

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Tesis

**“PROPUESTA DE MEJORA DEL TRÁNSITO
VEHICULAR MEDIANTE UN SISTEMA
INTELIGENTE DE CONTROL DE TRÁFICO
OPTIMIZANDO LA RED DE VIDEOVIGILANCIA EN
LA MUNICIPALIDAD DE GREGORIO ALBARRACÍN
LANCHIPA, TACNA – 2017”**

Tesis sustentada y aprobada el 13 de noviembre de 2018; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:



Dra. MARTHA JUDITH PAREDES VIGNOLA

SECRETARIO:



Ing. RICARDO MANUEL SANTE ZAVALA

VOCAL:



Ing. ELARD RICARDO RODRIGUEZ MARCA

ASESOR:

Ing. HUGO MARTIN ALCANTARA MARTINEZ

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, ESLY YOEL CARBAJAL MINGOL, en calidad de: Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 48021159. Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada: **PROPUESTA DE MEJORA DEL TRÁNSITO VEHICULAR MEDIANTE UN SISTEMA INTELIGENTE DE CONTROL DE TRÁFICO OPTIMIZANDO LA RED DE VIDEOVIGILANCIA EN LA MUNICIPALIDAD DE GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA – 2017**, la misma que presento para optar: El título profesional de Ingeniero de Sistemas.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada.

En consecuencia, me hago responsable frente a la universidad y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.



Tacna, 20 de noviembre de 2018
ESLY YOEL CARBAJAL MINGOL
DNI 48021159

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo CLAUDIA XIOMARA SALAS MONTENEGRO, en calidad de: Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 70984498. Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada: **PROPUESTA DE MEJORA DEL TRÁNSITO VEHICULAR MEDIANTE UN SISTEMA INTELIGENTE DE CONTROL DE TRÁFICO OPTIMIZANDO LA RED DE VIDEOVIGILANCIA EN LA MUNICIPALIDAD DE GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA – 2017**, la misma que presento para optar: El título profesional de Ingeniero de Sistemas.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada.

En consecuencia, me hago responsable frente a la universidad y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.



Tacna, 20 de noviembre de 2018
CLAUDIA XIOMARA SALAS MONTENEGRO
DNI 70984498

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



TESIS

**“PROPUESTA DE MEJORA DEL TRÁNSITO VEHICULAR MEDIANTE UN
SISTEMA INTELIGENTE DE CONTROL DE TRÁFICO OPTIMIZANDO LA
RED DE VIDEOVIGILANCIA EN LA MUNICIPALIDAD DE GREGORIO
ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA – 2017”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS

PRESENTADO POR:

BACH. ESLY YOEL CARBAJAL MINGOL

BACH. CLAUDIA XIOMARA SALAS MONTENEGRO

TACNA – PERÚ

2017

DEDICATORIA

Al cumplir un reto más en mi vida estudiantil dedico esta tesis como recuerdo de mi agradecimiento primero a Dios y a toda mi familia, en especial a mi hija, también a la madre de mi hija que siempre con mucho sacrificio me ayudó para salir adelante.

Quiero dedicarlo a mi madre que la amo y la admiro, junto a mis hermanos que tuvieron un incondicional apoyo a todo momento.

También quiero dedicar este trabajo a las nuevas personas que conocí y se convirtieron en un gran apoyo.

Esly

Esta tesis la dedico con todo mi amor y cariño a mi familia, por su sacrificio y esfuerzo, por apoyarme en mi carrera para mi futuro y por creer en mi capacidad, aunque existieron momentos difíciles siempre están brindándome su afecto.

Ellos son fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más; quienes con sus palabras de aliento mantenían en pie mi perseverancia.

Claudia

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer de la manera más profunda y de todo corazón a mi hija, que con su sola sonrisa transformaba todo lo difícil en oportunidades para mejorar, también a mis padres y hermanos, por ser quienes han dedicado su vida entera de la manera más desinteresada y amorosa para forjar la persona que soy ahora.

A todos los profesores y profesoras que durante mi vida estudiantil y este trabajo de investigación me brindaron sus conocimientos. Incluyo al Ing. Hugo Martín Alcántara, porque aparte de ser mi asesor de tesis, también se convirtió en gran docente, cuando las dudas acechaban, por su sabia guía durante la realización de este trabajo; admirable Ingeniero.

Esly

En primer lugar, gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a mi familia, en especial a mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ellos.

Gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es. Agradezco también a mis amigos y compañeros que de muchas maneras apoyaron esta investigación.

Claudia

RESUMEN

Las políticas de las instituciones públicas están orientadas a brindar calidad de vida a sus ciudadanos a través de prestación de servicios y trabajo; asimismo, para aumentar la percepción de la ciudadanía sobre los servicios que atienden, es importante incluir a la tecnología, en favor de estas políticas. En tal caso, para mejorar los servicios que se brindan, se busca de cierto modo acoger de la forma más transparente posible las necesidades de las personas.

En la municipalidad distrital Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa se ha identificado un problema constante que también existe en todo el Perú y el mundo, el cual es el caos vehicular, sobre todo en horas punta u horas pico. Es por ello que la presente tesis aporta con parte de la solución, la cual es implementar semáforos inteligentes. Pero más importante aún es implementar o establecer la plataforma tecnológica óptimamente.

PALABRAS CLAVE

Tecnología PON, Videovigilancia, MDCGAL, Sistema Inteligente de Control de Tráfico, SCATS, Semáforos Inteligentes

ABSTRACT

The policies of public institutions are aimed at providing quality of life to their citizens through the provision of services and work; likewise, to increase the perception of citizens about the services they provide, it is important to include technology in favor of these policies. In such a case, in order to improve the services provided, it is sought in a certain way to welcome the needs of the people as transparently as possible.

In the district municipality Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa has identified a constant problem that also exists throughout Peru and the world, which is vehicular chaos, especially during peak hours or peak hours. That is why this thesis provides part of the solution, which is to implement intelligent traffic lights. But more important is to implement or establish the technology platform optimally.

KEYWORDS

PON Technology, Video surveillance, MDCGAL, Intelligent Traffic Control System, SCATS, Smart Traffic Lights

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
INTRODUCCIÓN	18
CAPITULO I EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	20
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
1.2.1. Problema General	22
1.2.2. Problema Específico.....	22
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.3.1. Objetivo General.....	22
1.3.2. Objetivo Específico.....	23
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	23
1.4.1. Justificación Teórica	23
1.4.2. Justificación Práctica	23
1.4.3. Justificación Metódica.....	24
1.4.4. Justificación Legal	25
1.5. IMPORTANCIA	25
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	26
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	27
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	27
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	27
2.1.2. Antecedentes Nacionales	33
2.2. BASES TEÓRICAS	38
2.2.1. Red de Datos con tecnología PON.....	38
2.2.1.1. El Ancho de Banda hoy en día	38
2.2.1.2. Fibra Óptica.....	39
2.2.1.3. Red Óptica Pasiva (Passive Optical Network - PON)	41
2.2.1.3.1. Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit (Gigabit-capable Passive Optical Network - GPON)	47

2.2.1.3.2.	Estructura y funcionamiento	48
2.2.1.3.3.	Clasificación de la Red GPON.....	51
2.2.2.	Sistema Inteligente de Control de tráfico vehicular	54
2.2.2.1.	Generalidades	54
2.2.2.2.	La congestión vehicular	56
2.2.2.2.1.	Características que provocan la Congestión Vehicular	57
2.2.2.2.2.	¿De qué manera confrontar la situación?	58
2.2.2.2.3.	Consecuencias de la congestión	62
2.2.3.	Tráfico Vehicular en el Perú.....	67
2.2.4.	Semáforos Inteligentes	72
2.2.4.1.	Tecnologías.....	74
2.2.4.1.1.	Semáforo Inteligente con RFID	74
2.2.4.1.2.	Semáforo Inteligente usando Redes de Sensores Inalámbricos. 76	
2.2.4.1.3.	Semáforo Inteligente mediante Procesamiento de Imágenes.78	
2.2.4.1.4.	Semáforo Inteligente basado en Inteligencia Artificial.....	79
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	81
2.4.	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	83
2.4.1.	Hipótesis General.....	83
2.4.2.	Hipótesis Específica	83
2.5.	VARIABLES.....	83
2.5.1.	Definición conceptual de la variable.....	83
2.5.1.1.	Sistema inteligente de control de tránsito.	83
2.5.1.2.	Red de Videovigilancia del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa. 85	
2.5.2.	Definición operacional de la variable	86
2.5.2.1.	Descripción de los indicadores.	86
2.5.2.1.1.	Variable Dependiente: Sistema Inteligente de Control de Tránsito 87	
2.5.2.1.2.	Variable Independiente: Red de Videovigilancia.....	87
2.5.3.	Matriz de consistencia	88
CAPITULO III	METODOLOGÍA.....	89
3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	89
3.1.1.	Tipo de Investigación.....	89
3.1.2.	Nivel de Investigación.....	89
3.1.3.	Diseño de Investigación.....	89
3.2.	DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN	90

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	90
3.3.1. Población.....	90
3.3.2. Muestra	90
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	91
3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS	91
3.5.1. Trabajo de Campo.....	91
3.5.2. Investigación de Documentación	92
CAPITULO IV DESARROLLO	95
4.1. METODOLOGÍA DE TRABAJO	95
4.1.1. FASE I: Recolección de Información de la red Actual.....	95
4.1.1.1. Datos Generales del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa (CGAL) 95	
4.1.1.2. Visión y Misión	96
4.1.1.3. Red de conectividad de fibra óptica del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa.	97
4.1.1.4. Diseño del cableado	100
4.1.1.4.1. Troncales	100
4.1.1.4.2. Acometidas y cámaras	102
4.1.1.4.3. Esquema de Red.....	103
4.1.1.5. Elementos de Diseño	104
4.1.1.5.1. Equipamiento de los postes.....	104
4.1.1.5.2. Equipos de transporte y enlace	111
4.1.1.5.3. Sistema de Videovigilancia.....	112
4.1.1.5.4. Especificaciones técnicas de diseño	114
4.1.1.6. Diagrama de Red.	125
4.1.1.7. Situación vial actual para el estudio, en el distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa.	127
4.1.1.7.1. Red Vial Primaria	127
4.1.1.7.2. Red Vial Secundaria.....	127
4.1.1.8. Acceso	128
4.1.1.8.1. Principales avenidas que dan ingreso al distrito	128
4.1.1.8.2. Principales ejes de Integración y Articulación Vial	130
4.1.1.8.3. Problemática Vial	132
4.1.2. FASE II: Selección de la Herramienta.....	143
4.1.2.1. SCATS	145
4.1.2.1.1. Ordenador de administración central.....	147
4.1.2.1.2. Computadoras regionales	148

4.1.2.1.3.	Controladores Locales.....	148
4.1.2.1.4.	Detectores.....	148
4.1.2.1.5.	Comunicaciones.....	149
4.1.3.	Fase III: Diseño de la Integración de SCATS.....	152
4.1.3.1.	Cableado Estructurado.....	153
4.1.3.1.1.	Esquema de Conexión	156
4.1.3.2.	Tendido de Fibra y Cobre.....	158
4.1.3.2.1.	Intersección 01: Cl. La Agronómica / Cl. Andrés Bello.....	159
4.1.3.2.2.	Intersección 02: Av. Los Poetas / Psj. s/n.....	160
4.1.3.2.3.	Intersección 03: Cl. Los Damascos / Cl. Mariano Ignacio Prado 161	
4.1.3.2.4.	Intersección 04: Cl. Las Casuarinas / Cl. Angamos	162
4.1.3.2.5.	Intersección 05: Cl. Los Álamos / Cl. Las Violetas.....	163
4.1.3.3.	Equipamiento	164
4.1.3.3.1.	Controlador de Tráfico - CD 300 Vanguard	164
4.1.3.3.2.	TrafiCam X-Stream	165
4.1.3.3.3.	FK-ONU-20L	168
4.1.3.3.4.	UPS 1.5 KVA SMX1500RMI2U	169
4.1.3.3.5.	SWITCH INDUSTRIAL MOXA EDS-316	171
4.1.3.3.6.	CAJA NEMA.....	172
4.1.3.3.7.	KIT DE MONTAJE PARA POSTE	173
4.1.3.3.8.	POSTES DE C.A.C. DE 15/400/245/435 - LONG-CARGA- DIAMETRO VERTICE MM-DIAMETRO DE BASE	173
4.1.3.3.9.	POSOS A TIERRA	173
4.1.3.4.	Evaluación Económica	174
4.1.4.	Fase IV: Estimación de Ancho de banda	177
CAPITULO V RESULTADOS.....		180
5.1. RESULTADOS DEL TRABAJO DE ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.....		180
5.1.1.	VARIABLE DEPENDIENTE: Sistema Inteligente de Control de Tráfico 180	
5.1.1.1.	Indicador: Nivel de necesidad de actualizar el sistema semafórico [Pregunta N.º 3, 6 y 7].....	180
5.1.1.2.	Indicador: Nivel de satisfacción con el actual programa de tráfico vehicular [Pregunta N.º 2, 5 y 10].....	184
5.1.1.3.	Indicador: Nivel de caos vehicular [Pregunta N.º 1, 4, 8 y 9].....	188
5.1.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE: Red de Videovigilancia de la Municipalidad Gregorio Albarracín Lanchipa.....	193
5.1.2.1.	Indicador: Nivel de aprovechamiento de los beneficios que puede brindar la red [Pregunta N.º 1, 3, 5, 6, 7 y 9]	193

5.1.2.2. Indicador: Nivel de satisfacción de usuarios por los servicios de la red [Pregunta N.º 2, 4, 8, 10 y 11]	199
5.2. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO	204
5.3. ESTADÍSTICAS POR VARIABLES	205
5.3.1. Variable Dependiente: Sistema Inteligente de Control de Tránsito ..	205
5.3.1.1. Indicador: Nivel de necesidad de actualizar el sistema semafórico	206
5.3.1.2. Indicador: Nivel de satisfacción con el programa de tráfico vehicular	207
5.3.1.3. Indicador: Nivel de caos vehicular	208
5.3.2. Variable Independiente: Red de Videovigilancia del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa.....	209
5.3.2.1. Indicador: Nivel de aprovechamiento de los beneficios que puede brindar de la red.....	209
5.3.2.2. Indicador: Nivel de satisfacción de usuarios por los servicios de la red	210
5.4. ESTADÍSTICA GENERAL	211
CAPÍTULO VI DISCUSIÓN	212
CAPÍTULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	216
CONCLUSIONES	216
RECOMENDACIONES.....	217
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	218

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparativa de las principales tecnologías PON.....	43
Tabla 2: Componentes de una Red PON.....	48
Tabla 3: Principales causas de muerte en el mundo en el año 2010.....	66
Tabla 4: Tiempo de viaje de casa al trabajo o estudios (Lima - Perú)	68
Tabla 5: Accidentes de Tránsito según causa.....	69
Tabla 6: Accidentes de Tránsito. Denuncias de Accidentes de Tránsito no fatales, según departamento (2005 - 2015).....	70
Tabla 7: Fuentes que originan la contaminación ambiental 2014-2015.....	72
Tabla 8: Definición Operacional de la Variable	86
Tabla 9: Definición Operacional de la Variable	88
Tabla 10: Componentes para la construcción de la red de videovigilancia del distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.....	99
Tabla 11: Especificaciones técnicas de las CÁMARAS DOMO PTZ EXTERIORES TIPO I.....	114
Tabla 12: Especificaciones técnicas de las CÁMARAS OJO DE PEZ 360° TIPO II	115
Tabla 13: Especificaciones técnicas de las CÁMARAS FIJAS TIPO III.....	115
Tabla 14: Especificaciones técnicas de las CÁMARAS FIJAS TIPO BOX PARA EXTERIORES TIPO IV	116
Tabla 15: Especificaciones técnicas del UPS de 1KVA.....	116
Tabla 16: Especificaciones técnicas del SOFTWARE DE GESTIÓN Y GRABACIÓN	117
Tabla 17: Especificaciones técnicas del CABLE DE FIBRA ÓPTICA PLANTA EXTERNA DIELECTRICO CON PROTECCIÓN.....	118
Tabla 18: Especificaciones técnicas de los CORDONES ÓPTICOS (CORDÓN MONO FIBRA SM) (PATCH CORD).....	118
Tabla 19: Especificaciones técnicas de los PIGTAIL Y CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA.....	119
Tabla 20: Especificaciones técnicas de los ACOPLADORES DE FIBRA.....	119
Tabla 21: Especificaciones técnicas del DISTRIBUIDOR ÓPTICO	119
Tabla 22: Especificaciones técnicas de la PLATAFORMA DE TRANSMISIÓN ÓPTICA GE-PON	120
Tabla 23: Especificaciones técnicas del DIVISOR ÓPTICO PASIVO MODULAR .	120
Tabla 24: Especificaciones técnicas de las TARJETAS GE-PON PARA PLATAFORMA DE TRANSMISIÓN ÓPTICA.....	121
Tabla 25: Especificaciones técnicas del CORDÓN ROBUSTO (PATCH CORD SC-APC/SC-SPC 3.0M).....	121
Tabla 26: Especificaciones técnicas del PUNTO DE TERMINACIÓN ÓPTICA.....	121
Tabla 27: Especificaciones técnicas del RECEPTOR ÓPTICO GE-PON.....	122
Tabla 28: Especificaciones técnicas del DIVISOR ÓPTICO MODULAR 1X2.....	122
Tabla 29: Especificaciones técnicas del SISTEMA DE ALMACENAMIENTO NVR MODULAR DE 24 TB	123
Tabla 30: Especificaciones técnicas del SERVIDOR DE RACK.....	124
Tabla 31: Especificaciones técnicas del STORAGE 10 TB	124
Tabla 32: Cálculo de ancho de banda para las cámaras de videovigilancia de la red de datos de CGAL	125

