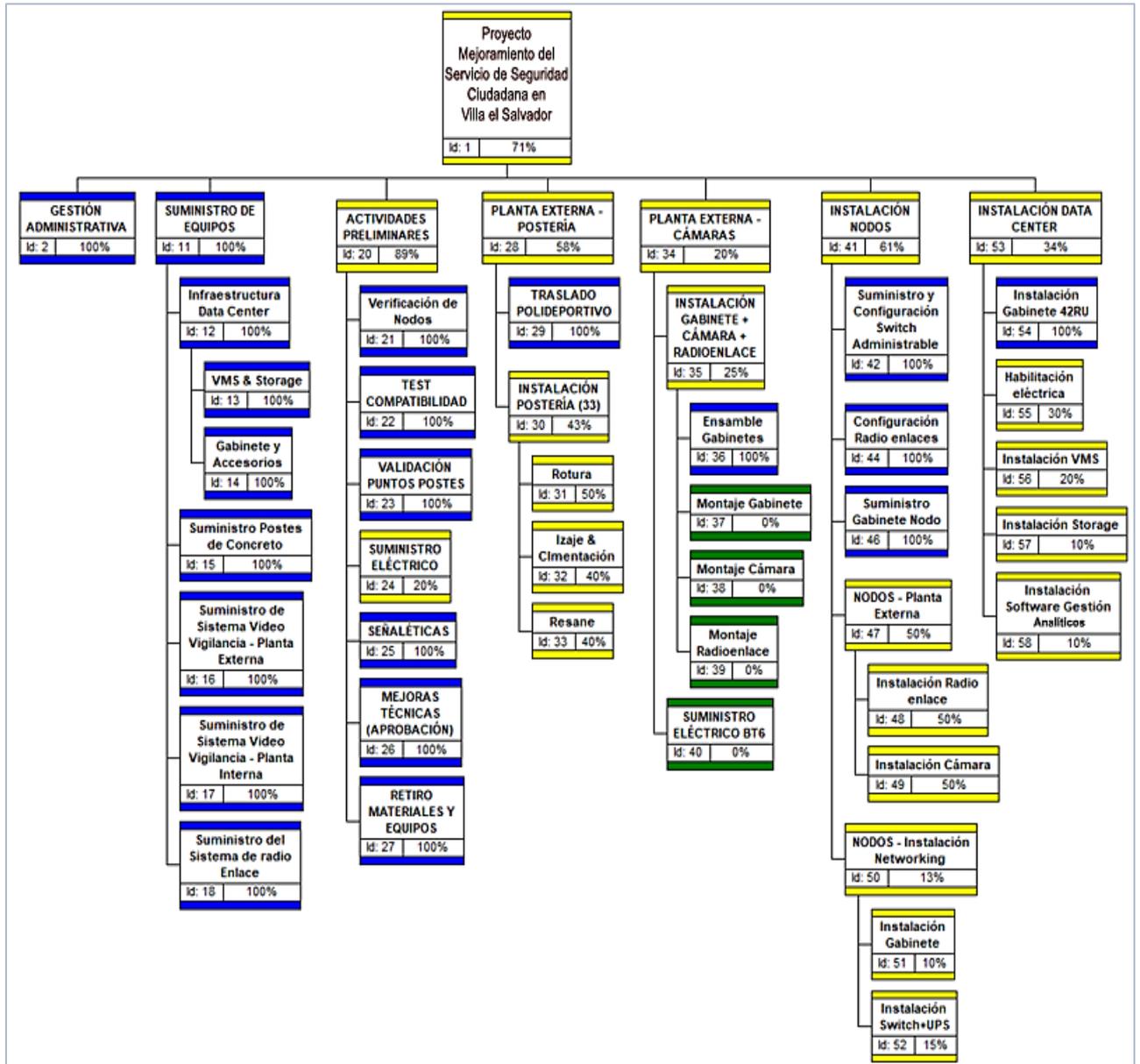


NIVEL	AREA (M2)	CARGA (T/M2)	PESO (T)	MASA (T-S2/M)
3ER PISO	263.50	1.12	295.12	29.51
2DO PISO	263.50	1.12	295.12	29.51
1ER PISO	263.50	1.12	295.12	29.51
			885.36	88.54

7.0. PLANO ARQUITECTONICO



Anexo E: Estructura de Descomposición del Trabajo EDT



Anexo F: Puntos de instalación de las cámaras de videovigilancia



021

MUNICIPALIDAD DE VILLA EL SALVADOR

EXPEDIENTE TÉCNICO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR

Las cámaras deben ser instaladas en las siguientes ubicaciones:

NUM	DIRECCIÓN	LATITUD	LONGITUD
1	Av. Bolívar / Ruta C	12°13'23.73"	76°56'52.4"
2	Ruta C / Jorge Chavez	12°13'5.66"	76°57'3.5"
3	Av. María Elena Moyano / Arriba Perú	12°12'46.56"	76°57'14.38"
4	Av. Mateo Pumacahua Curva / Innova School	12°1'34.7"	76°57'32.33"
5	Av. Modelo / Esquina Panadería Preferida	12°11'41.39"	76°57'27.85"
6	Av. 1ro de Mayo	12°11'50.51"	76°57'22.14"
7	Av. Pacto Andino Por El Parque Z3	12°11'59.47"	76°57'16.61"
8	Av. El Sol Sector 2 Grupo 21	12°12'16"	76°57'3.23"
9	Av. Micaela Bastidas / Av. Mateo Pumacahua	12°11'28.21"	76°57'23.57"
10	Av. Pachacutec Frente Posta Médica "Nuevo Progreso"	12°13'16.92"	76°55'14.7"
11	Av. Pachacutec	12°13'8.35"	76°55'16.78"
12	Av. Juan Velasco / Calle 7	12°12'14.99"	76°55'58.38"
13	Av. Modelo / Av. Micaela Bastidas	12°11'36.38"	76°57'19.1"
14	Av. Modelo / Los Álamos	12°11'30.67"	76°57'10.2"
15	Av. Modelo / Av. Revolución	12°11'26.22"	76°57'1.13"
16	Av. Modelo / Av. Central	12°11'20.17"	76°56'52.89"
17	Av. Separadora Industrial / Av. Modelo	12°11'15.4"	76°56'42.77"
18	Av. Separadora Industrial Cruce Av. 1ro De Mayo	12°11'24.32"	76°56'38.72"
19	Av. Central / Av. 1ro de Mayo	12°11'30.81"	76°56'47.2"
20	Av. Revolución / Av. 1ro de Mayo	12°11'35.11"	76°56'56.76"
21	Av. 1ro de Mayo / Los Álamos	12°11'41.23"	76°57'4.69"
22	Av. 1ro de Mayo / Av. Micaela Bastidas	12°11'45.4"	76°57'14.9"
23	Av. 1ro de Mayo / Pastor Sevilla	12°11'54.16"	76°57'28.3"
24	Av. Pastor Sevilla / Av. Pacto Andino	12°12'2.66"	76°57'21.35"
25	Av. Micaela Bastidas / Av. Pacto Andino	12°11'54.25"	76°57'8.1"