Tabla 33: Ubicación y detalle de postes y semáforos de la zona de estudio.	143
Tabla 34: Características Típicas de SCATS	152
Tabla 35: Conexiones y Cableado de lo Propuesto	157
Tabla 36: Especificaciones Técnicas del Controlador de Tráfico CD300 Vanguard	164
Tabla 37: Especificaciones Técnicas de la Cámara Traficam X-Stream	166
Tabla 38: Especificaciones Técnicas FK-ONU-20L.....	169
Tabla 39: Especificaciones Técnicas de UPS SMX1500RMI2U.....	170
Tabla 40: Especificaciones Técnicas de MOXA EDS-316.....	172
Tabla 41: Especificaciones Técnicas CAJA NEMA IP65 para dispositivos de red.	172
Tabla 42: Costos de los equipos propuestos (Hardware y Recursos Humanos) ...	175
Tabla 43: Tabla de frecuencia del nivel de prioridad para la modificación y o mejora del actual sistema de semaforización	180
Tabla 44: Tabla de Frecuencia de la importancia de aplicar un sistema de semaforización inteligente en la zona de estudio.....	182
Tabla 45: Tabla de Frecuencia de la percepción de la población respecto a la actualización del sistema de semaforización en la zona de estudio comparándola con otras ciudades del Perú	183
Tabla 46: Tabla de Frecuencia de la percepción de la población con el actual sistema de semaforización en la zona de estudio.	184
Tabla 47: Tabla de Frecuencia de la percepción de la población con el programa de tránsito vehicular en la zona de estudio	185
Tabla 48: Tabla de Frecuencia de la percepción de la población respecto al nivel de responsabilidad que tiene el sistema de semaforización con los accidentes de tránsito.....	187
Tabla 49: Tabla de Frecuencia del nivel de Caos Vehicular en la Av. Municipal entre el Ovalo Cusco y el Grifo: Servicentro la Esperanza.....	188
Tabla 50: Tabla de Frecuencia del tiempo que pierden los ciudadanos estancados en el tráfico en la zona de estudio	189
Tabla 51: Tabla de Frecuencia de la percepción de la población respecto al nivel de contaminación ambiental en la zona de estudio, producido por el tráfico vehicular	190
Tabla 52: Tabla de Frecuencia de la percepción de la población respecto a la pérdida de combustible, estancado en el tráfico, dentro de la zona de estudio.	192
Tabla 53: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al Nivel de aprovechamiento de ancho de banda.....	193
Tabla 54: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de aprovechamiento de los divisores.	194
Tabla 55: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al Nivel de convergencia.....	195
Tabla 56: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto a la Disponibilidad de los servicios.....	196
Tabla 57: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto a la cantidad de servicios brindados considerando la capacidad total de la red.....	197

Tabla 58: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de aprovechamiento del almacenamiento de la red	198
Tabla 59: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de apoyo a la población con los servicios actuales	199
Tabla 60: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de monitoreo de las calles del distrito por parte de los operadores de la red.	200
Tabla 61: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al Nivel de apoyo a los pedidos de auxilio que la población emite con la configuración actual de las cámaras de vigilancia de la red	201
Tabla 62: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de detección de incidencias de seguridad ciudadana en el distrito	202
Tabla 63: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de detección de infracciones de tránsito optimizando la red	203
Tabla 64: Análisis de Confiabilidad del Instrumento (Variable Dependiente).....	205
Tabla 65: Análisis de Confiabilidad del Instrumento (Variable Independiente), Cuestionario para la Red Actual	205
Tabla 66: Análisis de Confiabilidad del Instrumento (Variable Independiente), Cuestionario para la Red Propuesta	205
Tabla 67: Tabla de Frecuencia del Nivel de necesidad de actualizar el sistema semafórico en la zona de estudio	206
Tabla 68: Tabla de Frecuencia del nivel de satisfacción con el programa de tráfico vehicular en la zona de estudio.....	207
Tabla 69: Tabla de frecuencia del nivel de caos Vehicular en la zona de estudio .	208
Tabla 70: Tabla de Frecuencia del nivel de aprovechamiento que puede brindar la red	209
Tabla 71: Tabla de Frecuencia del nivel de satisfacción de usuarios por los servicios de la red	210

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura básica de una fibra óptica	40
Figura 2: Arquitectura LAN tradicional	43
Figura 3: Arquitectura LAN tradicional VS Arquitectura LAN Óptica pasiva.....	44
Figura 4: Cisco ME4601 OLT.....	45
Figura 5: Splitter RDJ 901 200.....	45
Figura 6: CISCO ONT ME4600 Residential Gateway User Manual	46
Figura 7: OT-4020VW GEAPON ONU (Optical Network Unit).....	46
Figura 8: MDU V1916GR/V1908R	49
Figura 9: Arquitectura GPON.....	50
Figura 10: Clasificación de GPON	51
Figura 11: FTTH (Fiber to the Home).....	52
Figura 12: FTTN (Fiber to the Node).....	53
Figura 13: Evolución en ventas de vehículos en algunos países	56
Figura 14: Las diez ciudades más propensas a la congestión vehicular en Europa en el año 2016.....	57
Figura 15: Venta Sector automotriz vs. Crecimiento Económico.....	59
Figura 16: Muertes por accidentes de tránsito en función del tipo de usuario.	64
Figura 17: Movilidad Personal de algunas capitales del Mundo	67
Figura 18: Hogares que cuentan con auto o camioneta (Perú)	69
Figura 19: Principales problemas ambientales de Lima Metropolitana que deben recibir mayor atención, 2015.....	71
Figura 20: Sistema RFID Básico.....	74
Figura 21: Esquema de Semáforo Inteligente utilizando RFID	75
Figura 22: Esquema de lectura por medio de tecnología Bluetooth	77
Figura 23: Consulta del proyecto “INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CÁMARAS DE VIDEO VIGILANCIA PARA LA SEGURIDAD CIUDADANA, DISTRITO DE CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA - TACNA - TACNA”.....	93
Figura 24: Portada de la Licitación Pública: ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CÁMARAS DE VIDEO VIGILANCIA - PROYECTO AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO GREGORIO ALBARRACÍN-TACNA.....	94
Figura 25: Tendido de troncales de la red de datos de fibra óptica del distrito CGAL	101
Figura 26: Ubicación de troncales, acometidas y cámaras de la red de datos de fibra óptica del distrito CGAL	102
Figura 27: Distribución de Hilos de Fibra Óptica	103
Figura 28: Dispositivos de las cajas térmicas de los postes con cámaras de la red de datos de fibra óptica del distrito CGAL.....	104
Figura 29: Cámara Axis Instalada para el sistema de videovigilancia de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa	105
Figura 30: Esquema de Conexión de las cajas en los postes del proyecto.	106
Figura 31: ELISE FX EVOLUTION.....	107
Figura 32: ONU GEAPON FURUKAWA.....	108
Figura 33: AXIS T8124 High PoE-60W MIDSPAN 1-PORT	109
Figura 34: Roseta Óptica 2P 4X2 Sobreporte	109
Figura 35: Cámara domo de red PTZ AXIS Q6045-E Mk II.....	111

Figura 36: Cable de fibra Óptica DROP TIGHT BUFFER	112
Figura 37: XProtect® Smart Client.....	113
Figura 38: Diagrama de red de videovigilancia de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.....	126
Figura 39: Avenida Humbolt – Tacna Perú	129
Figura 40: Avenida Municipal – Tacna Perú.....	129
Figura 41: Avenida La Bohemia Tacneña – Tacna Perú.....	130
Figura 42 Ovalo Cusco Ingreso al Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa	131
Figura 43 Ovalo La Cultura Ingreso al Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa	132
Figura 44 Ovalo Tarapacá Ingreso al Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa	132
Figura 45: Plano de Conflictos viales en la ciudad de Tacna	133
Figura 46: Plano de Semaforización en el distrito Coronel Gregorio Albarracín - Tacna	135
Figura 47: Semáforo ubicado en la intersección de la Av. Municipal y la calle la Agronómica.	136
Figura 48: Calle la Agronómica – Tacna.....	136
Figura 49: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y la calle Andres Bello	137
Figura 50: Calle Andrés Bello – Tacna.....	137
Figura 51: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y la Av. los Poetas	137
Figura 52: Av. Los Poetas - Tacna.....	138
Figura 53: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y pasaje s/n	138
Figura 54: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y la calle los Damascos.....	139
Figura 55: Calle los Damascos - Tacna	139
Figura 56: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y la calle Mariano Ignacio Prado.....	140
Figura 57: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y la calle Las Casuarinas	140
Figura 58: Calle Las Casuarinas - Tacna.....	140
Figura 59: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y la calle Angamos	141
Figura 60: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y la calle los Álamos	141
Figura 61: Frontis del Servicentro la Esperanza	142
Figura 62: Calle los Álamos - Tacna	142
Figura 63: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y la calle Las Violetas.....	143
Figura 64: Calle las Violetas - Tacna	143
Figura 65: Comparación de rendimiento de SCATS y SCOOT	144
Figura 66: Sistema Típico SCATS	147
Figura 67: Típico sistema grande SCATS.....	147

Figura 68: Esquema de conectividad de SCATS (NTCU - National Taichung University of Education, 2017)	150
Figura 69: Equipos a Instalar en las CAJAS NEMA	154
Figura 70: Esquema de Conexión Individual por Intersección.....	155
Figura 71: Esquema de Conexión de los semáforos y cámaras.....	156
Figura 72: Conexión de Fibra y Cobre: Todas las Intersecciones	158
Figura 73: Conexión de Fibra y Cobre: INTERSECCIÓN 01.....	159
Figura 74: Conexión de Fibra y Cobre: INTERSECCIÓN 02.....	160
Figura 75: Conexión de Fibra y Cobre: INTERSECCIÓN 03.....	161
Figura 76: Conexión de Fibra y Cobre: INTERSECCIÓN 04.....	162
Figura 77: Conexión de Fibra y Cobre: INTERSECCIÓN 05.....	163
Figura 78: Controlador de Tráfico - CD 300 Vanguard	164
Figura 79: Cámara Traficam X-Stream	165
Figura 80: ONU GEAPON FURUKAWA.....	168
Figura 81: SWITCH Industrial Moxa EDS-316	171
Figura 82: CAJA NEMA IP65 para dispositivos de red.....	173
Figura 83: Kit de Montaje para Poste Pole Mounting Kit when B = 20.00.....	173
Figura 84: Configuración del simulador de AXIS.....	177
Figura 85: Vista previa del escenario del simulador de AXIS	178
Figura 86: Resultados específicos del simulador de AXIS ingresando las especificaciones de las cámaras de videovigilancia de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.	178
Figura 87: Resultado total del simulador de AXIS ingresando las especificaciones de las cámaras de videovigilancia de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.	179
Figura 88: Calculo de ancho de banda de las cámaras Traficam X-Stream con el simulador de AXIS.....	179
Figura 89: Gráfico Estadístico del nivel de prioridad para la modificación y o mejora del actual sistema de semaforización	181
Figura 90: Gráfico Estadístico de la importancia de aplicar un sistema de semaforización inteligente en la zona de estudio.....	182
Figura 91: Gráfico Estadístico de la percepción de la población respecto a la actualización del sistema de semaforización en la zona de estudio comparándola con otras ciudades del Perú	183
Figura 92: Gráfico Estadístico de la percepción de la población con el actual sistema de semaforización en la zona de estudio.....	184
Figura 93: Gráfico Estadístico de la percepción de la población con el programa de tránsito vehicular en la zona de estudio.....	186
Figura 94: Gráfico Estadístico de la percepción de la población respecto al nivel de responsabilidad que tiene el sistema de semaforización con los accidentes de tránsito.....	187
Figura 95: Gráfico estadístico del nivel de Caos Vehicular en la Av. Municipal entre el Ovalo Cusco y el Grifo: Servicentro la Esperanza.....	188
Figura 96: Gráfico Estadístico del tiempo que pierden los ciudadanos estancados en el tráfico en la zona de estudio.	189
Figura 97: Gráfico Estadístico de la percepción de la población respecto al nivel de contaminación ambiental en la zona de estudio, producido por el tráfico vehicular.	191

Figura 98: Gráfico Estadístico de la percepción de la población respecto a la pérdida de combustible, estancado en el tráfico, dentro de la zona de estudio.	192
Figura 99: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al Nivel de aprovechamiento de ancho de banda.....	193
Figura 100: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de aprovechamiento de los divisores.	194
Figura 101: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al Nivel de convergencia.	195
Figura 102: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto a la Disponibilidad de los servicios.....	196
Figura 103: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto a la cantidad de servicios brindados considerando la capacidad total de la red.	197
Figura 104: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de aprovechamiento del almacenamiento de la red	198
Figura 105: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de apoyo a la población con los servicios actuales	199
Figura 106: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de monitoreo de las calles del distrito por parte de los operadores de la red	200
Figura 107: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al Nivel de apoyo a los pedidos de auxilio que la población emite con la configuración actual de las cámaras de vigilancia de la red	201
Figura 108: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de detección de incidencias de seguridad ciudadana en el distrito.	202
Figura 109: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de detección de infracciones de tránsito optimizando la red.	203
Figura 110: Gráfico Estadístico del nivel de necesidad de actualizar el sistema semafórico en la zona de estudio	207
Figura 111: Gráfico Estadístico del nivel de satisfacción con el programa de tráfico vehicular en la zona de estudio.....	208
Figura 112: Gráfico Estadístico del nivel de caos vehicular en la zona de estudio	209
Figura 113: Gráfico Estadístico nivel de aprovechamiento de los beneficios que puede brindar la red.....	210
Figura 114: Gráfico Estadístico del Nivel de satisfacción de usuarios por los servicios de la red.....	211

INTRODUCCIÓN

El uso de las nuevas tecnologías se ha convertido en un gran círculo de actualización frecuente, y escuchar de una compañía, empresa o institución que no esté adaptada al cambio y sobre todo la rechace, simplemente no permanecerá mucho o no será de mucha competencia en el mercado actual, por el principal motivo de que la tecnología brinda, en su mayoría de casos, mejores soluciones a los distintos procesos que se puedan desarrollar. Las instituciones públicas, de la misma manera que las grandes compañías privadas optan por utilizar las soluciones tecnológicas en beneficio de la comunidad.

Por ello, y además el continuo avance tecnológico, hace que el sector público deba optimizar su plataforma de conectividad, para hacer frente a las necesidades muy cambiantes y cada vez más exigentes, tal es el caso de las municipalidades, que atienden a la población.

Para el caso de la Municipalidad Distrital Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa (MDCGAL), existe una red de datos desarrollada e implementada por los años 2013 y 2014, la que puede reutilizarse adicionándole algunos servicios primordiales, como es el caso de un sistema inteligente de control de tráfico.

Es por eso, que el presente trabajo de investigación busca optimizar la red de conectividad de la MDGCAL agregando un sistema de semaforización inteligente.

El **Primer Capítulo** de este trabajo de investigación muestra el problema de investigación, en el que se detalla el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación del estudio, la importancia y las limitaciones.

El **Segundo Capítulo** se contrasta el marco teórico, en el que se explica los antecedentes del estudio, las bases teóricas, la hipótesis y las variables.

En el **Tercer Capítulo** se da a conocer la metodología, mostrando el tipo y nivel de la investigación, la descripción del ámbito de la investigación, la población y muestra, técnicas e instrumentos para la recolección de datos y finalmente el plan de recolección y procesamiento de los datos.

El **Cuarto Capítulo** detalla el desarrollo de la propuesta en donde se encuentran los aspectos generales de la institución (MDCGAL – Municipalidad Distrital Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa), información técnica de la red de datos ya

implementada, la situación vial en la zona de estudio y finalmente la propuesta de mejora.

El **Quinto Capítulo** explica los resultados de la investigación, en donde se detalla el análisis de confiabilidad de los instrumentos aplicados y los resultados estadísticos de las variables según sus indicadores.

Durante el **Sexto Capítulo** se muestran las discusiones del trabajo de investigación

Finalmente, en el **Séptimo Capítulo** se da a conocer las conclusiones y recomendaciones encontradas durante el trabajo de investigación.

CAPITULO I EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A lo largo de los últimos años se ha podido observar un incremento de demanda de los servicios de telecomunicaciones, que surgen de las necesidades de los distintos tipos de usuario (gobierno, compañías públicas y privadas, empresas, instituciones y hogares), es por ello que los mencionados servicios están evolucionado rápidamente y en la actualidad la comunicación de voz, datos y video pueden efectuarse sobre una misma infraestructura, proceso conocido como convergencia de servicios (OSIPTEL, 2014).

Por un lado, está la ciberseguridad que a los operadores les afecta de forma especial al tratarse de un sector que presta servicio a otras industrias críticas, como es el caso del sistema financiero; y por otro lado esta, el cloud computing (servicios en la nube) y la banda ancha requieren de una vigilancia especial puesto que es un blanco perfecto para los ataques cibernéticos (KPMG S.A., 2015). Cabe agregar que otra gran tendencia es el Big Data, según el último informe de la Online Business School (OBS), el tráfico mundial de datos móviles creció en un 74% en comparación con el año anterior, de igual forma el tráfico de datos móviles ha crecido 4.000 veces en los últimos 10 años (ONLINE BUSINESS SCHOOL, 2016).

En tal sentido, es necesario contar con una tecnología y un medio de comunicación, el cual pueda soportar el transporte de información de tal demanda de servicios, es por ello, que surge como respuesta a esa exigencia, dentro de una amplia gama de tecnologías, la red óptica pasiva con capacidad de gigabit a través de las redes de fibra óptica (GPON). Pero no basta con tener esa tecnología y ese medio, también es necesario administrarla de manera adecuada, como es el caso de

Querétaro – México, que la red de fibra óptica del municipio capitalino se encuentra subutilizada. El director de sistemas del municipio indicó que:

“Éste es un proyecto de toda la administración municipal; es decir, que en algún momento la Secretaría de Seguridad Pública pudiera solicitar acceso a este anillo para un proyecto de semaforización, por ejemplo; y así todas las dependencias ir ampliando o mejorando sus servicios, haciendo uso de esta infraestructura.” (NIEVES, 2015)

En ese mismo sentido, como afirma Nieves, se puede implementar un sistema de semaforización inteligente con este tipo de tecnología, ya que en las grandes ciudades del mundo en desarrollo, los tiempos empleados en viajes son generalmente altos y van en aumento debido a que el parque de vehículos inscritos crece rápidamente a raíz del aumento de la población, el incremento de la riqueza y probablemente debido a la imagen crecientemente atractiva en el mundo en desarrollo hacia un estilo de vida que tiene al automóvil por elemento esencial (PARRA & FIGUEROA, 2015).