ING. RENZO F. HIYO ROMERO
INGENIERO ELECTRONICO
CIP 146709

AV. CENTRAL CON AV. BOLIVAR J1 LOTE 21 SECTOR 3 GRUPO 8, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA



26	Av. Pacto Andino / Los Álamos	12°11'49.71"	76°56'58.99"
27	Av. Pacto Andino / Av. Revolución	12°11'44.4"	76°56'50.5"
28	Av. Central / Av. Pacto Andino	12°11'39.56"	76°56'41.82"
29	Separadora Industrial / Pacto Andino	12°11'34.17"	76°56'32.72"
30	Av. Los Ángeles / Separadora Industrial	12°11'42.73"	76°56'27.45"
31	Av. Los Ángeles / Av. Central	12°11'48.9"	76°56'36.65"
32	Av. Revolución / Av. Los Ángeles	12°11'52.88"	76°56'45.68"
33	Av. Los Ángeles / Av. Los Álamos	12°11'58.34"	76°56'54.17"
34	Av. Pacto Andino / Av. Micaela Bastidas	12°12'3.5"	76°57'3.47"
35	Av. Los Ángeles / Av. Pastor Sevilla	12°12'11.74"	76°57'16.92"
36	Av. Pastor Sevilla / Av. El Sol	12°12'21.1"	76°57'9.91"
37	Av. El Sol / Av. Micaela Bastidas	12°12'12.9"	76°56'58.3"
38	Av. El Sol / Los Alamos	12°12'8"	76°56'47.87"
39	Av. El Sol / Av. Revolución	12°12'1.48"	76°56'39.93"
40	Av. El Sol / Av. Central	12°11'57.94"	76°56'30.3"
41	Av. El Sol / Separadora Industrial	12°11'52.39"	76°56'21.55"
42	Av. Pumacahua Sector V Grupo 1	12°11'5.51"	76°56'47.2"
43	Av. Pastor Sevilla I Villa Del Mar	12°12'30.91"	76°57'6.16"
44	Villa del Mar / Micaela Bastidas	12°12'21.78"	76°56'51.45"
45	Villa del Mar / Los Alamos	12°12'17.3"	76°56'42.32"
46	Villa del Mar / Revolución	12°12'12.17"	76°56'34.1"
47	Villa del Mar / Av. Central	12°12'7.7"	76°56'25.31"
48	Villa del Mar / Separadora Industrial	12°12'1.55"	76°56'16.19"
49	Arriba Perú / Separadora Industrial	12°12'10.49"	76°56'10.93"
50	Arriba Perú / Av. Central	12°12'15.62"	76°56'19.68"
51	Arriba Perú / Av. Revolución	12°12'20.19"	76°56'28.86"
52	Arriba Perú / Av. Los Alamos	12°12'25.81"	76°56'37.64"
53	Arriba Perú / Av. Micaela Bastidas	12°12'30.44"	76°56'46.77"
54	Arriba Perú / Av. Pastor Sevilla	12°12'38.8"	76°56'59.32"
55	Av. Pastor Sevilla / Av. Juan Velasco	12°12'49.33"	76°56'55.8"
56	Av. Juan Velasco / Los Álamos	12°12'35.31"	76°56'31.24"

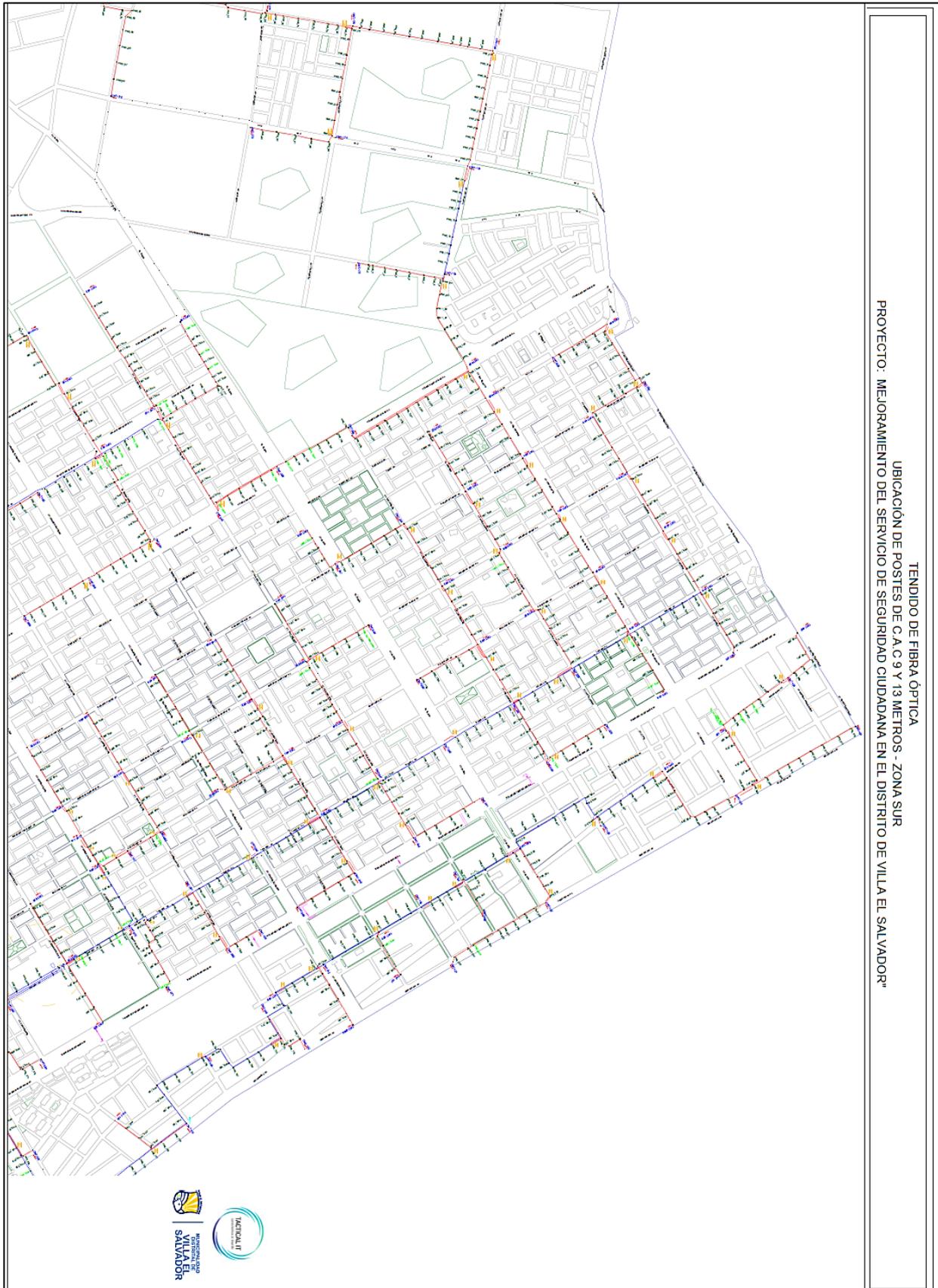
ING. RENZO F. HIYO ROMERO
INGENIERO ELECTRONICO
CIP 146706



57	Av. Juan Velasco / Av. Revolución	12°12'29.11"	76°56'23.98"
58	Av. Juan Velasco / Av. Central	12°12'25.46"	76°56'14.38"
59	Av. Juan Velasco / Separadora Industrial	12°12'19.11"	76°56'5.16"
60	Av. Jorge Chavez / Separadora Industrial	12°12'28.43"	76°55'59.95"
61	Av. Jorge Chavez / Av. Central	12°12'34.2"	76°56'8.74"
62	Av. Jorge Chavez / Av. Revolución	12°12'38.66"	76°56'18.19"
63	Av. Jorge Chavez / Av. Central	12°12'44.28"	76°56'26.57"
64	Av. Jorge Chavez / Av. Micaela Bastidas	12°12'48.96"	76°56'35.79"
65	Av. Jorge Chavez / Av. Pastor Sevilla	12°12'57.1"	76°56'48.29"
66	Av. Pastor Sevilla / Av. Cesar Vallejo	12°13'7.49"	76°56'44.32"
67	Av. Cesar Vallejo / Av. Micaela Bastidas	12°12'57.62"	76°56'29.96"
68	Av. Cesar Vallejo / Av. Los Álamos	12°12'53.66"	76°56'20.38"
69	Av. Cesar Vallejo / Av. Revolución	12°12'47.4"	76°56'12.46"
70	Av. Cesar Vallejo / Av. Central	12°12'43.66"	76°56'3.32"
71	Av. Cesar Vallejo / Av. Separadora Industrial	12°12'37.57"	76°55'54.2"
72	Av. Separadora Industrial / Bolívar Esquina Instituto Superior Tecnológico Público Julio Cesar Tello	12°12'47.4"	76°55'49.5"
73	Av. Central / Salivar	12°12'52.41"	76°55'57.63"
74	Av. Revolución / Salivar	12°12'57.5"	76°56'7"
75	Av. Los Álamos / Bolívar	12°13'2.82"	76°56'15.62"
76	Av. Salivar / Av. Micaela Bastidas	12°13'7.26"	76°56'24.6"
77	Av. Pastor Sevilla / Bolívar	12°13'15.42"	76°56'37.37"
78	Av. Pastor Sevilla / 3 de Octubre	12°13'24.88"	76°56'33.63"
79	Av. Juan Velasco / Av. Micaela Bastidas	12°12'38.89"	76°56'41.12"
80	Av. 3 de Octubre / Av. Micaela Bastidas	12°13'15.67"	76°56'19.7"
81	Av. 3 de Octubre / Av. Los Álamos	12°13'11.2"	76°56'10.27"
82	Av. 3 de Octubre / Av. Revolución	12°13'5.5"	76°56'1.52"
83	Av. 3 de Octubre / Av. Central	12°13'1.37"	76°55'52.99"
84	Av. 3 de Octubre / Av. Separadora Industrial	12°12'55.71"	76°55'43.84"
85	Av. José Carlos Mariátegui / Av. Separadora Industrial	12°13'4.51"	76°55'37.65"
86	Av. José Carlos Mariátegui / Av. Central	12°13'10.63"	76°55'46.19"
87	Av. José Carlos Mariátegui / Av. Revolución	12°13'14.67"	76°55'56.38"