De la misma manera, según el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) conjuntamente con el Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional – “PROVIAS Nacional”, en su informe técnico N.º 12 – DICIEMBRE 2016 del Flujo Vehicular por Unidades de Peaje, informa que; en octubre del 2016, el Índice Nacional que registra el tráfico de vehículos ligeros y pesados, aumentó en 6,2%, en comparación a lo registrado en octubre del año 2015. Asimismo, en los últimos doce meses, el Índice Nacional del Flujo Vehicular fue mayor en 9,0%, respecto a octubre 2015 (INEI, 2016) .

Las cifras descritas anteriormente, indican el crecimiento de tráfico que viene afectando al país, debido a ello, es que actualmente se produce con mayor frecuencia la congestión vehicular causando incrementos en los tiempos de viaje, consumo excesivo de combustible, mucho estrés y contaminación ambiental por la constante aceleración de los vehículos.

De manera semejante, en la ciudad de Tacna, incrementó el parque automotor, que aumentó la cantidad de semáforos de 29 unidades al año 2007 a 79 unidades al año 2013, eso representa más del 250 %, incrementando el tiempo de recorrido en el centro de la ciudad, por lo

tanto, los semáforos existentes tendrán que actualizarse y los nuevos semáforos deberán contener los sistemas necesarios para la accesibilidad del usuario (MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, 2015), asimismo, Gregorio Albarracín Lanchipa es el distrito con mayor densidad poblacional y en los últimos 8 años ha sufrido un incremento de aproximadamente 37000 habitantes, de tal manera que en la actualidad el congestionamiento de la Av. municipal es grave y alarmante. (MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CRNL. GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA - Gerencia de Desarrollo Urbano, 2016)

De acuerdo a lo planteado anteriormente se desea dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿De qué manera la optimización del flujo de datos de la red de videovigilancia de la municipalidad distrital de Gregorio Albarracín Lanchipa de la ciudad de Tacna, utilizando un sistema inteligente de control de tráfico, podrá mejorar el tránsito vehicular?

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿De qué manera un sistema inteligente de control de tráfico vehicular puede optimizar el flujo de datos de la red de videovigilancia de la municipalidad distrital de Gregorio Albarracín Lanchipa de la ciudad de Tacna?

1.2.2. Problema Específico

- ¿Cuál es el nivel de Convergencia de la red de datos de la municipalidad Gregorio Albarracín Lanchipa?
- ¿Cuál es el nivel de aprovechamiento de los beneficios que puede brindar la red de conectividad de fibra óptica de la municipalidad de Gregorio Albarracín Lanchipa?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo General

Demostrar que la Integración de un sistema inteligente de control de tránsito puede optimizar el flujo de datos de la red de la municipalidad distrital Gregorio Albarracín Lanchipa para mejorar el tráfico vehicular.

1.3.2. Objetivo Específico

- Optimizar la red de conectividad de fibra óptica de la municipalidad de Gregorio Albarracín Lanchipa para operar como una red convergente que permita el transporte de múltiples servicios tecnológicos, reduciendo con esto el costo del despliegue de lo propuesto.
- Calcular el nivel de utilización de recursos de la red de datos actual y compararla con la propuesta.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

1.4.1. Justificación Teórica

La presente propuesta, busca establecer un marco de referencia técnico, optimizando el uso de la red de conectividad del sistema de video vigilancia con la que cuenta actualmente la municipalidad distrital de Gregorio Albarracín Lanchipa, adicionándole un servicio de semáforos inteligentes, respetando estándares internacionales IEC, UIT, entre otros. De esa manera se motivará al distrito en estudio, para adicionar servicios tecnológicos a la red actual. Por otro lado, la investigación que se plantea servirá como base para todos los investigadores que deseen ampliar el estudio, y porque no su implementación, de esta manera se desarrollará una contribución intelectual.

1.4.2. Justificación Práctica

El marco de referencia radicará en base al distrito Gregorio Albarracín Lanchipa con la finalidad de establecer lineamientos para aprovechar la capacidad de ancho de banda de la red de videovigilancia actualmente subutilizada, usar la red ya tendida será de gran ayuda, dado que no se deberá de implementar una nueva red de conectividad para el transporte de información, evitando de esta manera que el proyecto considere este componente que representa el porcentaje más grande de la inversión, ya que el medio por el cual se conectará la red de semáforos inteligentes ya está construido y será utilizado por el servicio propuesto.

A su vez, la propuesta pretende en un inicio, beneficiar a la zona en la que se propondrá implementar los semáforos inteligentes, para ordenar parcialmente el tráfico vehicular, además de servir como principal referencia para la implementación de nuevas tecnologías y servicios que se pueden brindar.

El uso aplicativo de esta investigación es el establecimiento de un marco de referencia técnico para mejorar el flujo de datos de la red de conectividad del distrito, que está siendo utilizada exclusivamente por el sistema de video vigilancia, proponiéndose la optimización de esta red mediante la convergencia de servicios tecnológicos en el distrito.

1.4.3. Justificación Metódica

Dentro de las diversas tecnologías actuales para administrar una red, se optó por utilizar la tecnología PON (Red óptica pasiva), específicamente de tipo GPON (Red Óptica Pasiva con capacidad de Gigabit), principalmente porque la red de videovigilancia con la que cuenta el distrito en estudio está construida con esta tecnología. (MUNICIPALIDAD DISTRITAL CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA, 2012) .

Al mismo tiempo, se justifica utilizar este tipo de tecnología debido a que ofrece mayor ancho de banda por su velocidad con la que trabaja, la cual es superior a 1 Gbit/s, si es bien administrado, además, tal vez una de las características más importantes, es su alcance a soportar, el mismo oscila entre los 20 Km, aunque según su estándar, este estaría preparado para que pueda llegar hasta los 60 Km. GPON no sólo ofrece mayor ancho de banda que sus tecnologías predecesoras, es además mucho más eficiente y permite a los operadores continuar ofreciendo sus servicios tradicionales (voz basada en TDM, líneas alquiladas, etc.) sin tener que cambiar los equipos instalados en las dependencias de sus clientes. Entre otras funcionalidades incorporadas cabe destacar: monitorización de la tasa de error, alarmas y eventos, descubrimiento y ranging automático, etc. (MILLÁN TEJEDOR, 2008).

Ofrece un mejoramiento de la confiabilidad de la red de acceso utilizando SDH (Jerarquía Digital Sincrónica), utiliza algunos mecanismos de seguridad, por ejemplo: previene que usuarios externos decodifiquen los datos de bajada, también previene que usuarios externos se hagan pasar por un ONU/ONT o un usuario (CEVALLOS R., MONTALVO E., & VINUEZA R., 2017).

1.4.4. Justificación Legal

Al optimizar la red de datos principalmente se desea aprovechar la capacidad total del ancho de banda que soporta la red, asimismo, con la integración del sistema, se busca ordenar de forma parcial el tránsito vehicular, reducir los incrementos en los tiempos de viaje, el consumo excesivo de combustible, y la contaminación ambiental por la constante aceleración de los vehículos, aportando a la **Ley N.º 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre** en su **artículo 4.3**, que especifica que el estado procura la protección de los intereses de los usuarios, el cuidado de la salud y el resguardo del medio ambiente.

Además, la tecnología que se utilizará para la administración de la red y el sistema de control de tráfico se apoyan en lo que dice el **artículo 7.1**, el cual especifica que el estado promueve la utilización de técnicas modernas de gestión de tránsito con el fin de optimizar el uso de la infraestructura existente. (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2017).

1.5. IMPORTANCIA

Esta investigación aportará con una propuesta de marco de referencia técnico para la optimización de la red de conectividad del sistema de videovigilancia del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa. Será de mucha utilidad para desplegar a futuro una red de semaforización inteligente por toda la ciudad, ya que no existe aún un sistema de este tipo implementado en el distrito.

Asimismo, el estudio será un aporte importante como una base para el desarrollo de nuevas aplicaciones que mejoren el servicio que brinda la red de conectividad instalada, además de influir en el eficiente uso de sus

recursos tecnológicos aportando también a nuevas consideraciones en cuanto a dispositivos más actualizados.

La investigación contribuirá para encontrar una solución a la principal problemática que conlleva tener una ciudad con tráfico vehicular desordenado, la congestión automovilística junto al ruido que genera, incrementos en los tiempos de viaje, consumo excesivo de combustible, estrés y la contaminación ambiental.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo de investigación se presentaron las siguientes limitantes con el fin de concientizar lo que no es posible realizar, teniendo en claro dichos puntos, se logra que la propuesta sea precisa y eficaz.

- La recolección de información técnica sobre los equipos es limitada puesto que el servicio lo hacen terceros.
- La implementación de la propuesta para semáforos inteligentes, requiere una alta inversión económica por lo que se queda solo en una propuesta con fundamento teórico y práctico.
- El desarrollo de la propuesta solo llega a fines de estudio, los resultados son solo estimaciones y no refleja un resultado exacto de la situación, por lo que las variables presentan cambios con regularidad dependiendo de otros factores como el clima y otros más.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1. Antecedentes Internacionales

- **En Ecuador Quito, Gaona & Santillán (2013) en su trabajo de investigación “Análisis de factibilidad del área técnica y diseño de una red FTTH GPON en el sector de Cumbayá”.** **Detallan que:** El mundo de las telecomunicaciones se encuentra en este momento en una etapa de evolución, expansión e invasión de multiservicios de telecomunicaciones como voz, video y datos gracias a la implantación de nuevas tecnologías que están abriendo paso al ofrecer varios servicios que trabajan sobre una misma red.

Por ello desean realizar un análisis de factibilidad en el área técnica y crear el diseño de una red FTTH que utiliza GPON, esta es una tecnología de acceso de banda ancha mediante fibra hasta el hogar, que permite ofrecer todo tipo de multiservicios o llamados Triple Play sobre una misma plataforma y con un gran ancho de banda todo a un menor costo.

Culminando con su estudio, analizaron la factibilidad del área técnica y diseño, dieron solución a la constante congestión que sufren las redes actuales y, además, cabe la posibilidad de ofrecer nuevos servicios a los clientes a parte de los que ya se han visto, tan solo requieren un gran alto ancho de banda permitiendo brindar un servicio con escalabilidad, disponibilidad y estándares de calidad.

Por otro lado, para los usuarios es indiferente la infraestructura, lo que requieren son mejores precios con una mayor calidad. Al brindar FTTH con tecnología GPON permite que el usuario pueda recibir varios servicios sobre una misma plataforma sin necesidad de instalar varios equipos los mismos que para este diseño fueron seleccionados basándose en aspectos técnicos como financieros, pero en este caso se prefirió adquirirlos con una sola casa fabricante y que cumplan con los requisitos necesarios para la instalación de la red, lo cual genera ahorro en costos de instalación y que se trabaje con un solo proveedor.

- **En Ecuador Quito, Leon (2015) en su trabajo de tesis “Análisis y diseño de la red FTTH con Tecnología GPON para el ISP Troncalnet en el Cantón Cañar”. Explica que:** Considerando que la fibra óptica presenta las mejores características y ventajas frente a cualquier otro medio de transmisión, la Empresa TroncalNet en la ciudad de Cañar pretende ampliar su mercado y proveer de sus servicios con calidad y confiabilidad que sus clientes y la sociedad así lo demandan.

En la actualidad surge la demanda de parte del mercado de las telecomunicaciones de mayores capacidades de ancho de banda y calidad en el servicio brindado, conscientes de los inconvenientes que presentan las comunicaciones con radio enlaces respecto a interferencias, saturaciones y pérdidas de señal, existe la buena voluntad de los Administradores de TroncalNet para que se implemente la red GPON en el Cantón Cañar lo que contribuirá para ser más competitivo en el mercado local con en el mejoramiento de sus servicios prestados a través del ISP.

Luego del análisis se debe tener muy en cuenta que el dimensionamiento y proyecciones de crecimiento a futuro en la red de acceso debe estar relacionado a la realidad del cantón sin sobredimensionar los recursos a utilizar, caso contrario la red no

sería viable por los costos, el diseño de la red GPON es escalable tanto en cobertura para potenciales clientes de la zona urbana y poblados rurales cercanos, así mismo en capacidades de ancho de bandas teóricamente ilimitadas.

- **En Bolivia Caracas, Perez (2012) en su investigación “Desarrollo de un sistema de conteo y monitoreo de para tráfico vehicular”.** Indica que: Llevó a cabo el desarrollo de su trabajo donde realiza el conteo, la clasificación y la detección de la velocidad promedio de los vehículos que transitan por el área de estudio seleccionada, la Carretera Hoyo de la Puerta-El Placer, que presenta altos índices de congestión. Seleccionó dos sensores de tráfico para la realización de dicho sistema, un radar microonda que hace uso del efecto doppler y una cámara que utiliza tecnología de video detección.

Este proyecto formó parte de una plataforma de adquisición de datos de tránsito que permitirá la elaboración de estadísticas sobre el volumen de vehículos y reportes de tráfico en tiempo real. Se planteó una serie de objetivos específicos, llevados a cabo a través de una metodología dividida en cinco fases, la cual comprende inicialmente la selección, compra y estudio de los sensores de tráfico, el desarrollo de una aplicación en LabVIEW© para la lectura de datos y la instalación y configuración de los equipos.

Como resultado de lo antes descrito logró comprobar el funcionamiento de los sensores escogidos, a través de una fase de prueba que comprendió la recolección de datos de tres días diferentes, lo que certifica la puesta en marcha del sistema. Asimismo, dio a conocer las bondades de los sistemas de monitoreo de tráfico vehicular actual existente en el mercado actual, de la misma manera indica que los sensores de tecnología no intrusiva son los indicados para desarrollar un sistema de conteo y monitoreo para tráfico vehicular, dado que

estos no interfieren con la circulación normal del tráfico a la hora de su instalación mantenimiento y reparación.

- **En Ecuador Ambato, Chavez (2015) en su investigación “Sistema de Semaforización Inteligente para el Control de Flujo Vehicular mediante el Procesamiento de Imágenes”.** **Indica que:** la necesidad de una movilidad vehicular sostenible, hace necesario el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías con el fin de mejorar el tráfico vehicular en muchos aspectos como mayor fluidez, reducción de accidentes, entre otros.

Así pues, para mejorar la congestión vehicular; que se ha convertido en un gran problema tanto para conductores como para peatones, lo que causa conflictos en la población, ciudades como Buenos Aires, Sao Paulo, Ciudad de México, Lima, Quito, Bogotá o Santiago son protagonistas de largas filas en las vías principales; además de conductores que se impacientan, bocinas, imprudencia, invasión de carril, ruido, violencia verbal, estrés, gases de los vehículos y embotellamientos; es que plantearon un sistema de semaforización inteligente.

Utilizó una investigación bibliográfica, como también una de campo, adicional a ello realizaron una investigación experimental ya que hicieron pruebas de un prototipo con el software MATLAB para poder conocer su efectividad en tanto a la detección correcta de vehículos y el tiempo de respuesta del sistema. Obtuvieron información real sobre el tráfico vehicular de la ciudad de Ambato proporcionada por la UMT (Unidad Municipal de Tránsito), específicamente al centro de monitoreo de tránsito, e hicieron pruebas del prototipo simulando circunstancias reales. Diseñaron un sistema de semaforización inteligente mediante el procesamiento digital de imágenes para controlar el tiempo de las fases de los semáforos en dependencia al número de vehículos existentes en la vía.

El sistema está formado tres fases fundamentales: adquisición (las cámaras), el procesamiento (el ordenador y la aplicación) la placa de control (Tarjeta Arduino), los semáforos y la interfaz del sistema. Finalmente concluyó que su investigación realizada sobre el tráfico vehicular en la ciudad de Ambato permite definir que el porcentaje más alto de tráfico no responde a las horas pico ya que este varía dependiendo del día y el lugar, determinó la fórmula para la distancia focal de la cámara a utilizar en dependencia a la altura y el área focal que se desea cubrir y el prototipo se ve afectado directamente por la luminosidad existente. Esta es una variable que no se puede controlar ya que esta varía en el transcurso de las horas y por el clima.

- **En Venezuela Maracaibo, Linares & Sánchez (2013) en su investigación “Control de Tráfico Vehicular por medio de Semáforos Inteligentes” Indican que:** existe una cantidad de población muy alta en las ciudades del planeta, por lo tanto es necesario la implementación de un sistema de tráfico vehicular con semáforos inteligentes, ya que las calles no solamente son circuladas por humanos sino también por vehículos automóviles, que son el medio de transporte más popular.

Los semáforos convencionales no toman una decisión, solo hacen un cambio de luces cada cierto tiempo de manera repetitiva y esto genera problemas como largos tiempos de espera innecesarios para desplazarse por la ciudad o congestiones de vehículos que pueden ser resueltos de manera más efectiva. Los autores del proyecto utilizaron El Proceso Unificado de Desarrollo Software en sus cuatro etapas: concepción, elaboración, construcción y transición para crear un sistema.

En sus resultados definieron que la creación de un sistema de control de semáforos inteligentes para el control del tráfico vehicular en la ciudad de Maracaibo, permite una mejoría del

flujo del tráfico gracias a la capacidad de detección de vehículos y toma de decisiones que dan prioridad a las avenidas con mayor flujo de tráfico. Una vez construido el sistema de semáforos inteligentes se hicieron una serie de pruebas en un ambiente de intersecciones simulado para determinar si se han alcanzado las expectativas del proyecto.

Luego de haber culminado el desarrollo del proyecto se citaron ciertas recomendaciones, basándose en las pruebas simuladas que ayudarán a mantener el sistema funcionando óptimamente y a su futura mejoría. Los autores recomiendan interconectar los semáforos de las intersecciones en red, para así tener un mayor y mejor control del tráfico en las intersecciones segundas o paralelas, como también dar el mantenimiento periódico a las conexiones y leds del sistema de semáforos, para que se pueda brindar a la ciudad un servicio de calidad, donde los semáforos estén siempre en óptimas condiciones.

- **En España Madrid, La Rocha (2009) en su tesis “Mejora del Tráfico en un cruce Regulado por Semáforos, mediante un Sistema basado en Visión Artificial” Señala que:** El proyecto supone el desarrollo y pruebas experimentales de un sistema inteligente (TEA, Traffic Enhancement Application) que, a partir de cámaras IP y antenas Bluetooth instaladas en los semáforos, ejecute en tiempo real decisiones sobre los semáforos para la optimización del tráfico en una intersección.

Para la detección y conteo de vehículos, utilizando sensores, la manera de detectar los vehículos que se encuentran parados en el semáforo o que se aproximan a la intersección, está basada en el tratamiento digital de las imágenes tomadas mediante cámaras inalámbricas montadas en el semáforo. Para realizar dicho tratamiento digital de imágenes desarrollaron dos algoritmos, uno para la detección de vehículos de día y otro para la detección de vehículos de noche.

Como valor añadido, también gracias al tratamiento digital de las imágenes, se ha desarrollado un algoritmo para la estimación de la velocidad de los vehículos que se aproximan a la intersección. Esta información permite saber si se puede llegar a producir una colisión de un vehículo con otro en la intersección en el caso de que alguno de ellos cruce la intersección sin el “permiso” concedido por los semáforos. Por otro lado, la manera de discrepar entre vehículos de emergencia, transporte público y vehículos corrientes se realiza mediante técnicas de comunicación Bluetooth, ya que las técnicas de tratamiento digital de imágenes no han resultado efectivas para discriminar vehículos prioritarios.

TEA contiene tres módulos; detección y contabilización de vehículos, detección de vehículos prioritarios y sistema de toma de decisiones, han sido evaluados utilizando un entorno simulado y un entorno real. Respecto a la evaluación en un entorno simulado, se incluye en este proyecto un simulador del tráfico que fluye en una intersección. Respecto a la evaluación en un entorno real, se han realizado pruebas experimentales utilizando semáforos de obra para ejecutar las decisiones de regulación semafórica inteligente, sobre una intersección real por donde circulan un flujo medio de vehículos.

El autor obtiene como resultados que los tiempos de espera de los vehículos que circulan por una intersección y el número de paradas y arranques pueden ser reducidos por medio de sistemas de regulación inteligente de tráfico, por ello, las emisiones contaminantes también pueden reducirse al permanecer los vehículos durante menos tiempo esperando en la intersección y al reducir el número de arrancadas.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

- **En Perú Lima (2016), López, en su trabajo de investigación “Diseño de una red de fibra óptica para la implementación en el servicio de banda ancha de Coishco (Ancash)”. Explica**

que: Las tecnologías que han venido desarrollándose en el Perú y el mundo han permitido que las telecomunicaciones avancen, una de las razones que ha venido mejorando es el ancho de banda. Hoy se trabaja bastante con fibra óptica debido a que permiten la transmisión de gran cantidad de datos y con velocidades superiores a 1 Gbps (Gigabyte por segundo).

Una de las soluciones para la problemática del ancho de banda es la transmisión en fibra óptica, esto soluciona nuestro problema, pero es muy caro el servicio, mayormente lo tienen las instituciones o las zonas residenciales que puedan pagar este costo, por lo que hasta ahora no llega hasta cualquier usuario.

En este mercado competitivo de las Telecomunicaciones y debido al aumento creciente en la demanda de ancho de banda, los operadores se han visto en la necesidad de mejorar sus redes y en la mayoría de los casos, hacer uso de los dispositivos de comunicaciones que utilizan la fibra óptica como medio de transmisión.

Debido a ello, López se basa en el diseño de una red de fibra óptica en los servicios de banda ancha en una zona de viviendas en el municipio distrital de Coishco-Ancash; donde diseñó hasta las cajas de acceso a vivienda y analizó si la atenuación es viable con la tecnología GPON. Esta instalación podrá ofrecer servicios triple-play (voz, video y datos) basados en la tecnología de la fibra óptica.

Al completar el estudio, pudo determinar que el uso de nuevas tecnologías tiene un ancho de banda standard necesario de 2,5 Gbps, muy aparte encontró la máxima pérdida de potencia de 24,55 dB en el cual ese valor indica que los usuarios más alejados van a contar con servicios de banda ancha y finalmente halló aproximadamente los costos de instalación y equipos de red en

232896,449 soles y aproximadamente el tiempo de implementación será de 94 días hábiles.

- **En Perú Puno (2017), Chayña, en su investigación “Diseño de una red de acceso FTTH utilizando el estándar GPON para la empresa AMITES S.A.C.” detalla que:** En la actualidad la tecnología GPON es uno de los estándares más modernos para la implementación de redes de acceso para proveedores de telecomunicaciones; esta tecnología les permite ofrecer el acceso a diferentes tipos de comunicación a sus abonados.

Debido que esta tecnología usa como medio físico la fibra óptica tiene grandes ventajas sobre el cable de cobre, como la posibilidad de un mayor ancho de banda y menos interferencias por ruido, debido a estas ventajas de la fibra óptica se crearon las redes PON (Pasive Óptica Network), redes que permite a los usuarios y operadores de telecomunicaciones contar con un mayor ancho de banda y mejores servicios, su naturaleza punto a multipunto, resulta en ahorros significativos en la instalación de la fibra óptica y en interfaces ópticos, otra de las ventajas es que estas redes no requieren de elementos activos entre el operador y el abonado lo que es una ventaja para el operador en gastos de operación e implementación.

En tal sentido, el autor, para la realización de la investigación inició con la recopilación de información que consistió en recorrer la zona que se seleccionó como muestra donde se levantó información referente a la distancia que recorrerá la red de acceso, los postes de apoyo que se utilizara, el número de viviendas unifamiliares, el numero negocios, dicha información se procesó en Google Heart para un previo diseño , donde se definió la ruta de la red acceso y la ubicación de los NAPs (caja de distribución de abonado), en seguida se realizaron cálculos de ingeniería para la ODN de tal forma nos permita conocer si cumple el presupuesto óptico y se definió la ubicación de los NAPs cumpliendo con las normas ITU. Seguidamente se

procedió con la implementación de planos de recorrido y ubicación de los NAPs para su posterior implementación.

Finalmente concluye que las redes de acceso son la parte fundamental para los operadores de telecomunicaciones, por ello se debe diseñar cumpliendo estrictamente los estándares propuestos por las entidades reguladoras, junto a ello, la tecnología FTTH es una buena opción para la implementación de redes de acceso debido que usa fibra óptica de extremo a extremo y no tiene elementos activos en medio que puedan causar problema en el tiempo, además se mantendrá vigente tecnológicamente debido que la fibra óptica es un medio de transmisión que a la fecha no tiene remplazo.

- **En Perú Cusco (2014), Molina, en su investigación “Evaluación y Planteamiento de optimización de la capacidad vial, congestión vehicular y análisis de flujo vehicular en las principales intersecciones semaforizadas del centro histórico del distrito de Santiago y avenidas aledañas al mercado San Pedro”. Indica que:** La infraestructura del sistema vial es uno de los patrimonios más valiosos con el que cuenta cualquier país, por lo que su magnitud y calidad representa uno de los indicadores del grado de desarrollo del mismo.

En los últimos años el desarrollo mundial cada vez más acelerado y globalizado, ha hecho del transporte de bienes y personas una necesidad creciente que requiere de soluciones eficaces e integrales, es por esto que la Ingeniería de Tránsito juega un papel importante dentro de este contexto y el Centro Histórico del Distrito de Santiago y Avenidas aledañas al mercado San Pedro en la Ciudad del Cusco no son ajenos a este concepto.

Gran parte de los conceptos teóricos han sido elaborados en países de gran capacidad económica, en cambio en nuestro país por la falta de este recurso y antecedentes de investigaciones

similares, nos obliga al ingenio y a la aplicación de medidas austeras que garanticen un alto grado de efectividad.

Debido a ello, el autor trata de evaluar y plantear soluciones que ayuden a resolver problemas ocasionados por el crecimiento vehicular como el aporte para un crecimiento ordenado del tránsito vehicular haciendo un análisis de la situación actual recurriendo al uso de un conteo vehicular (volumen) y dando sus respectivas interpretaciones, la presencia de los dispositivos de control, marcas en el pavimento, análisis de los semáforos y los respectivos tiempos de distribución, así como la simulación, utilizando simulador Synchro 7 para su análisis.

Finalmente, a través de los resultados que obtuvo explica que las intersecciones principales estudiadas, presentan un 62.50% de niveles de servicio bajo, el 37% presentan niveles de servicio altos; con el Plan de Optimización se obtiene un 11.11% con nivel de servicio bajo y un 33.33% con nivel de servicio alto al que operará el sistema.

- **En Perú Trujillo (2014), López, en su trabajo de investigación “Diseño de un modelo de monitoreo para mejorar el flujo de Tránsito Vehicular a través de Semáforos Inteligentes en la ciudad de Trujillo”. Explica que:** En la actualidad nos vemos influenciados por el crecimiento y desarrollo de las tecnologías emergentes, dichos avances se han venido insertando en la mayoría de organizaciones e instituciones públicas y privadas dando origen a grandes cambios a nivel estructural. Debido a ello es que Trujillo no es ajena a esta situación, en donde el crecimiento de la población ha traído como consecuencia que las ciudades crezcan demográficamente y por lo tanto también su infraestructura.

A pesar que la ciudad está completamente señalizada, los semáforos son insuficientes y operan de manera temporizada; esto es pasan de un estado a otro siguiendo un patrón de

secuencia fija, carecen de una sincronización, lo que representa una gran desventaja durante las horas picos en importantes arterias viales ya que los cambios se realizan en tiempos no adaptados a las condiciones del tráfico, y mientras una intersección vacía tiene luz verde la arteria principal se detiene a esperar el cambio agrupando los vehículos hasta congestionar el carril.

Por ello, el autor desarrolla un sistema de semaforización para el monitoreo y control del tránsito vehicular basado en semáforos inteligentes para la Ciudad de Trujillo, la cual tiene como objetivo gestionar la circulación vial en las principales calles y avenidas de la ciudad, supervisar la fluidez vehicular y el cambio de luces en los semáforos. A través de diversas técnicas de recolección de información e instrumentos de análisis como: observación directa, entrevista, encuesta, cuestionario, análisis situacional y documental, el autor pudo determinar los síntomas y causas de la problemática en el proceso gestión vial.

Posterior al trabajo de investigación de López concluye que su sistema produce un mejoramiento en el tránsito Vehicular en un 20% más para el Centro de Control de tráfico vehicular, entre lo que destaca el análisis del tránsito vehicular, registro de acontecimientos viales, y la generación oportuna de informes sobre los datos obtenidos, así como lo referente a la gestión vial y vehicular de la ciudad.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Red de Datos con tecnología PON

2.2.1.1. El Ancho de Banda hoy en día

Actualmente el desarrollo de las telecomunicaciones está impulsando cada vez más la necesidad de implementar redes de banda ancha, por ende, la frontera entre el mundo de las telecomunicaciones y el de los medios es imperceptible y lo será cada vez más (KPMG S.A., 2015), asimismo, la infraestructura de banda ancha no sólo debe ser considerada como una herramienta

de conectividad, sino como un medio para la aplicación de políticas que apunten a lograr una mayor inclusión social y competitividad económica.

Entre 2005 y 2010, las tecnologías de acceso experimentaron importantes avances que se tradujeron en aumentos significativos en las velocidades de transmisión de datos. Así, surgió la banda ancha que no solo efectivizó la convergencia en términos de redes, dispositivos y contenido, sino que fundamentalmente permitió el desarrollo de aplicaciones en la nube, más interactivas e intensivas en audio y video, que permiten ofrecer todo tipo de servicios en línea, desde los de ocio y entretenimiento hasta los productivos y de interés social. En la actualidad, se observa una consolidación de trayectorias tecnológicas, asociada al continuo desarrollo de las redes de acceso de alta velocidad y la masificación de los dispositivos para acceder a los servicios provistos a través de ellas (JORDÁN, GALPERIN, & PERES, 2013).

Los principales operadores de telecomunicaciones del mundo están definiendo avanzadas redes convergentes de banda ancha basadas en IP, que permiten ofrecer más servicios sobre la misma infraestructura. Además de reducir la inversión necesaria en equipamiento de red, esta convergencia trae consigo para los operadores una reducción de la complejidad de la gestión y unos costes operativos más bajos. Entre las tecnologías más interesantes que están permitiendo esta convergencia cabe destacar, a GPON, la tecnología de acceso mediante fibra óptica con arquitectura punto a multipunto más avanzada en la actualidad (MILLÁN TEJEDOR, 2008).

2.2.1.2. Fibra Óptica

La fibra óptica (F.O.) es un filamento delgado y flexible básicamente compuesto por un núcleo o Core de plástico o vidrio de alto índice de refracción sobre el que se monta una cubierta, manto o Cladding de plástico o vidrio de menor índice de

refracción, cubriendo a esta última una chaqueta, envoltura o jacket. Adicionalmente se puede encontrar un material de refuerzo rodeando el manto de la fibra (CEVALLOS R., MONTALVO E., & VINUEZA R., 2017).

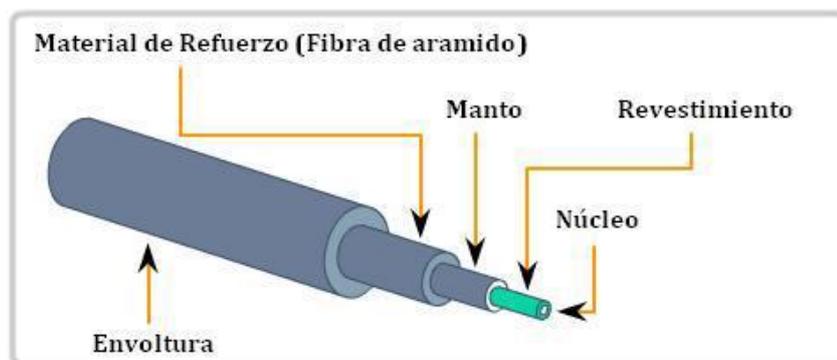


Figura 1: Estructura básica de una fibra óptica
 Fuente: Publicación "Estudio y Diseño de una Red de Última Milla, Utilizando la Tecnología G-PON, Para el Sector del Nuevo Aeropuerto de Quito" (CEVALLOS R., MONTALVO E., & VINUEZA R., 2017)

Las economías de escala y experiencia acumulada en el núcleo de la red, con elevados niveles de tráfico, ha permitido que la viabilidad económica de la fibra y los componentes ópticos sea un hecho. Los servicios que se pueden emplear sobre una red de estas características son además los mismos que se pueden ofrecer sobre la red móvil. La fibra óptica es el medio de transmisión más avanzado y el único capaz de soportar los servicios de nueva generación. Las principales ventajas de tener un bucle de abonado de fibra óptica son:

- Mayores anchos de banda
- Mayores distancias desde la central hasta el abonado
- Mayor resistencia a la interferencia electromagnética
- Mayor seguridad
- Menor degradación de las señales

Además, la reducción de repetidores y otros dispositivos supondrán:

- Menores inversiones iniciales

- Menor consumo eléctrico
- Menor espacio
- Menos puntos de fallo

La obra civil a realizar para el tendido de fibra puede verse reducido a partir de innovadoras alternativas; por ejemplo, NTT en Japón y Verizon en EEUU han empleado en algunos casos un tendido aéreo en vez de tendido subterráneo. También cabe destacar la solución de fibra “soplada” (blow fibre), mediante la cual la fibra es tendida sobre canalizaciones existentes a través de pistolas de aire comprimido.

Los Gobiernos de todas las naciones reconocen la necesidad de desplegar redes de fibra óptica para mejorar la competitividad de sus economías. Los principales operadores de telecomunicaciones del mundo, incluida Telefónica, también han comenzado el despliegue de GPON, la tecnología de acceso de fibra óptica con arquitectura punto a multipunto (MILLÁN TEJEDOR, 2008).

2.2.1.3. Red Óptica Pasiva (Passive Optical Network - PON)

A medida que pasa el tiempo, la demanda por líneas de acceso de alta capacidad incrementa, por lo que la tecnología existente no satisface lo demandado. Una red PON puede responder a estas demandas porque es, en su mayor parte o en algunos casos en su totalidad, fibra óptica. Los usuarios de negocios o comunidades científicas o educativas se suelen conectar a un anillo de distribución SDH que permite velocidades de varios cientos de Mbit/s. Al ser toda la infraestructura de fibra óptica, se proporciona una transmisión muy segura y libre de errores, con una alta capacidad de transferencia. La mejor estructura de red para una PON es la estructura backbone, de esta manera puede recorrer millas sin problemas, por ejemplo, de ciudad en ciudad (LOOR DÍAZ & NOVOA COX, 2010).

Según indica la UIT (Unión Internacional de las Telecomunicaciones) (2012) la sección óptica de un sistema de

red de acceso local puede ser activa o pasiva. Este tipo de redes se caracterizan por permitir eliminar todos los componentes activos existentes entre el servidor y el cliente, introduciendo en su lugar componentes ópticos pasivos (que carecen de energía) para guiar el tráfico por la red. Las diferentes tecnologías que engloban este tipo de red son:

- APON
- BPON
- GPON
- EPON
- 10GPON

Sus principales ventajas son las siguientes:

- Aumento de la cobertura hasta los 20 Km. (desde la central). Con tecnologías DSL como máximo se cubre hasta los 5,5 Km.
- Ofrecen mayor ancho de banda para el usuario.
- Mejora en la calidad del servicio y simplificación de la red debido a la inmunidad que presentan a los ruidos electromagnéticos.
- Minimización del despliegue de fibra óptica gracias a su topología.
- Reducción del consumo gracias a la simplificación del equipamiento.
- Más baratas que las punto a punto (NAVARRO, JOYANES AGUILAR, PÉREZ MÉNDEZ, & CAMILO, 2017).

A pesar de las numerosas ventajas que se pueden encontrar respecto a la fibra óptica, también se pueden identificar desventajas, como principalmente, cambiar de la red de cobre a una de fibra, que puede demandar gran inversión, y en definitiva algo muy contrastado como la resistencia al cambio de los usuarios (CEVALLOS R., MONTALVO E., & VINUEZA R., 2017).