ING. RENZO F. RIVERO ROMERO
INGENIERO ELECTRONICO
CIP 146700

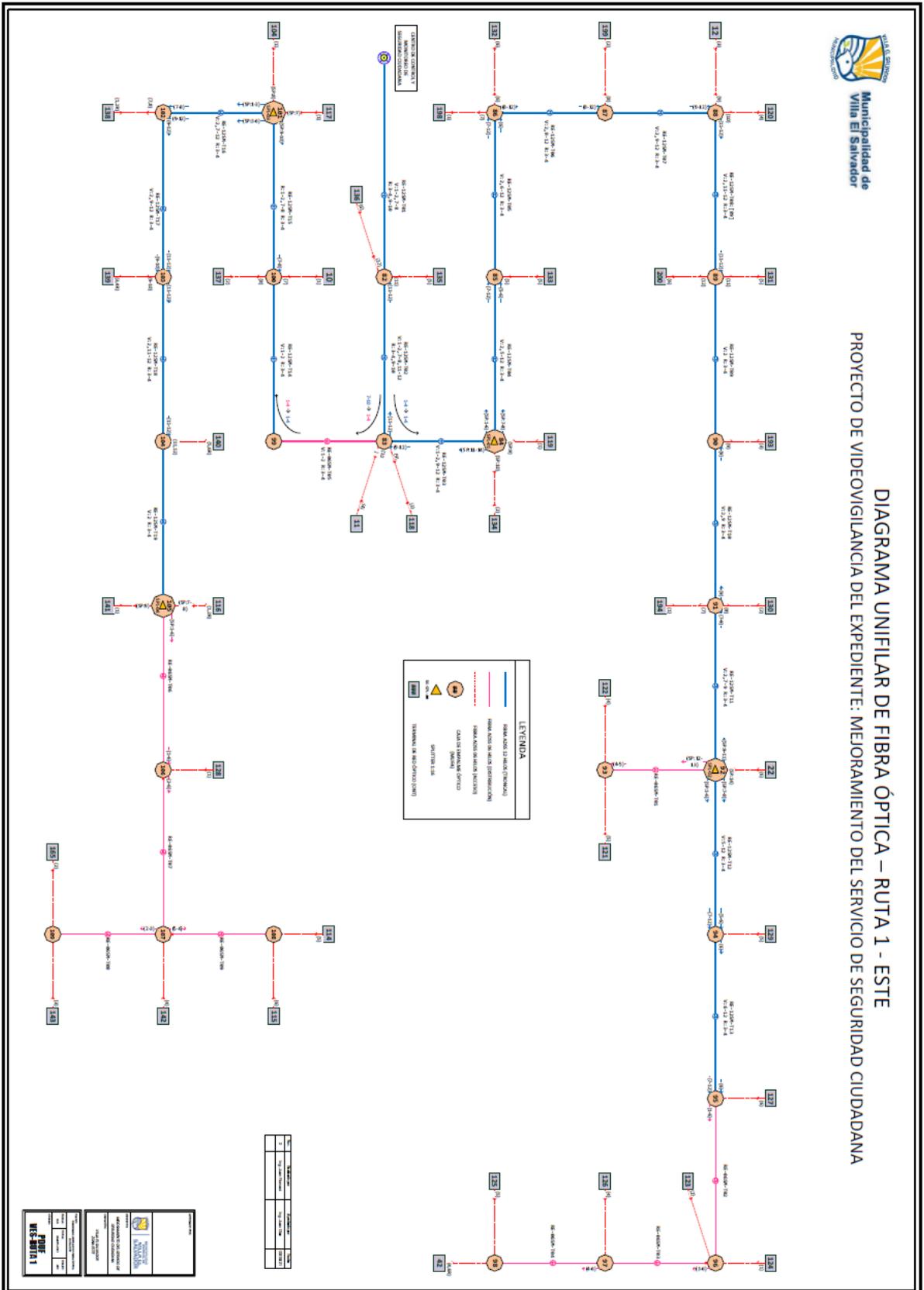
Anexo G: Recorrido del Tendido de Fibra Final



TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA
UBICACIÓN DE POSTES DE C.A.C 9 Y 13 METROS - ZONA SUR
PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"



Anexo H: Diagrama Unifilar de FO



Anexo I: Aureus Insight Guía y Especificaciones Técnicas

A User's Guide to Aureus Insight

HOW TO BUILD A ROBUST AND TROUBLE-FREE BIOMETRIC SOLUTION

START WITH A NETWORK OF QUALITY IP VIDEO CAMERAS

- As low as 720p camera frame resolution
- Optimize for 20 frames per second
- 190 pixels per foot resolution on the face

Remember that you can add any number of cameras to your networks as your needs grow!



ADD A GALLERY OF IMAGES

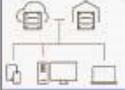
- From Live video Feeds
- From ID photos
- From Social Media
- From legacy databases

THEN CONFIGURE YOUR ALERTS

- SMS message on face match
- E-mail alert pictures of matches
- Admit or prohibit access
- Send an audible alarm

Aureus Insight is now ready to protect your property and your privacy!

COMPLETE CONTROL FROM ANY DEVICE, ANYWHERE



- Real-time face tracking
- Create associations with others
- Historic forensic analysis
- From the cloud or your network

Aureus Insight is conveniently licensed based on the number of channels being monitored and the total number of people in the Gallery. Easily move a license from one camera to another. Quickly add Gallery capacity when you need it. Traditional and subscription pricing plans are available.



www.CyberExtruder.com



Info@cyberextruder.com



+1 973 623 7900



[linkedin.com/company/cyberextruder](https://www.linkedin.com/company/cyberextruder)



[facebook.com/cyberextruder](https://www.facebook.com/cyberextruder)



twitter.com/cyberextruder

SECURE, TRUSTWORTHY AND RELIABLE

When you choose a face recognition technology to protect people and critical assets, you should rely on the only platform that provides continuous access and is engineered to mitigate system interruptions - all while offering enhanced security that prevents unauthorized access to sensitive data. Aureus Insight leverages the most innovative tools for monitoring the movements of a person of interest, provides operators with unparalleled access to the camera networks while maintaining a high level of personal privacy for casual bystanders. The algorithms that are the foundation of Aureus Insight have been carefully developed over the last 20 years to ensure when a match is offered with confidence that it is free from gender, racial and age bias. Ethical and responsible development of our software have always been a central tenet for our company. Unlike all other face recognition algorithms that have performance issues with skin tones and gender, the Aureus Insight algorithms were developed with data sets and training methodologies aimed at solving the inherent problems that could lead to bias. As a result of this focus, independent testing has revealed a lack of bias in the Aureus Insight matching engine.

AUREUS INSIGHT LETS YOU MOVE TO THE CLOUD ON YOUR OWN TERMS

In addition to a traditional, perpetual licensing option, Aureus is available as a fully managed service running on public or private clouds. This option reduces the up-front capital requirements of perpetual licenses and replaces it with a monthly payment. Using our subscription plan, you can deploy a fully hosted solution that can scale faster and reduce maintenance costs. Hybrid deployments combining on-premises infrastructure with cloud services are fully supported and our most popular features are available in a single, easy to order subscription that includes automatic updates and support. Not only will you pay lower upfront costs, but you can free up capital for other projects and simplify your budget with predictable payments.

TECHNICAL SPECIFICATIONS

<u>Technology</u>		<u>Video Characteristics</u>	
Automatic Feature (Eye, Nose, Mouth) Detection	Yes	IP video cameras	Yes
Automatic Face Detection	Yes	USB connected cameras	Yes
Automatic Head and Shoulder Detection	Yes	Recorded video files	Yes
Automatic Facemask Detection	Yes	Minimum camera resolution	720p
Automatic Liveness Detection	Yes	Suggested face resolution in frame (on target)	112 ppp
Automatic 3D Face Mesh	Yes	Suggested Minimum Inter-ocular distance	2.9 px
Automatic Age Detection	Yes	<u>Templates</u>	
Automatic Gender Detection	Yes	Template size	12.8 bytes
Automatic Face Tracking	Yes	Template generation speed	10/second
Real-time video capable	30 fps	Template comparison speed	0.040 µs
1:1 Matching	Yes	Bulk template generation	Yes
1:N Matching	Yes	<u>Host Platform</u>	
<u>Matching Engine Robustness</u>		Windows 64-bit	Yes
Pose - Yaw	90°	Linux 64-bit	Yes
Pose - Pitch	30°	Intel, AMD, ARM Processors	Yes
Pose - Roll	45°	<u>Benchmark Hardware Specifications</u>	
Partial facial occlusion (facemasks, hats, glasses)	Yes	Suggested CPU Speed	3.4 GHz
Beards and hairstyles	Yes	Memory (RAM)	8 Gb
Large expressions	Yes	1 million person Gallery stored in RAM	2.66 MB
Irregular lighting	Yes	1 million person Gallery disk storage	2.0GB
Tested for the absence of skin tone bias	Yes	1 Million History Items Stored in RAM	2.00 MB
Low Video Quality, noise etc.	Yes	1 Million History Items Disk storage	2.0GB

Anexo J: Aureus Insight Manual de Instalación y Uso



MANUAL DE USUARIO AUREUS INSIGHT

Introducción

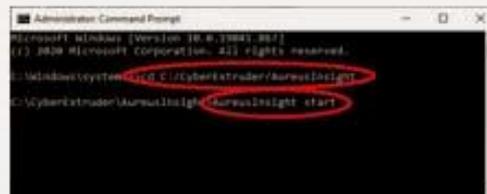
Aureus Insight es un sistema de análisis facial en tiempo real, flexible y escalable. El poderoso diseño de Aureus Insight permite el monitoreo automático de cualquier cantidad de transmisiones de entrada de video, simplemente agregue más computación para manejar una mayor cantidad de transmisiones. Se pueden usar racks de servidores, cada uno procesando muchas transmisiones de video, o su sistema se puede organizar con máquinas más pequeñas que procesan menos transmisiones. Aureus Insight se ejecuta en segundo plano en su(s) máquina(s) y proporciona un servicio web para permitir una fácil configuración, control e investigación desde un navegador web.

Instalación y puesta en marcha

Abrir un símbolo del sistema de administrador.



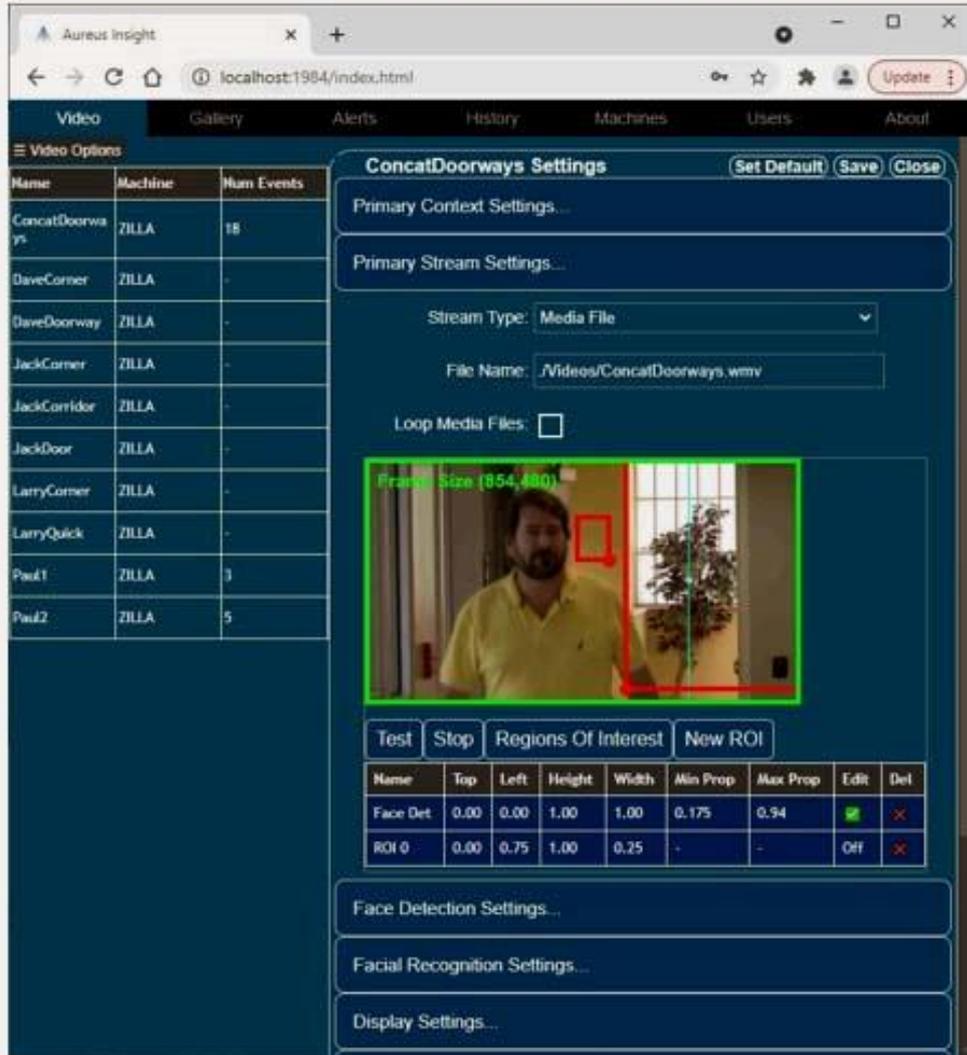
La siguiente imagen muestra cómo cambiar el directorio e iniciar Aureus Insight



Para detener el servicio / demonio, haga clic en el icono del escritorio "AureusInsight Stop" o escriba "AureusInsight stop" en el símbolo del sistema del administrador. El icono del escritorio para detener Aureus Insight se muestra a continuación.