Tabla 1: Comparativa de las principales tecnologías PON

TECNOLOGÍA	BPON	EPON	GPON
CARACTERÍSTICA			
ESTÁNDAR	ITU-T G.983	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984
PRIMER TRABAJO	1995	2000	2002
ALCANCE MÁXIMO	20Km	20Km	60Km (20Km máximo entre ONT)
DOWNSTREAM	155/622/1244 Mbps	1.2 Gbps	1.2/2.4 Gbps
UPSTREAM	155/622 Mbps	1.2 Gbps	1.2/2.4 Gbps
SPLITTING FACTOR	1:16	1:16 / 1:32	1:64 1:128 (en desarrollo)
EFICIENCIA	70%	80% 60% utilizando servicio de voz	93%
TRANSPORTA SEÑALES CATV-RF	SI	NO	SI
PROVEE PROTECCIÓN PUERTOS PON	SI	NO	SI
PROVEE SEGURIDAD EN EL DOWNSTREAM	SI	NO	SI
CUENTA CON MECANISMO DE CORRECCIÓN DE ERRORES	NO	SI	SI

Fuente: Redes FTTx: Conceptos y Aplicaciones (LATTANZI & GRAF, 2017)

En esta tabla se pueden ver algunas características principales de las tecnologías mencionadas anteriormente.

Con respecto a las infraestructuras LAN tradicionales, se basan en switches activos en capas diseñadas en tres niveles. En una configuración LAN empresarial típica, un grupo de ordenadores individuales se conecta a un concentrador o un conmutador de capa de acceso. El conmutador de capa de acceso reenvía los paquetes de red iniciados desde computadoras individuales hasta el switch de capa de distribución. Finalmente, el paquete se envía al núcleo y enrutado al usuario. Si el destino está conectado al mismo conmutador, el tráfico se encaminará al destino sin pasar por los conmutadores de la capa superior.

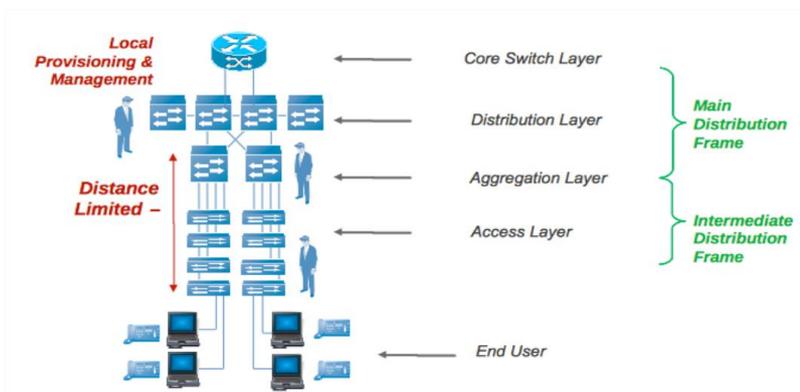


Figura 2: Arquitectura LAN tradicional

Fuente: *Smarter Networks with Passive Optical LANs. Innovating Enterprise Infrastructure and Lowering TCO* (IBM, 2013)

En cambio, la LAN óptica pasiva, que supera muchas de las limitaciones basadas en redes de cobre tradicional, puede viajar a una distancia de hasta 60 km; la estructura del cable de fibra es mucho más ligera que los cables de cobre; el uso de la fibra es insensible a la curvatura, de esta manera se disminuye radicalmente los radios de curvatura restando así bandejas de cables y las exigencias de las vías; la naturaleza pasiva del divisor intermedio elimina la necesidad de poder y enfriamiento, etc. (IBM, 2013).

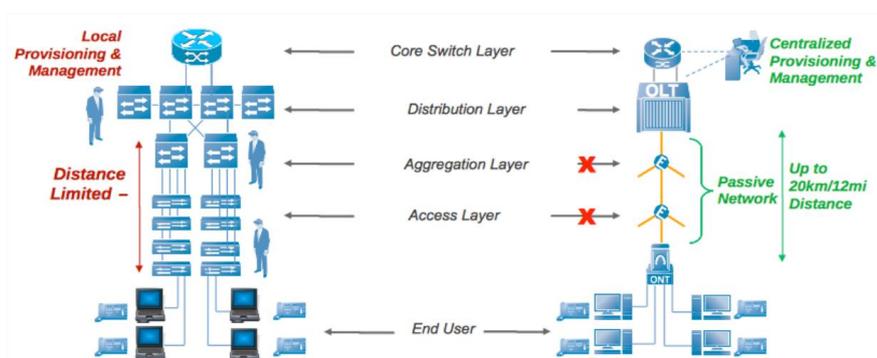


Figura 3: Arquitectura LAN tradicional VS Arquitectura LAN Óptica pasiva
Fuente: *Smarter Networks with Passive Optical LANs. Innovating Enterprise Infrastructure and Lowering TCO* (IBM, 2013)

Asimismo, las redes PON tienen una estructura simple, formada por tres elementos:

- Módulo OLT (Optical Line Terminal)
- Divisor óptico (Splitter óptico)
- Modulo ONU (Optical Network Unit) / Módulo ONT (Optical Network Terminal)

El módulo OLT es el dispositivo que se encuentra en el nodo central de una operadora de telecomunicaciones, es el que transporta los datos desde la central hasta el divisor óptico



Figura 4: Cisco ME4601 OLT
Fuente: CISCO ME4601 Optical Line Termination User Manual (CISCO SYSTEMS, INC., 2017)

El divisor óptico es un componente pasivo, es decir que no necesita entrada de voltaje. Este dispositivo reemplaza a los componentes activos, es decir que si necesita una entrada de voltaje. Un splitter recibe cables de fibra de los dos lados. Dependiendo de la cantidad de cables que se necesiten, se fabrican los splitters. Por ejemplo, hay los splitters 1 a 1, 1 a 2, 1 a 4, 1 a 8, 1 a 16, 1 a 32 y 1 a 64.

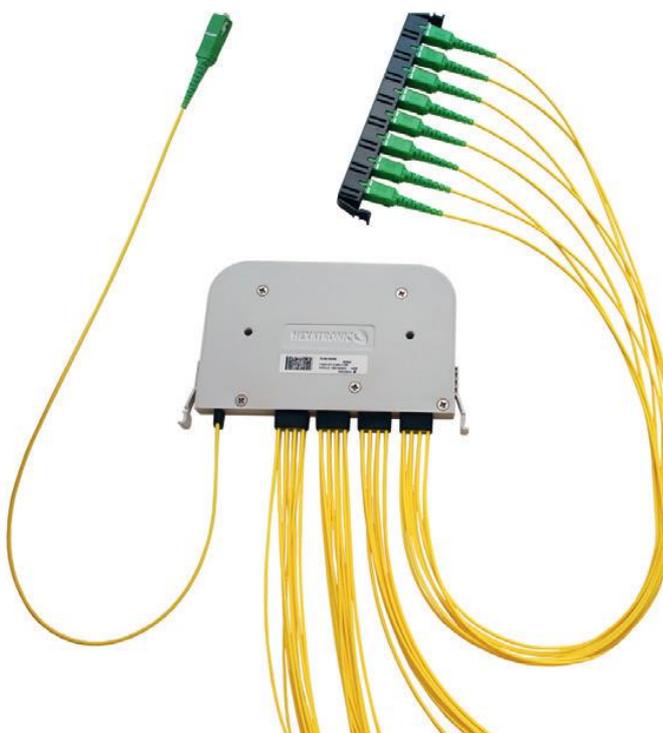


Figura 5: Splitter RDJ 901 200
Fuente: Fiber Optic Splitter Modules – RDJ 901 200 (HEXATRONIC CABLES & INTERCONNECT SYSTEMS AB, 2017)

Los módulos ONT o los ONU (Optical Network Unit), dependiendo si se quiere llegar al hogar de los usuarios o afuera del hogar. Estos dispositivos son los que reciben los datos o la información que viene desde el OLT, que pasa por el splitter. La red PON se termina con estos módulos, es decir, que el cableado restante, de ser requerido, ya no será fibra. Si se quiere llegar con fibra óptica hasta el hogar (FTTH), es decir que estos son ubicados en las

residencias de los usuarios, y hasta las instalaciones, se necesitan los ONT.



*Figura 6: CISCO ONT ME4600 Residential Gateway User Manual
Fuente: ME4600 Optical Network Termination
Residential Gateway User Manual (CISCO SYSTEMS, INC., 2017)*

Mientras que si se requiere fibra a la esquina (FTTC), fibra a la vecindad (FTTN) o fibra al edificio (FTTB), se necesitan los ONUs, ya que luego del ONU vendría un cableado de cobre hasta el usuario final. (LOOR DÍAZ & NOVOA COX, 2010).



*Figura 7: OT-4020VW GEPON ONU (Optical Network Unit)
Fuente: OT-4020VW GEPON ONU USER MANUAL (OVERTEK, 2017)*

2.2.1.3.1. Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit (Gigabit-capable Passive Optical Network - GPON)

La tecnología GPON se trata de las estandarizaciones de las redes PON a velocidades superiores a 1 Gbit/s, tal vez una de las características más importantes, es su alcance a soportar, el mismo oscila entre los 20 Km, aunque según su estándar, este estaría preparado para que pueda llegar hasta los 60 Km. Además, la información viaja a través de la misma fibra óptica, para lo cual se realiza una multiplexación WDM (Wavelength Division Multiplexing). WDM, es una técnica de transmisión por fibra óptica, que consiste en multiplexar diferentes longitudes de onda en una simple fibra. De esta manera el espectro óptico, correspondiente a la región de bajas pérdidas en fibra, llega a dividirse en algún número de canales de pequeña capacidad.

GPON, ha sido estandarizada y aprobada por la ITU-T, ha sido normalizada en las recomendaciones G.984.1, G.984.2 y G.984.3. La recomendación G.984.1 establece las características generales para Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits como sus características generales (arquitectura, velocidad de, retardo, protección, seguridad, etc.). La recomendación G.984.2, contiene la especificación de la capa dependiente de los medios físicos para redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits detallando la flexibilidad del medio. La recomendación G.984.3, hace referencia a especificaciones de la capa de convergencia de transmisión para redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits (AREVALO ABAD & YUNGA ZHIPSON, 2011).

La principal motivación de GPON es ofrecer mayor ancho de banda, mayor eficiencia de transporte para servicios IP, y una especificación completa y adecuada para ofrecer todo tipo de servicios. GPON ofrece una velocidad escalable de 622 Mbps hasta 2,5 Gbps, así como soporte de tasas de bit asimétricas. La velocidad más utilizada por los actuales suministradores de equipos GPON es de 2,488 Gbps

downstream (descarga de datos) y de 1,244 Gbps upstream (subida de datos).

GPON no sólo ofrece mayor ancho de banda que sus tecnologías predecesoras, es además mucho más eficiente y permite a los operadores continuar ofreciendo sus servicios tradicionales (voz basada en TDM, líneas alquiladas, etc.) sin tener que cambiar los equipos instalados en las dependencias de sus clientes. Además, GPON implementa capacidades de OAM (Operation Administration and Maintenance) avanzadas, ofreciendo una potente gestión del servicio extremo a extremo. Entre otras funcionalidades incorporadas cabe destacar: monitorización de la tasa de error, alarmas y eventos, descubrimiento y ranging automático, etc. (MILLÁN TEJEDOR, 2008).

Ofrece un mejoramiento de la confiabilidad de la red de acceso utilizando SDH (Jerarquía Digital Sincrónica), utiliza algunos mecanismos de seguridad, por ejemplo: previene que usuarios externos decodifiquen los datos de bajada, también previene que usuarios externos se hagan pasar por un ONU/ONT o un usuario (CEVALLOS R., MONTALVO E., & VINUEZA R., 2017).

2.2.1.3.2. Estructura y funcionamiento

Como se mencionó anteriormente la tecnología PON en cualquiera de sus derivados (BEPON, GPON, etc.) se caracteriza por utilizar elementos pasivos, pero eso no quiere decir que todos los elementos que se utilizan desde el operador hasta el usuario necesariamente tienen que ser pasivos.

Dicho de otra manera, solamente los componentes de la red óptica de distribución son pasivos, a diferencia de los equipos del operador y los usuarios.

Tabla 2: Componentes de una Red PON

ELEMENTOS	
ACTIVOS	PASIVOS
OLT	SPLITTERS
MDU	FIBRA ÓPTICA
ONT	EMPALMES

Fuente: *Redes FTTx Conceptos y Aplicaciones* (LATTANZI & GRAF, 2017)

Componentes de una red GPON

Equipo Concentrador (OLT)

Provee enlaces de fibra óptica hacia la red del operador y a los usuarios

Red Óptica de Distribución (ODN)

Son los componentes como los Splitters, la Fibra Óptica, Los conectores o los empalmes

Equipos Terminales de Red (MDU)

Proveen interfases de fibra óptica hacia la red ODN e interfases xDSL hacia los usuarios



Figura 8: MDU V1916GR/V1908R

Fuente: *GPON MDU for Triple Play Service General Specifications* (DASAN, 2017)

Equipos Terminales de Usuario (ONT)

Proveen interfaces de fibra óptica hacia la red ODN e interfases FE / GE, POTS y CATV-RF a los abonados (LATTANZI & GRAF, 2017).

Otro punto, es la arquitectura GPON, comúnmente diseñada de la siguiente manera.

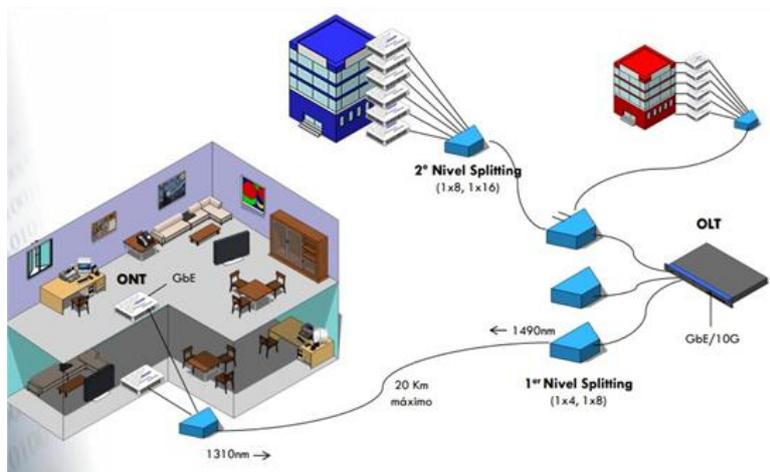


Figura 9: Arquitectura GPON

Fuente: GPON Y GPON DOCTOR Introducción y Conceptos Generales (GARCÍA YAGÜE, 2017)

La red de GPON consta de un OLT, ubicado en las dependencias del operador, y las ONT en las dependencias de los abonados para FTTH. La OLT consta de varios puertos de línea GPON, cada uno soportando hasta 64 ONT. Aunque depende del suministrador.

Para conectar la OLT con la ONT con datos, se emplea un cable de fibra óptica para transportar una longitud de onda downstream. Mediante un pequeño divisor pasivo que divide la señal de luz que tiene a su entrada en varias salidas, el tráfico downstream originado en la OLT puede ser distribuido hasta alcanzar los clientes, esto es una arquitectura punto a multipunto. Los datos upstream desde la ONT hasta la OLT que son distribuidos en una longitud de onda distinta para evitar colisiones en la transmisión downstream son agregados por la misma unidad divisora pasiva, que hace las funciones de combinador en la otra dirección del tráfico.

Esto permite que el tráfico sea recolectado desde la OLT sobre la misma fibra óptica que envía el tráfico downstream (GAONA ROMÁN & SANTILLÁN SARMIENTO, 2013).

2.2.1.3.3. Clasificación de la Red GPON

La clasificación de las redes GPON se pueden ejemplificar en la siguiente figura

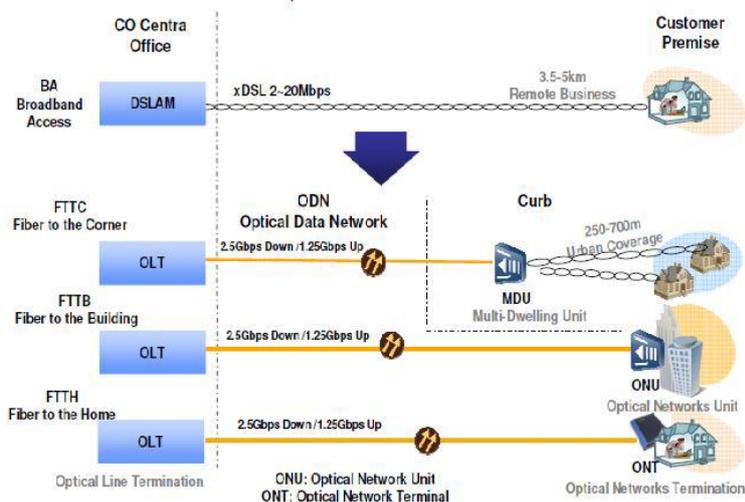


Figura 10: Clasificación de GPON

Fuente: Análisis de Factibilidad del área técnica y diseño de una red FTTH GPON en el sector de Cumbayá (GAONA ROMÁN & SANTILLÁN SARMIENTO, 2013)

FTTH (Fiber to the Home)

FTTH o fibra hasta el hogar, es una tecnología que pretende acercar la fibra óptica directamente hasta nuestros hogares si es posible, y si no es posible, al menos hasta el edificio. Esta tecnología nos proporciona un medio de acceso con mayor ancho de banda que nos facilitara entre otras tecnologías la IP-HDTV, el acceso a Internet con velocidades próximas o superiores a 100Mbps. La siguiente figura muestra que Fiber To The Home tiene un alcance directo hasta el espacio físico donde se encuentra el destinatario final de la conexión al hogar, negocio, etc.