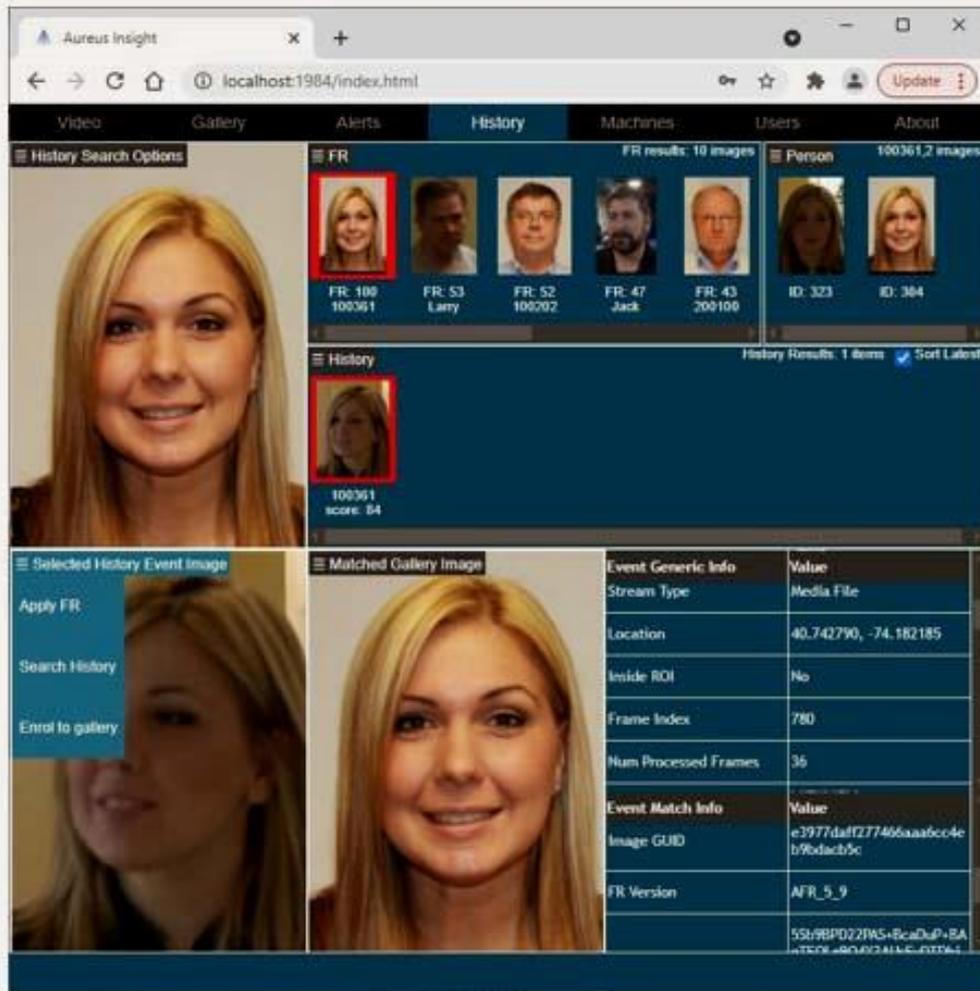


Después de iniciar Aureus Insight, abra un navegador web para acceder al servicio web para la configuración / control, etc. Lance la aplicación web.



Configuración de detección de rostro

El subelemento de Configuración de detección de rostro proporciona edición de texto de cada uno de los ajustes de detección de rostro. Puede ajustar la configuración de forma interactiva (descrita anteriormente) o alterar los valores en los cuadros de texto de este subelemento.



Usuarios

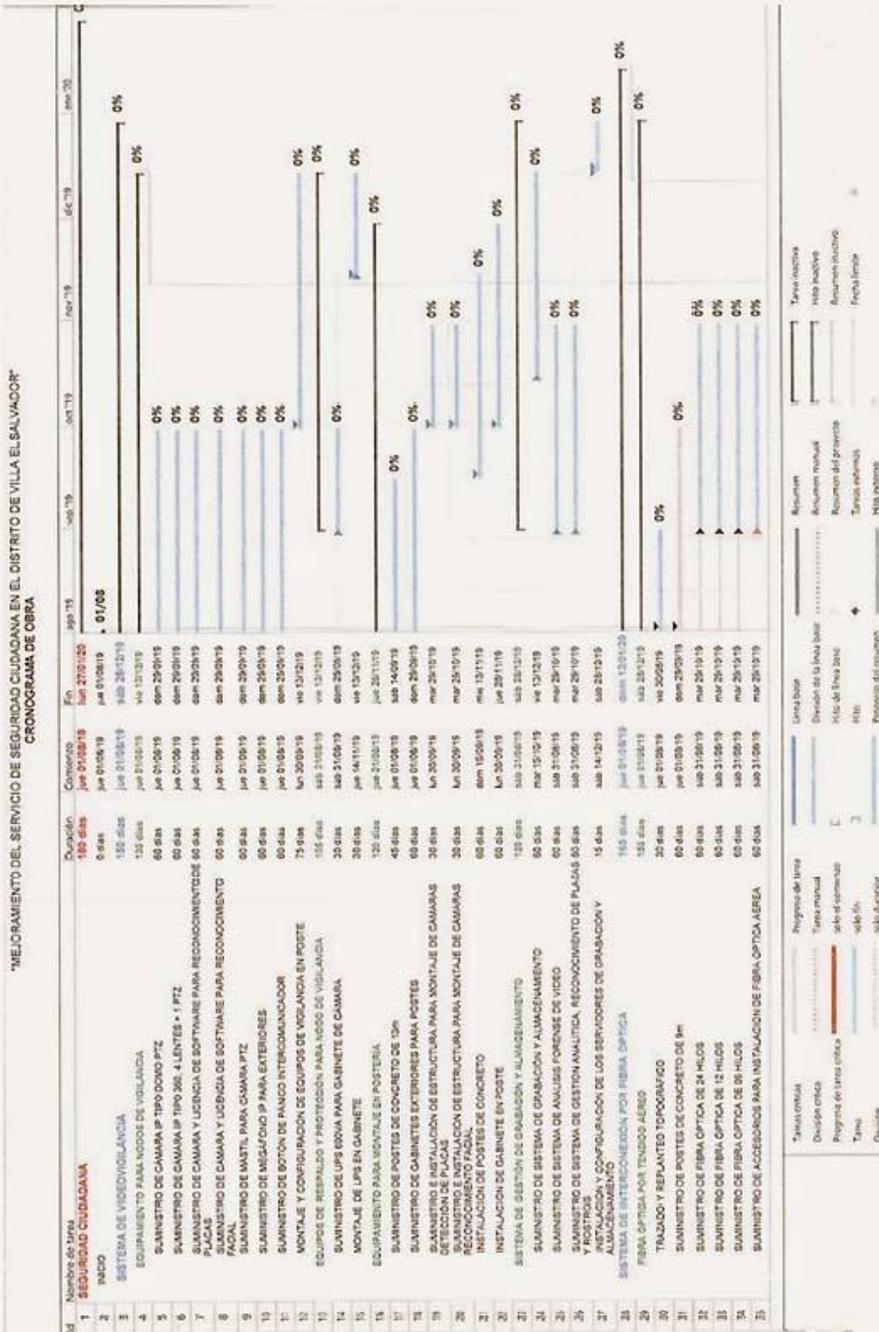
La pestaña "Usuarios" proporciona información sobre la lista actual de usuarios y dónde están conectados actualmente. La tabla de usuarios mostrará el nombre de usuario, el tipo (administrador / usuario) y el número de clientes que el usuario ha iniciado sesión actualmente. Tenga en cuenta que esto no significa la cantidad de ventanas del navegador abiertas, un usuario puede, por ejemplo, iniciar sesión a través de (digamos) un navegador Chrome, luego abrir un nuevo navegador con la