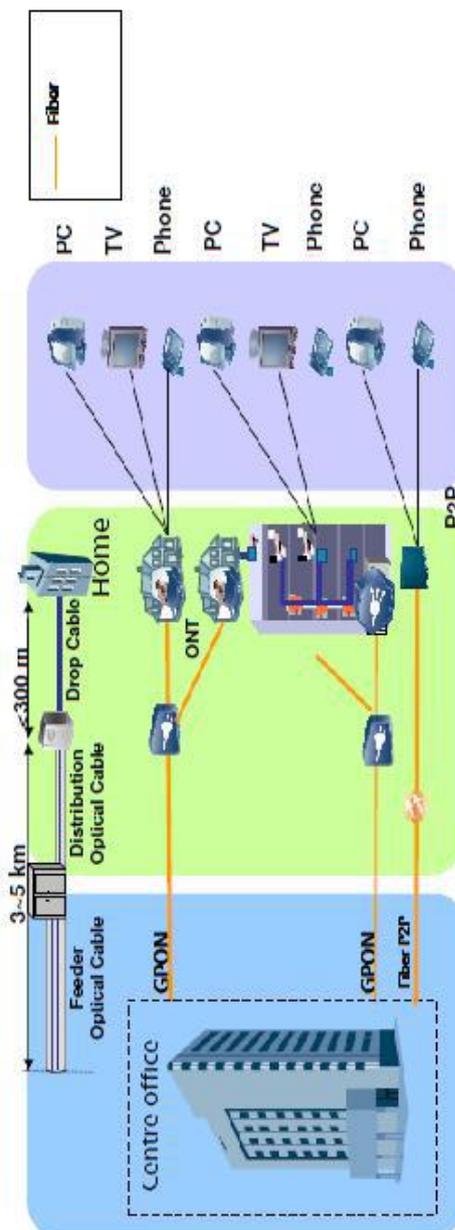


Figura 11: FTTH (Fiber to the Home)

Fuente: Análisis de Factibilidad del área técnica y diseño de una red FTTH GPON en el sector de Cumbayá (GAONA ROMÁN & SANTILLÁN SARMIENTO, 2013)

FTTB (Fiber to the building)

La tecnología de fibra proporciona capacidades ilimitadas de ancho de banda y ofrece el más rápido servicio con alta velocidad de conectividad de datos. Fiber to the building o FTTB permite una gran variedad de usos, desde aplicaciones en tiempo real, aplicaciones basadas en web, telemedicina, VoIP y video. FTTB, es extremadamente flexible a las

preferencias del cliente, nuevos productos y servicios se pueden implementar muy fácilmente y de forma remota.

FTTN (Fiber to the Node)

En FTTN o fibra hasta el nodo, la fibra termina en una central del operador de telecomunicaciones que presta el servicio, suele estar más lejos de los abonados que en FTTH y FTTB, típicamente en las inmediaciones del barrio. La fibra termina en un armario de calle, estando varios kilómetros de distancia de las instalaciones del cliente, siendo la conexión final de cobre. La siguiente figura representa a la FTTN, la cual a menudo es vista como un paso intermedio hacia FTTH completo y es utilizado actualmente por los proveedores de servicios de telecomunicaciones.

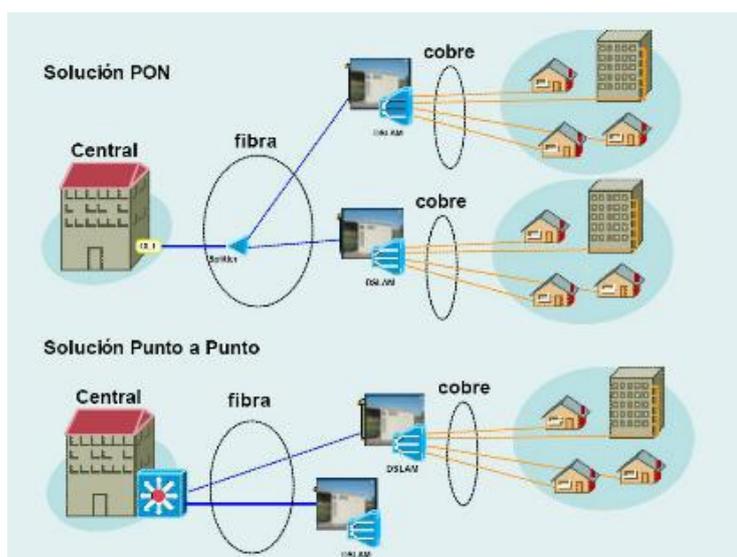


Figura 12: FTTN (Fiber to the Node)

Fuente: Análisis de Factibilidad del área técnica y diseño de una red FTTH GPON en el sector de Cumbayá (GAONA ROMÁN & SANTILLÁN SARMIENTO, 2013)

FTTC (Fiber to the Curb)

La fibra hasta la acera se refiere a la instalación y el uso de cable de fibra óptica directamente a los hogares o cerca de bordillos de cualquier entorno empresarial. También ayudaría a la eliminación de todas las líneas

telefónicas para sustituirlas por líneas de fibra óptica. Dicho cableado daría un ancho de banda extremadamente alto y haría posibles las presentaciones multimedia, películas bajo demanda y en línea que llega sin retraso notable. La fibra llega a la cabina estando más cerca del usuario, normalmente a menos de 300 metros (GAONA ROMÁN & SANTILLÁN SARMIENTO, 2013).

2.2.2. Sistema Inteligente de Control de tráfico vehicular

2.2.2.1. Generalidades

Si bien el tránsito vehicular se puede definir como el recorrido que efectúan los vehículos desde un lugar a otro, existen varias dificultades que surgen cuando no existe un eficiente programa o sistema de control de tránsito. Es por ello que existen una gran cantidad de problemas relacionados a este efecto,

El tráfico es uno de los factores de mayor incidencia en las características de una vía, consiste en determinar el volumen y composición de vehículos que transitan en un determinado sector, mediante la utilización de métodos de conteo vehicular (flujo vehicular). La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA y se determina a partir de observaciones puntuales del tráfico y de los factores de variación (RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, 2011).

Por su parte Molina & Cerda (2013) señalan que, la medición de los volúmenes del flujo vehicular se obtiene normalmente y a veces de manera sistemática, por medios mecánicos y/o manuales a través de conteos o aforos volumétricos del tránsito en las propias carreteras, lo mismo que mediante investigaciones de origen y destino, que, dependiendo de la metodología utilizada, arrojarán datos sobre la estructura, distribución, naturaleza y modalidad de los viajes.

La palabra congestión es utilizada frecuentemente en el contexto del tráfico vehicular, tanto por técnicos como por ciudadanos en

general. El Diccionario de la Lengua Española la define como “acción y efecto de congestionar”, en tanto que “congestionar” significa “obstruir o entorpecer el paso, la circulación o el movimiento de algo” que, en nuestro caso, es el tráfico vehicular. Habitualmente se entiende como la condición en que existen muchos vehículos circulando y cada uno de ellos avanza lenta e irregularmente.

Asimismo, Gómez (2011), señala que el término congestión podría definirse como “la condición que prevalece si la introducción de un vehículo en influjo de tráfico aumenta la demora de los demás en un porcentaje determinado”. Es decir, la congestión comenzaría en el momento en que el cambio en la demora de todos los vehículos ya presentes en el flujo fuere igual a la mitad del tiempo de viaje que tendría un vehículo adicional.

Por lo tanto, se le podría denominar tránsito vehicular al fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista, por otro lado, la congestión vehicular se refiere tanto urbana como interurbana, a la condición de un flujo vehicular que se ha saturado por un exceso en la demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje. Este fenómeno se produce comúnmente en las horas punta u horas pico, y resultan frustrantes para los automovilistas, ya que resultan en pérdidas de tiempo y consumo excesivo de combustible.

La congestión vehicular se produce cuando la distribución normal del transporte demanda mayor espacio que el disponible en las vías. Una serie de circunstancias específicas causan o agravan la congestión, la mayoría de ellas reducen la capacidad de una vía en un punto determinado o durante un determinado periodo, o aumentan el número de vehículos necesarios para un determinado caudal de personas o mercancías (GOMEZ VALLEJOS, 2014).

De los planteamientos anteriores se deduce que el tráfico vehicular “es el suceso causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista”, en otro sentido, la congestión vehicular es

una consecuencia del tráfico, el cual se produce cuando la demanda de vehículos supera la distribución normal disponible en un punto, o sector de vía.

2.2.2.2. La congestión vehicular

En los últimos años, el aumento de la demanda de transporte y del tránsito vial han causado, sobre todo en las ciudades grandes, mayor congestión, demoras, accidentes y problemas ambientales, también, se ha visto un aumento explosivo de la cantidad de vehículos motorizados, fruto de diversos factores, como el mayor acceso al crédito, la reducción relativa de los precios de venta y una mayor oferta de vehículos usados.

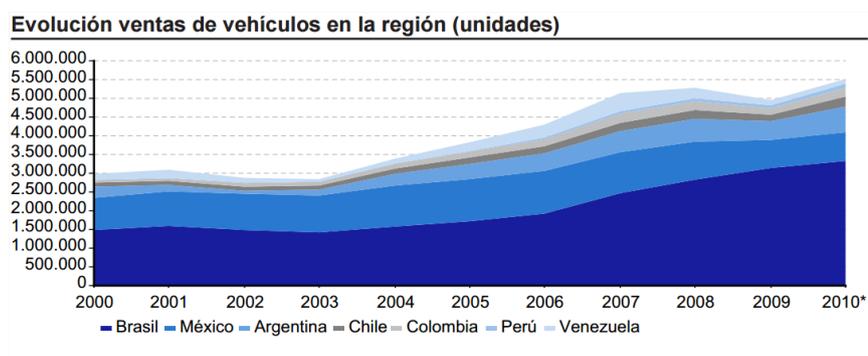


Figura 13: Evolución en ventas de vehículos en algunos países
Fuente: BBVA Research (LATINOAMÉRICA. SITUACIÓN AUTOMOTRIZ, 2010)

De igual manera, la creciente disponibilidad de automóviles ha permitido una mayor movilidad individual, que, sumada al crecimiento de la población de las ciudades, y la escasa aplicación de políticas estructuradas de transporte urbano, ha potenciado la congestión.

Debido a ello, las consecuencias más evidentes son: el incremento de los tiempos de viaje, especialmente en las horas punta, además, la lentitud de desplazamiento exagera los ánimos y fomenta el comportamiento agresivo de los conductores. También, la polución afecta la salud de todos, por lo que debiera ser mantenida por debajo de exigentes límites. Sin embargo, no sólo debe pensarse en la contaminación local, pues los vehículos

emiten también gases de efecto invernadero, lo que otorga al tema una dimensión global que no puede obviarse. A lo señalado deben agregarse otros importantes efectos perjudiciales, tales como mayor cantidad de accidentes, aumento del consumo de combustibles en el transporte, entre otros. (BULL COMPILADOR, 2003).

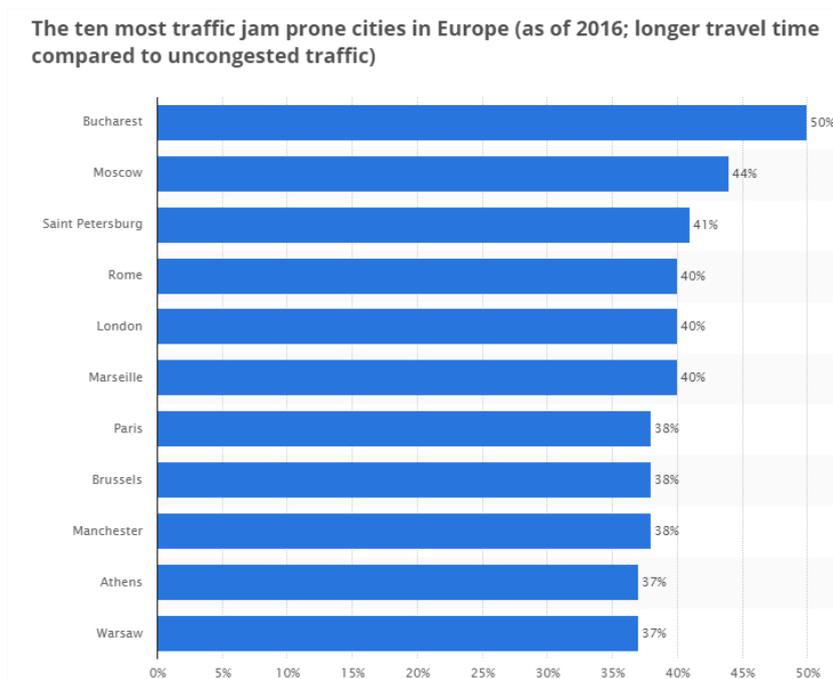


Figura 14: Las diez ciudades más propensas a la congestión vehicular en Europa en el año 2016
Fuente: www.statista.com

2.2.2.2.1. Características que provocan la Congestión Vehicular

Según Thompson & Bull (2002) el sistema de transporte, se desenvuelve bajo características propias muy particulares, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- La necesidad de transportarse es cambiante, es decir, pocas veces los viajes se producen por un deseo propio de ir de un lugar a otro; por lo general, es por la necesidad de acceder a lugares en los que se llevan a cabo actividades como el trabajo, las compras, el

estudio, la recreación, el descanso, todas las cuales se realizan en lugares diferentes.

- La demanda de transporte es variable y tiene picos muy marcados, a causa del deseo de aprovechar en buena forma las horas del día para realizar las distintas actividades.
- El transporte se efectúa en limitados espacios viales, los que son fijos en el corto plazo; como es fácil de comprender, no se puede acumular la capacidad vial no utilizada para usarla posteriormente en períodos de mayor demanda.
- Las opciones de transporte que presentan las características más apetecidas, es decir, seguridad, comodidad, confiabilidad, autonomía, como es el caso del automóvil son las que hacen un mayor uso del espacio vial por pasajero.
- Gómez (2011) explica que un factor agravante es, que el costo de la congestión no es percibido plenamente por los usuarios que contribuyen a generarla. Cada vez que esto ocurre, el bien o servicio involucrado se consume más de lo conveniente para la sociedad. Como los usuarios no experimentan los mayores costos de tiempo y operación que causan a los demás, sus decisiones sobre ruta, modo, origen, destino y hora de los viajes son tomadas, no sobre la base de los costos sociales, sino sólo de los costos propios. El resultado lógico es una sobreexplotación de la vialidad existente, al menos en determinadas zonas y horas.

2.2.2.2.2. ¿De qué manera confrontar la situación?

Para Thomson & Bull (2002) la congestión de tránsito, especialmente en las grandes ciudades, es una realidad cada vez más difundida en todo el mundo. Los enormes y crecientes costos de tiempo y operación vehicular que ella implica plantean el desafío de diseñar políticas y medidas que contribuyan a su moderación y control. El problema es

complejo, y las soluciones más indicadas son difíciles de diseñar, sin embargo, existen posibles acciones que podrían dar solución a este evento.

- **Inversión**, la congestión es inevitable y, dentro de ciertos límites, deseable, ya que, intentar suprimir la congestión implicaría invertir en ampliar la capacidad vial, que pueden ser superior a los causados por niveles moderados de congestión, por lo tanto, no se trata de eliminar del todo la congestión, puesto que ello es imposible o de costo muy elevado, y ni siquiera es deseable.

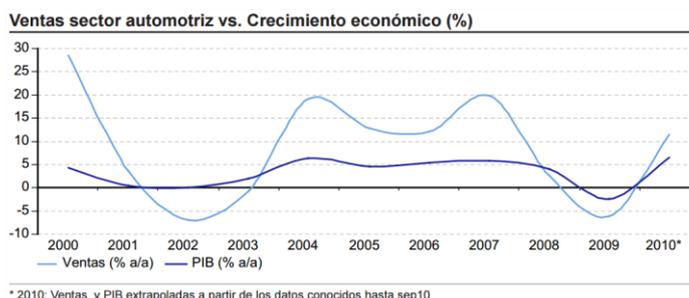


Figura 15: Venta Sector automotriz vs. Crecimiento Económico
Fuente: BBVA Research (LATINOAMÉRICA. SITUACIÓN AUTOMOTRIZ, 2010)

- **El transporte individual**, una característica que dificulta el combate contra la congestión en América Latina es la marcada preferencia de su población urbana por usar el automóvil. La demanda de nuevos sistemas de transporte público podría ser parcialmente reducida de manera que la gran mayoría de los usuarios opten por utilizar una línea de metro, más que del transporte particular, para interesar a los automovilistas en el transporte público habría que ofrecerles una opción superior, no sólo en términos de su calidad objetiva (tarifa, tiempo de viaje y frecuencia), sino también por la ergonomía del caso (aire acondicionado, asientos reclinables y otros).

Contar con un automóvil para ir a un centro comercial, visitar a parientes o amigos en barrios lejanos, o salir de la ciudad, es uno de los frutos del desarrollo económico; sus costos están generalmente internalizados en gran parte por el dueño del vehículo, en la medida en que esos desplazamientos ocurran en horas de escasa congestión. Pero usarlo todos los días para ir a la oficina en el centro de la ciudad genera costos externos de congestión y contaminación y causa importantes perjuicios a la sociedad.

Sin embargo, en algunas ciudades de mayor desarrollo cultural como Buenos Aires, donde la calidad del transporte público es también superior al promedio de las ciudades latinoamericanas ya se observa una mayor disposición que en algunas otras ciudades latinoamericanas a desplazarse por medios públicos.

- **Apoyo global**, la congestión es un problema demasiado serio y contundente como para suponer que se puede mitigar con medidas unilaterales, erráticas o voluntaristas. Por el contrario, para mantenerla bajo control y asegurar un mínimo de sostenibilidad de los niveles de vida urbanos, se requiere de un esfuerzo multidisciplinario que incluya el mejoramiento de los hábitos de conducción, la provisión de mejor infraestructura y medidas de gestión de tránsito.

Se pueden esperar mejores resultados con la intervención simultánea y progresiva en una amplia gama de facetas que componen el sistema de transporte, como una apropiada demarcación y conservación de las calles, la coordinación de los

semáforos, el mejoramiento de los hábitos de conducción, la racionalización del transporte público y de los estacionamientos y muchas otras.

Por otro lado, Arandia & Balta (2006) explican que actualmente el incremento en número y velocidad del tráfico motorizado contribuye a satisfacer los deseos y las necesidades de los habitantes de las ciudades, sin detenerse a analizar que ese es también el causante de uno de los aspectos más conflictivos del sistema urbano en función a su sostenibilidad: la contaminación ambiental en sus diferentes formas, la ocupación extensiva del suelo y la seguridad del tráfico.

Se hace necesaria entonces la planeación integral del transporte y los usos del suelo, la cual debe abordar la relación entre movilidad/accesibilidad y los modelos de crecimiento urbano. Por tanto, se ve la necesidad de la realización de estudios, procedimientos de aplicación de las diferentes metodologías y desarrollos en este campo cuyo modelo de crecimiento urbano, se manifiesta en la congestión del tráfico vehicular.

Gran parte de la labor de planificación de hoy que se efectúa tiene que ver con la corrección de los errores del pasado, que son resultado del grave descuido de uno de los problemas más esenciales del mundo. En un buen número de casos es prácticamente imposible enmendar estos errores, que muy probablemente quedarán en el organismo urbano como estorbos inconvenientes para las épocas venideras. Estos inconvenientes constituyen una clara advertencia. En tal caso, no se puede criticar con demasiada severidad a quienes ayer dejaron de prevenir estos errores, al contrario, la crítica debe enfocarse en cualquier omisión semejante (GÓMEZ SANTOS, 2011).

2.2.2.2.3. Consecuencias de la congestión

Para este alarmante suceso denominado congestión, existen muchos resultados desagradables, como por ejemplo el aumento de los tiempos de viaje, la seguridad vial, la polución, el ruido y la vibración que provocan sobre las construcciones cercanas, etc. Por otro lado, en este caso solo se le dará énfasis al impacto que genera con las relaciones sociales, los accidentes de tránsito y la contaminación ambiental.

Modificación de las relaciones sociales:

Abordando las principales consecuencias de la congestión vehicular, está el impacto que genera para las relaciones sociales. El uso de transporte individual también tiene impactos negativos en el uso del ambiente construido en la ciudad y en el sistema de circulación. La organización del tránsito en función de los usuarios de los vehículos puede afectar las relaciones sociales que ocurren en el espacio, una vez que las personas que caminan o usan bicicleta pueden ser forzadas a adaptarse a condiciones inadecuadas.

Los niños y los jóvenes son especialmente afectados por este impacto en cuanto interactúan socialmente y desde la primera infancia son “informados” que el espacio no les pertenece a ellos sino a los vehículos motorizados, con lo cual se les impone un patrón de comportamiento que mantendrán por toda su vida.

Existe una relación compleja entre el ambiente construido y los modos de transporte. Cada uno se adapta al otro, de acuerdo a una forma de relación que implica el auto-refuerzo. Si por un lado esta influencia mutua es leve cuando los modos de transporte no motorizados prevalecen, la misma pasa a ser muy fuerte cuando los modos motorizados se tornan dominantes.

En la medida en que el espacio es adaptado a los intereses de aquellos con acceso a automóvil, se crea un espacio especial, aislado, que excluye y afecta severamente las necesidades de quienes no tienen acceso al vehículo propio. La supuesta libertad de mercado ha invertido para adaptar el espacio a los intereses de la minoría en el papel de conductor de automóvil, al tiempo que niega el acceso conveniente a la mayoría que desempeña los papeles de peatón, ciclista o pasajero de transporte público (ALCÁNTARA VASCONCELLOS, 2010).

Accidentes de tránsito:

Como segunda consecuencia crítica de la congestión vehicular están los accidentes de tránsito, el cual ha ido creciendo en los últimos años. En los países en vías de desarrollo, dado que el número de vehículos está creciendo rápidamente, esta verdadera epidemia está empeorando de manera que, de no mediar disposiciones que puedan revertir la situación, se convertirá en la tercera causa de muerte y discapacidad hacia el año 2020 (PLANZER, 2005).

Según Alcántara (2010) los accidentes de tránsito constituyen un gran problema tanto en los países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo, aunque cada uno tenga características diferentes de acuerdo a la región del mundo donde se encuentre. El único factor común en todos los casos es el impacto causado por el uso del automóvil.

En los países industrializados, el problema del accidente de tránsito comenzó a tornarse grave en las primeras décadas del siglo XX en Estados Unidos, en la medida en que el número de automóviles en circulación comenzó a crecer exponencialmente. Después de la Segunda Guerra Mundial, el problema también se

agravó en los países europeos a los que se sumó Japón. En los países en desarrollo, el problema del accidente de tránsito ha empeorado desde la década del 70, cuando varios países se hicieron dependientes del transporte motorizado en general y de los automóviles en particular.

El problema está adquiriendo proporciones de epidemia debido a que los accidentes de tránsito son un grave problema de salud pública, en tal caso, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2016) cada año, los accidentes de tránsito causan la muerte de aproximadamente 1,25 millones de personas en todo el mundo.

Además, las lesiones causadas por el tránsito son la causa principal de muerte en el grupo de 15 a 29 años de edad, a pesar de que los países de ingresos bajos y medianos tienen aproximadamente la mitad de los vehículos del mundo, se producen en ellos más del 90% de las muertes relacionadas con accidentes de tránsito, asimismo, la mitad de las personas que mueren por esta causa en todo el mundo son "usuarios vulnerables de la vía pública", es decir, peatones, ciclistas y motociclistas.

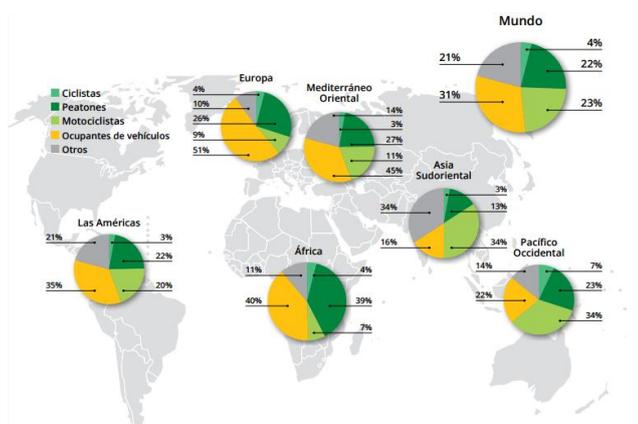


Figura 16: Muertes por accidentes de tránsito en función del tipo de usuario.

Fuente: OMS (Organización Mundial de la Salud) (INFORME SOBRE LA SITUACIÓN MUNDIAL DE LA SEGURIDAD VIAL, 2015)

En tal sentido, si no se aplican medidas para evitarlo, se prevé que de aquí a 2030 los accidentes de tránsito se conviertan en la séptima causa de muerte.

La contaminación ambiental:

Finalmente se aborda uno de los temas principales de la congestión vehicular, el cual es la contaminación ambiental, que hoy por hoy es un tema muy alarmante que enfrenta la población mundial sobre todo en las áreas urbanas ya que es la principal fuente de emisiones contaminantes en estas áreas (LOZANO, TORRES, & ANTÚN, 2003).

Desde los años setenta diversos modelos matemáticos con distinto tipo de complejidad han sido usados para estimar niveles de contaminación, así como variaciones temporales y espaciales tanto del escenario que representa la situación actual como de escenarios propuestos. Dichos modelos de dispersión requieren información sobre contaminante, tráfico vehicular y datos meteorológicos.

Estos modelos realizan cálculos hipotéticos de las emisiones generadas por fuentes móviles considerando una mezcla de vehículos con una velocidad promedio para toda una zona. Dichos cálculos podrían ser afinados si se tuviera más información sobre las velocidades de los vehículos, ya que muchos de ellos producen diferentes emisiones bajo diferentes velocidades.

Puesto que es posible hacer este tipo de estimaciones de flujos vehiculares y velocidades promedio para cada arco de la red en un periodo dado, mediante modelos de asignación de tráfico, entonces se pueden deducir de manera igualmente hipotética las emisiones producidas

por vehículos automotores en cada arco de la red para un determinado periodo de tiempo. Esta información puede ser muy útil para alimentar los modelos de dispersión de emisiones.

El Instituto de Métricas Y Evaluación de Salud de la Universidad de Washington en su 4º Informe “Transporte para la salud Servicio Global de Seguridad Vial” indica que las lesiones y la contaminación atmosférica generadas por el transporte por carretera motorizado se asociaron con seis de las 10 principales causas de muerte y cinco de las 10 principales causas de muerte prematura, De hecho, las tres principales causas de muerte prematura son enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica, que está estrechamente relacionada con el transporte por carretera motorizado. En general, las lesiones y la contaminación atmosférica causadas por el transporte por carretera causaron 1,5 millones de muertes a nivel mundial, lo que representa el 2,9% de las muertes por todas las causas. Juntos, fueron la sexta causa de muerte en 2010, con un número de muertos que superó a los de VIH / SIDA, tuberculosis, malaria y diabetes.

Tabla 3: Principales causas de muerte en el mundo en el año 2010

Rank	Cause	Global burden of disease		Burden attributable to motorized road transport	
		Deaths	DALYs	Deaths	DALYs
1	Ischemic heart disease	7,029,270	129,795,464	90,639	1,909,563
2	Stroke	5,874,181	102,238,999	58,827	1,148,699
3	COPD	2,899,941	76,778,819	17,266	346,376
4	Lower respiratory infections	2,814,379	115,227,062	5,670	489,540
5	Lung cancer	1,527,102	32,405,411	11,395	232,646
6	HIV/AIDS	1,465,369	81,549,177	–	–
7	Diarrheal diseases	1,445,798	89,523,909	–	–
8	Road injury	1,328,536	75,487,102	1,328,536	75,487,104
9	Diabetes mellitus	1,281,345	46,857,136	–	–
10	Tuberculosis	1,195,990	49,399,351	–	–
	All other causes	24,207,527	1,682,995,639	–	–
	Total	52,769,676	2,482,258,070	1,512,333	79,613,928

Fuente: The World Bank Group & Institute for Health Metrics and Evaluation. University of Washington (2010)

2.2.3. Tráfico Vehicular en el Perú

En la actualidad los peruanos no están ajenos a la problemática mundial del tráfico vehicular, por un lado la fundación TRANSITEMOS explica en su libro “Movilidad en zonas urbanas” (2014) que, en las dos últimas décadas, se ha producido, en muchas ciudades del Perú, un aumento notable de la movilidad motorizada, lo cual ha producido, por un lado, un incremento importante en los viajes realizados en automóvil particular y, por otro, la desaparición de un porcentaje importante de buses de transporte público masivo que han sido reemplazados por unidades de menor capacidad. Si bien es cierto que estos nuevos medios de transporte han cumplido con dar accesibilidad a los ciudadanos a las diferentes actividades que necesitan realizar en la ciudad, también han provocado una serie de problemas económicos, sociales y ambientales.

Asimismo, se ha producido en las ciudades peruanas un fuerte crecimiento de la demanda de movilidad. Para el caso de Lima y Callao, con una población de 8 millones de habitantes, el volumen de desplazamientos en 2004 era de 16,5 millones de viajes lo que supone una tasa de viajes de 2,1 viajes por persona y día. De acuerdo con un estudio más reciente publicado por la CAF Banco de Desarrollo de América Latina (2015 - 2016), esta tasa es de 2.3 aproximadamente, semejante a la de otras metrópolis latinoamericanas.

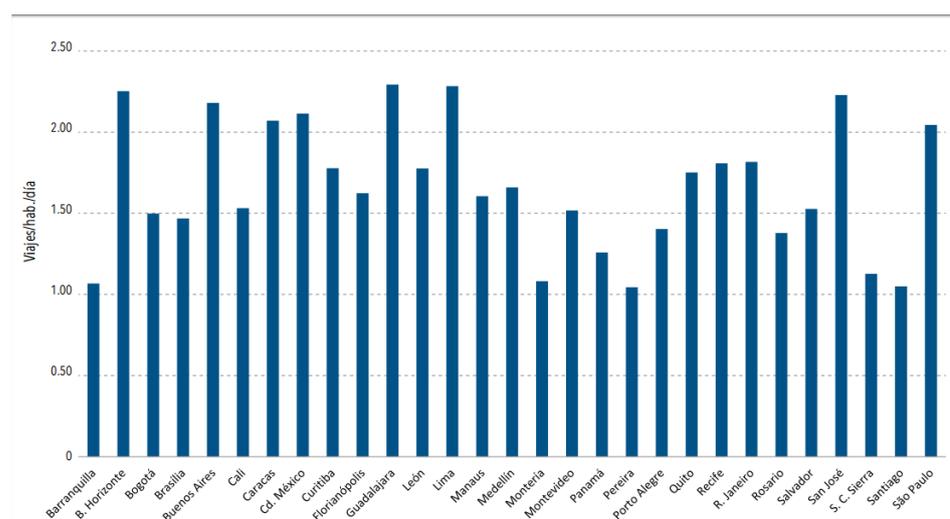


Figura 17: Movilidad Personal de algunas capitales del Mundo
Fuente: CAF Banco de Desarrollo de América Latina (VASCONCELLOS & MENDONÇA, 2015 - 2016)

En ese mismo sentido, según la Asociación Automotriz del Perú AAP, al 2015 el departamento de Lima posee un parque automotor de 1'785,554 vehículos livianos y pesados, en cuanto a vehículos menores (motos y mototaxis), estos alcanzan las 1'252,373 unidades. Además, a nivel nacional se calculó 2'602,030 vehículos livianos y pesados y 2'675,558 vehículos menores, estas cifras indican el continuo crecimiento de vehículos cada año (ASOCIACIÓN UNACEM, 2016).

Posterior a ello, en una encuesta realizada el tiempo que demoran los limeños en llegar a su centro de trabajo o de estudio; 42% demora menos de media hora, 32.6% entre media hora y una hora, 15.5% de hora a hora y media, y 9.8% más de hora y media. Si bien 4 de cada diez personas viajan el promedio de una hora al día para ir a trabajar o estudiar (viaje de ida y vuelta), un 10% de limeños viaja por tres horas o más cada día para ir y venir de su destino principal. En suma, el 25% de la población dedica más de 2 horas al día a trasladarse a y desde su centro de trabajo y estudio (ASOCIACIÓN UNACEM, 2016).

Tabla 4: Tiempo de viaje de casa al trabajo o estudios (Lima - Perú)

	2015	Sexo		Grupo de edad			NSE			Área interdistrital			
		Hombre	Mujer	18 a 29 años	30 a 44 años	45 años o más	A/B	C	D/E	Lima Centro	Lima Este	Lima Norte	Lima Sur
Menos de 15 min	16%	17%	16%	14%	17%	19%	13%	19%	19%	20%	13%	15%	18%
16 - 30 min	26%	24%	29%	27%	26%	21%	26%	22%	30%	36%	20%	25%	22%
31 - 45 min	16%	16%	16%	16%	17%	16%	17%	19%	11%	24%	15%	11%	21%
46 min - 1 h	16%	17%	16%	18%	16%	12%	20%	13%	13%	13%	18%	19%	14%
1 h - 1 1/2 h	16%	16%	15%	15%	16%	17%	16%	17%	14%	7%	20%	20%	15%
1 1/2 h - 2 h	7%	7%	6%	7%	5%	10%	7%	6%	8%	3%	10%	8%	6%
2 - 3 h	3%	3%	2%	3%	2%	4%	1%	3%	4%	0%	4%	2%	5%
3 - 4 h	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	1%	0%	0%

Fuente: Encuesta: Lima como vamos – VI Informe de percepción sobre calidad de vida (ASOCIACIÓN UNACEM, 2016).

Como es evidente, hoy en día las personas sufren una inclinación para preferir comprar autos propios, que movilizarse en transporte público, y Perú no está absuelto a este suceso, tal como indica BBVA Research en su publicación "Situación Automotriz diciembre 2015 de Perú", que existe un crecimiento de 43% de hogares con auto propio.

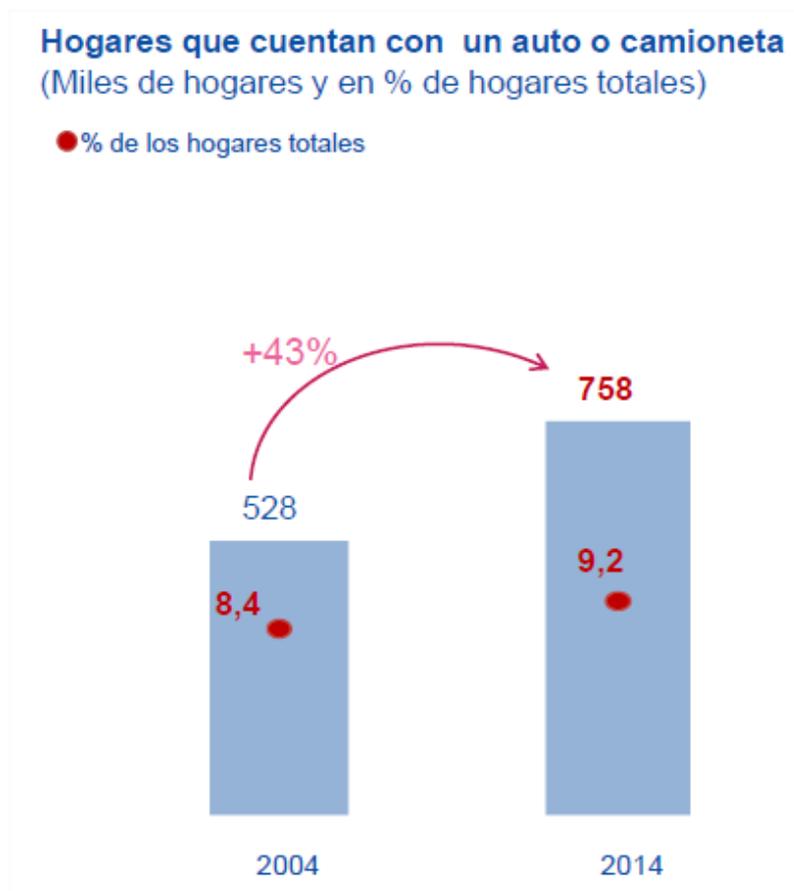


Figura 18: Hogares que cuentan con auto o camioneta (Perú)
Fuente: BBVA Research: Situación Automotriz diciembre Perú) (2015)

Hecha la observación anterior, cabe resaltar que según la Dirección Nacional de Gestión Institucional de la Policía Nacional del Perú en su “Análisis Estadístico de Accidentes de Tránsito a nivel Nacional I Trimestre 2014 vs 2013”, los accidentes de tránsito aumentaron 2,7%, presentando crecimiento en todas las clases, así pues, el factor humano es la principal causa de los accidentes (84,4%), entre las cuales el exceso de velocidad registra la tercera parte de los casos, (33,1%).