Anexo K: Cronograma del Proyecto



MUNICIPALIDAD DE VILLA EL SALVADOR

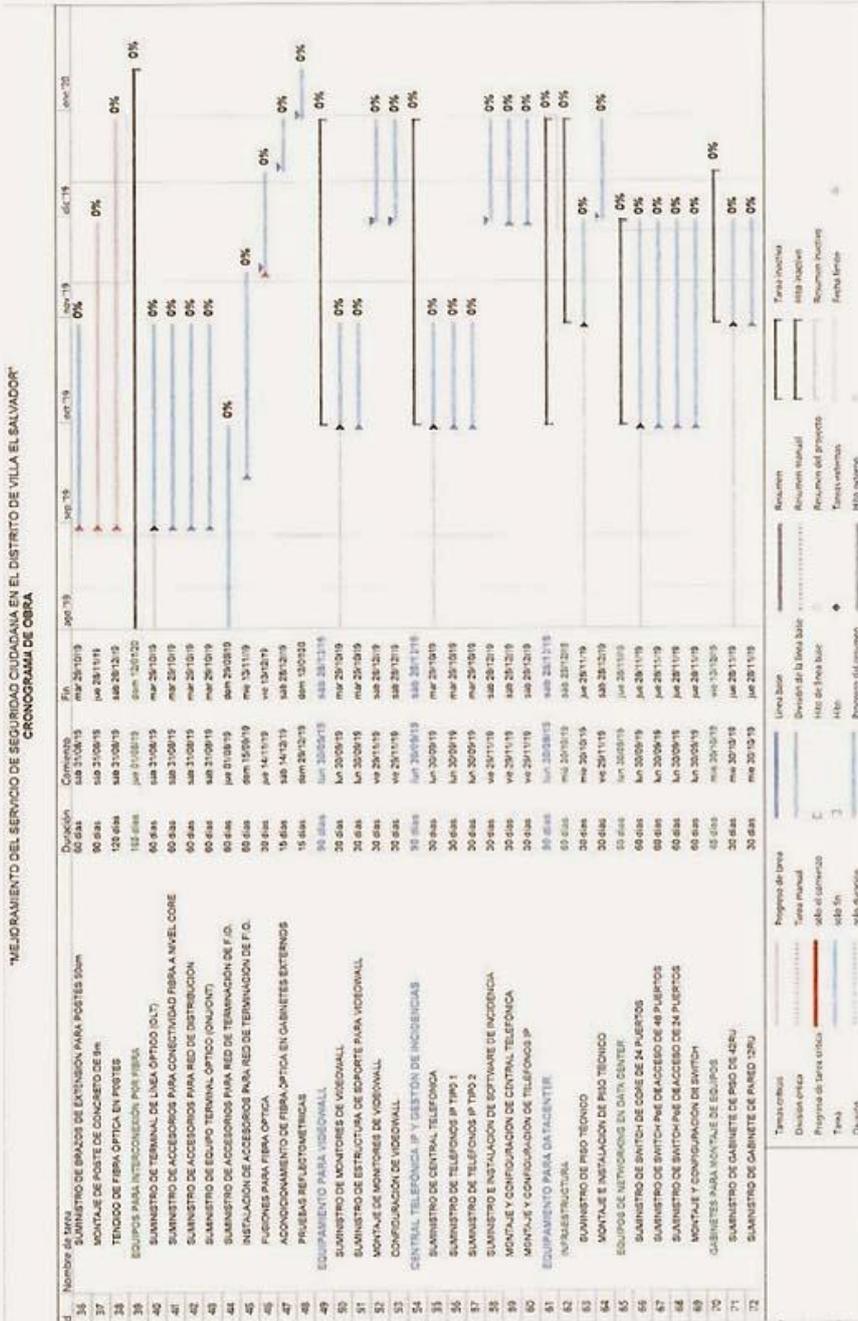
EXPEDIENTE TÉCNICO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"



ING. RENZO F. HIYO ROM
INGENIERO ELECTRONICO
CIP 146709



"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"
CRONOGRAMA DE OBRA



ING. RENZO F. HIYO ROME
INGENIERO ELECTRONICO
CIP 146708



"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR"
CRONOGRAMA DE OBRA



ING. RENZO F. NIYO ROMERO
INGENIERO ELECTRONICO
CIP 146798

Anexo L: Panel Fotográfico de instalación de Planta Externa



MUNICIPALIDAD DE VILLA EL SALVADOR

EXPEDIENTE TÉCNICO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR



UBICACIÓN 1: Av. Bolívar / Ruta C
LATITUD: 12°13'23.73"
LONGITUD: 76°56'52.04"



UBICACIÓN 2: Ruta C / Jorge Chavez
LATITUD: 12°13'5.66"
LONGITUD: 76°57'3.5"

ING. RENZO F. HIYO ROMERO
INGENIERO ELECTRONICO
CIP 148709

AV. CENTRAL CON AV. BOLIVAR J1 LOTE 21 SECTOR 3 GRUPO 6, DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA

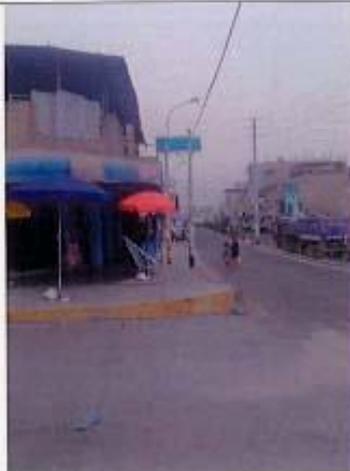


UBICACIÓN 3: Av. Marialene Moyano / Arriba Perú
LATITUD: 12°12'46.56"
LONGITUD: 76°57'14.38"



UBICACIÓN 4: Av. Mateo Pumacahua Curva / Innova School
LATITUD: 12°11'34.07"
LONGITUD: 76°57'32.33"

ING. RENZO F. HIYO ROMERO
INGENIERO ELECTRÓNICO
CIP 146705



UBICACIÓN 5: Av. Av. Modelo / Esquina Panadería Preferida
LATITUD: 12°11'41.39"
LONGITUD: 76°57'27.85"



UBICACIÓN 6: Av. 1ro de mayo
LATITUD: 12°11'50.51"
LONGITUD: 76°57'22.14"

ING. RENZO F. HINO ROMERO
INGENIERO ELECTRONICO
CIP 166795

Anexo M: Dimensionamiento de Servidores

ANALISIS DEL SERVIDOR DE ALMACENAMIENTO:

3.1 CALCULO DEL ALMACENAMIENTO DE LA SOLUCION VMS - STORAGE:

Para 550 dispositivos el cálculo del almacenamiento es de 644 TB.

550 dispositivos:

- 20 cámaras de reconocimiento de rostro.
- 30 cámaras de reconocimiento de placas.
- 150 cámaras q6000 (con 4 lentes).
- 200 cámaras PTZ.
- 150 megáfonos.

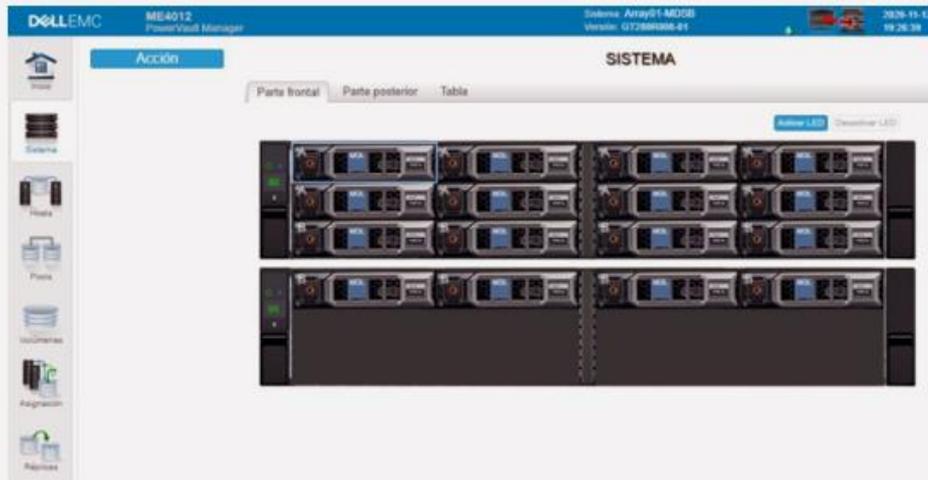
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO: 30 días.

RESUMEN: SE TIENE UN ALMACENAMIENTO TOTAL DE 644 TB PARA TODA LA SOLUCION.

Almacenamiento y ancho de banda						
Almacenamiento total estimado			Ancho de banda total estimado			
644 TB			3.67 Gb/s			
Nombre	Modelo	Cant.	Escenario	Tiempo de almacenamiento	Ancho de banda	Almacenamiento
FR	AXIS Q1785-LE	20	Escenario exterior - Zona peatonal (Editada)	30 días	158 Mb/s	28.1 TB
LPR	AXIS Q1785-LE	30	Escenario exterior - Autopista (Editada)	30 días	277 Mb/s	49.5 TB
Panorámica	AXIS Q6000-E Mk II 60 Hz	150	Escenario exterior - Esquina de calle (Editada)	30 días	1.62 Gb/s	279 TB
PTZ	AXIS Q6075-E 60 Hz	200	Escenario exterior - Intersección (Editada)	30 días	1.61 Gb/s	287 TB

3.2 EQUIPO Y APLICACIÓN PROPUESTO DEL SERVIDOR DE ALMACENAMIENTO:

- MARCA Y MODELO: DELL EMC ME4084
- SERIE: 79014020
- SISTEMA OPERATIVO: LINUX.
- APLICACIÓN DE ARRAY: PowerVault Manager, versión GT280R008-1



- 70 discos de 12TB (12TB HDD 7.2K 512e SAS12 3.5).
- En RAID 5: Se tiene 709.41 TB.

Tier	Form Factor	Drive Type	RAID Type	Drive Count	Usable Capacity	IOPS
NLSAS	3.5	12TB 7.2K	RAID 5	70	709.41 TB	5545
Total				70	709.41 TB	5545

Performance Mode [Tiering](#)

- En RAID 6: Se tiene 654.84 TB.

Tier	Form Factor	Drive Type	RAID Type	Drive Count	Usable Capacity	IOPS
NLSAS	3.5	12TB 7.2K	RAID 6	70	654.84 TB	4436
Total				70	654.84 TB	4436

Performance Mode [Tiering](#)

Anexo N: Adquisición Licencia de Software

Build. Connect. Power. Protect. Services. Worldwide.



Anixter Perú S.A.C.
Calle Ontario 157
Urbanización La Campiña
Dist. Chorrillos Lima
+511.415.1000
anixter.com/cal

Lima, 31 de Julio del 2020

Sres.
TACTICAL IT SAC
Presente.-

Por medio de la presente, la empresa ANIXTER PERU S.A.C con RUC 20418354781 informa la adquisición de las licencias de *Software Aureus Insight 3D Face Recognition Solution* de *CyberExtruder* a partir de la fecha de emisión de este documento en favor de la empresa TACTICAL IT SAC con RUC 20545316561, los cuales se detallan en la orden de compra Nro. OC-2020-0304 con las siguientes características:

Item	Cod Interno	Cantidad	Unidad	Código	Descripción
17	3103090011	1	UND	IV-BAS-001	Investigator - Base Package
18	3103090021	1	UND	IV-BSP-002	Investigator - Basic Service Pack
19	3103090031	1	UND	BC-MNT-001	Annual Maintenance - Year 1

Sin otro particular se declara valida la presente carta,

Yvana Garcia Arias
Apoderada
Anixter Peru S.A.C.