Tabla 5: Accidentes de Tránsito según causa

PERIODO	TOTAL	CAUSAS											
		EXCESO DE VELOCIDAD	EBRIDAD DEL CONDUCTOR	IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	IMPRUDENCIA DEL PEATON	IMPRUDENCIA DEL PASAJERO	EXCESO DE CARGA	DESACATO SEÑAL DE TRANSITO	FALLA MECANICA	FALTA DE LUCES	PISTA EN MAL ESTADO	SEÑALIZACION DEFECTUOSA	OTROS
I TRIMESTRE 2013	24295	7972	2632	6300	2227	500	119	577	654	88	458	235	2533
I TRIMESTRE 2014	24952	8334	2665	7237	1811	558	115	527	567	90	460	184	2404
VARIACION	657	362	33	937	-416	58	-4	-50	-87	2	2	-51	-129
	2.7%	4.5%	1.3%	14.9%	-18.7%	11.6%	-3.4%	-8.7%	-13.3%	2.3%	0.4%	-21.7%	-5.1%

Fuente: Policía Nacional del Perú. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO A NIVEL NACIONAL I TRIMESTRE 2014 vs 2013 (TOLENTINO C., 2014)

Además, los accidentes ocurrieron mayormente entre las 08:00 y 20:00 horas (horas con luz del día); disminuyendo en el horario de 02:00 y 08:00 horas (horas de la noche), los fines de semana, viernes y sábado registraron la mayor ocurrencia de accidentes.

En conclusión, en el I trimestre del año 2014 los accidentes se incrementaron en 657 casos más que su similar período del 2013, de los cuales 270 los sufrió Lima (TOLENTINO C., 2014).

De igual manera el Instituto Nacional de Estadística e Informática publicó el incremento que sufre el país respecto a las denuncias registradas de los accidentes de tránsito no fatales.

Tabla 6: Accidentes de Tránsito. Denuncias de Accidentes de Tránsito no fatales, según departamento (2005 - 2015)

Departamento	2005	2010	2015
Total	75 012	81 343	93 080
Amazonas	170	49	348
Áncash	1 545	1 795	1571
Apurímac	210	95	458
Arequipa	3 886	4 669	5029
Ayacucho	620	1 266	1327
Cajamarca	710	3 122	1217
Callao	2 640	2 841	3480
Cusco	1 003	290	4484
Huancavelica	46	63	182
Huánuco	612	476	2640
Ica	1 721	1 494	1090
Junín	2 523	2 282	2226
La Libertad	3 873	3 436	4718
Lambayeque	596	1 416	2288
Lima	49 104	50 030	52724
Loreto	1 305	1 052	367
Madre de Dios	167	40	440
Moquegua	557	639	548
Pasco	29	172	72
Piura	1 667	1 775	3738
Puno	857	838	770
San Martín	155	749	1095
Tacna	297	1 164	1110
Tumbes	268	315	412
Ucayali	451	1 275	746

Fuente: Ministerio del Interior – Dirección de Gestión en Tecnologías de la Información y Comunicaciones – Dirtepoles – PNP (INEI, 2017)

Cabe agregar que las emisiones que expulsan los vehículos durante un episodio de tráfico o congestión vehicular, son de mayor magnitud a

cuando el flujo vehicular esta regular, por el simple hecho del constante frenado y acelerar de los autos. Hecho que se agrava año tras año, como indica el INEI (2016), desde hace seis años, la contaminación causada por vehículos es señalada como el principal problema ambiental en Lima, la gestión ambiental está muy vinculada a la gestión de la movilidad y el transporte. Esto es porque el parque automotor es antiguo y el sistema de transporte público actual no invita a los ciudadanos a dejar el auto privado y subirse a él, generando más emisiones y contaminación del aire.

Además, el uso del escaso espacio de la ciudad se debate entre la provisión de más infraestructura para autos (más carriles) y más áreas verdes y naturales (playas, lomas, pantanos). Considerando que el transporte es la principal fuente de emisiones de CO2 en Lima (36%, según la última medición de la Municipalidad Metropolitana de Lima), la reforma del sistema de transporte es un gran reto, pero también una oportunidad para lograr una ciudad sostenible.



Figura 19: Principales problemas ambientales de Lima Metropolitana que deben recibir mayor atención, 2015

Fuente: INEI (ASOCIACIÓN UNACEM, 2016)

Sucede prácticamente lo mismo en los demás departamentos del Perú.

Tabla 7: Fuentes que originan la contaminación ambiental 2014-2015

Departamento	Fuentes contaminantes								
	Emanación de gases y partículas de fábrica o refinarias	Gases de vehículos motorizados	Relaves mineros	Ruidos	Agua servidas	Acumulación y quema clandestina de basura y rastrojos	Deforestación	Crianza de animales domésticos sin control	Otro
2015	179	679	440	686	1071	979	828	1049	6
Amazonas	1	24	3	19	45	33	56	61	-
Áncash	19	59	56	41	86	82	68	122	-
Apurímac	1	26	25	17	39	31	36	45	-
Arequipa	22	53	39	47	68	57	27	62	-
Ayacucho	8	45	29	31	61	67	62	80	-
Cajamarca	7	33	24	31	79	56	82	80	-
Callao	5	4	-	6	5	2	-	1	-
Cusco	6	60	21	47	85	61	69	73	-
Huancavelica	1	23	21	24	48	50	44	71	-
Huánuco	-	20	20	23	46	41	55	54	-
Ica	10	24	13	25	27	35	12	34	-
Junín	9	46	23	48	84	70	64	63	1
La Libertad	15	26	32	40	50	46	39	38	-
Lambayeque	8	20	3	24	19	29	13	21	-
Lima	29	77	33	79	95	101	39	74	3
Loreto	4	14	8	26	37	21	20	19	-
Madre de Dios	1	3	4	5	8	7	9	1	-
Moquegua	2	6	8	7	15	9	5	6	1
Pasco	-	12	12	12	23	18	15	16	-
Piura	12	35	8	37	49	47	34	47	1
Puno	3	27	41	32	40	52	7	21	-
San Martín	8	20	2	34	36	39	58	39	-
Tacna	4	9	11	11	12	13	3	11	-
Tumbes	2	7	1	11	6	6	3	4	-
Ucayali	2	6	3	9	8	6	8	6	-
Lima Metropolitana	24	40	3	45	25	18	7	16	3
Región Lima	10	41	30	40	75	85	32	59	-

Fuente: INEI – Registro nacional de Municipalidades (2017)

2.2.4. Semáforos Inteligentes

Existen muchas justificaciones válidas para implementar este tipo de inteligencia al sistema vial actual, cabe señalar a Martínez (2017), que indica que en muchos países, los semáforos aún son sistemas temporizados que pasan de un estado a otro siguiendo un patrón de secuencia fija, carecen de inteligencia para tomar decisiones, lo que representa una gran desventaja durante las horas picos en importantes arterias viales, ya que los cambios se realizan en tiempos no adaptados a las condiciones del tráfico, y mientras una intersección vacía tiene luz verde la arteria principal se detiene a esperar el cambio, agrupando los vehículos hasta congestionar el canal.

Es considerado semáforo inteligente a todo aquel capaz de tomar decisiones dependiendo de una serie de parámetros de entrada (flujo de vehículos, velocidad media, identificar la calle, entre otros). En otras palabras, el comportamiento del mismo, es de forma dinámica y se ajusta de acuerdo a varios parámetros.

Estos semáforos se presentan para solucionar varios problemas de tránsito comunes en todo el mundo, por ejemplo:

- Congestión vehicular.
- Tiempos excesivos de viaje.
- Esperas innecesarias.
- Mayor gasto de combustible.
- Mayor contaminación en el medio ambiente.

Al mismo tiempo Bances & Ramos (2014), explican que, en la actualidad, la mayoría de los semáforos que existen son aquellos que brindan un control estático, es decir, su comportamiento es fijo; y no responde ante la variación del flujo de vehículos u otro cambio del sistema. Dicho comportamiento provoca congestionamientos viales, aumento de emisiones contaminantes, lenta circulación de móviles de emergencia, pérdida de tiempo y por ende pérdida de dinero. Con un sistema de semáforos Inteligentes, se pretende mayor fluidez de los vehículos por las intersecciones, debido a los tiempos variables de las fases de los semáforos, teniendo en cuenta la densidad vehicular.

Por su parte, Machaca (2016), enfatiza que los semáforos juegan un papel muy importante en el control y regulación del tráfico, muchos de los semáforos actuales están pre-programados en esperar durante un tiempo fijo después de cada cambio en la señal, estos son independientes del tráfico en las carreteras y mantienen un temporizador constante durante su funcionamiento. A veces hay una situación donde un camino en particular es muy concurrido en comparación con otros y una forma sencilla de descongestionar el camino es mediante la asignación de más tiempo para los vehículos en el camino más denso, por lo tanto, el sistema debe ser lo suficientemente inteligente para decidir la prioridad.

Hasta el momento existen varias tecnologías para integrar cierto tipo de inteligencia a los semáforos, esto puede abarcar desde una simple decisión del estado en que debe permanecer (luz verde o roja) de acuerdo al tránsito hasta una decisión de mayor jerarquía, como la de tomar una decisión a causa de un accidente, cambiar el flujo del tráfico,

etc. La toma de decisión de un semáforo depende mucho del tipo de la tecnología que utiliza.

2.2.4.1. Tecnologías

2.2.4.1.1. Semáforo Inteligente con RFID

En primer lugar, la tecnología RFID (“Radio Frequency IDentification”), en términos generales, permite la identificación de objetos de forma inalámbrica, sin necesidad de que exista entre el lector y el objeto contacto o línea de visión directa, requisito indispensable para otras tecnologías como la lectura láser de códigos de barras. Esta identificación se realiza mediante la incorporación o fijación de un transpondedor al objeto, el cual transmite los datos que contiene cuando detecta que está siendo interrogado por un lector RFID.

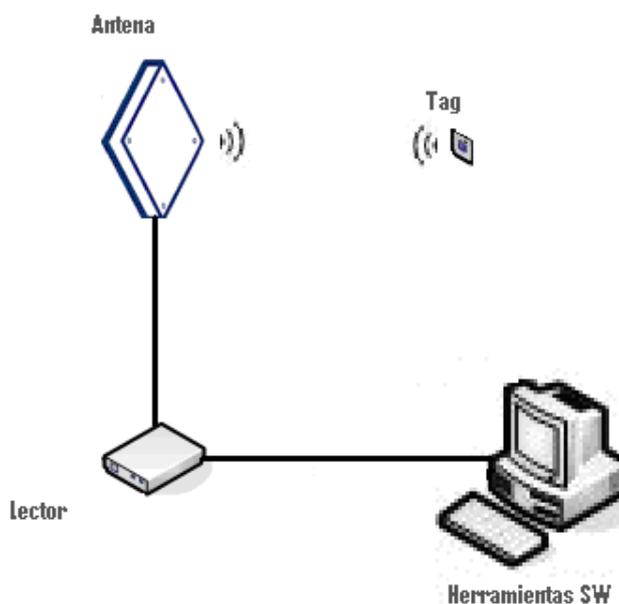


Figura 20: Sistema RFID Básico

Fuente: RFID: Tecnología, Aplicaciones y Perspectivas (DE LEON, 2017)

Ahora bien, el sistema de semáforos inteligentes de este tipo consta de 4 partes principales: La tarjeta RFID, un punto de acceso, el servidor de redes, WAN, como así también cuenta con una base centralizada que almacena los datos y a partir de ellos escoge una alternativa.

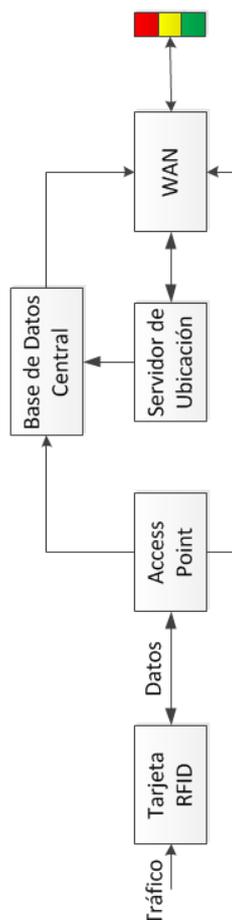


Figura 21: Esquema de Semáforo Inteligente utilizando RFID
 Fuente: Proyecto de Investigación “Semáforos Inteligentes” (MARTÍNEZ ANOROZO, 2017)

El proceso de decisión para el control de tráfico inteligente depende de la información en tiempo real proporcionado por el sistema RFID. Se captan los datos y son almacenados en una base de datos centralizada. Estos sensores captan la ubicación y el tiempo de cada vehículo y se guardan como una etiqueta que puede ser referenciada a través de un identificador. En cada cruce, la espera de los semáforos depende de la congestión, la longitud de la cola y otros parámetros de entrada. La comunicación entre el semáforo y el algoritmo de decisión se hace a través de internet.

Con los sensores ubicados en diferentes sectores se toman los tiempos, así como los tipos de vehículos; todos los datos se van cargando en una tabla. Es posible determinar la velocidad media de los vehículos que están transitando,

velocidad después de estar parado, saber características específicas de los vehículos entre otros parámetros. Si ocurre una situación extraña como un accidente, todavía es posible controlar el tráfico ya que los datos acumulados en la base centralizada pueden ser utilizados. El sistema puede aprender las decisiones y puede producir un escenario general del flujo de tráfico mediante la identificación de una variedad de situaciones:

- Determinar el patrón de circulación de vehículos en un determinado día.
- Determinar la secuencia más eficaz.
- Identificar la ruta más activa.

El gran desafío es diseñar un sistema de gestión de tráfico electrónico sofisticado que sea capaz de comprender e identificar el movimiento del tráfico y los destinos de rutina para toda una ciudad. Un problema con este tipo de tecnología es que cada vehículo debe contar con su propia etiqueta RFID.

2.2.4.1.2. Semáforo Inteligente usando Redes de Sensores Inalámbricos.

Este sistema cuenta con 2 partes principales: La red de sensores inalámbricos y la estación base, que se encarga de ejecutar los algoritmos de control.

La red de sensores inalámbricos, consiste en un grupo de sensores diseñados para proporcionar la infraestructura de comunicación de tráfico y facilitar el flujo del tránsito. Cada sensor se encarga de generar los datos de tráfico como el número de vehículos, los procesos de salida, velocidad de cada vehículo, su longitud, etc., para que los datos recopilados se envíen en tiempo real a la base.

Para la implementación de este tipo de sistema mayormente se utilizan las conexiones de tipo bluetooth, ZigBee y/o GPRS (MARTÍNEZ ANOROZO, 2017).

Tal es el caso de Silva, Heneao, Pedraza & Vega (2015), donde explican una propuesta de tecnologías emergentes para el monitoreo de tráfico vehicular, en donde se hace énfasis en una arquitectura propuesta utilizando bluetooth, para la adquisición de la información del tráfico, planteándola como una solución a los diferentes problemas que se presentan en los sistemas de transporte.

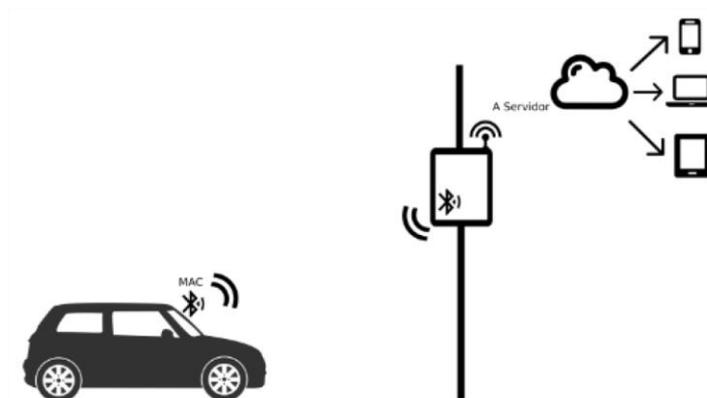


Figura 22: Esquema de lectura por medio de tecnología Bluetooth
 Fuente: Artículo: *Uso de tecnologías emergentes para el monitoreo de tráfico vehicular* (SILVA, HENEAO, PEDRAZA, & VEGA, 2015)

Se realiza un filtrado de la información porque cualquier dispositivo Bluetooth puede ser leído por los lectores del sistema propuesto, lo que se realiza haciendo un filtrado por clase del dispositivo.

En cuanto a ZigBee, es un protocolo de comunicación inalámbrica que se caracteriza por el bajo consumo de energía, bajo costo y tiempo de vida prolongado, también se caracteriza por la baja tasa de envío de datos (en comparación con otros protocolos de comunicación inalámbrica como el estándar Bluetooth e IEEE 802.11, comúnmente conocido como WIFI). Asimismo, este protocolo tiene como base el estándar IEEE 802.15.4, reconocido por la confiabilidad en la transmisión de datos.

Otro punto es el GPRS, además de la velocidad de transmisión de datos, es que permite una conexión constante al servicio de internet a un costo razonable, ya que en lugar de generar un costo por el tiempo en que un

dispositivo esté conectado a la red, el costo es calculado a partir de la cantidad de data transmitida por el dispositivo (JIMÉNEZ LLATAS & PRETELL CABRERA, 2013).

2.2.4.1.3. Semáforo Inteligente mediante Procesamiento de Imágenes

Mediante el control del tráfico utilizando procesamiento de imágenes, es posible medir la densidad del tráfico y de acuerdo a los datos obtenidos modificar los tiempos del semáforo.

El proceso ideal es el siguiente:

- Adquisición de imágenes. Se captura la carretera vacía y la imagen con el tráfico actual. La imagen de carretera vacía se guarda como una imagen de referencia.
- Se convierte ambas imágenes RGB a la escala grises.
- Mejora de la imagen.
- Verificar coincidencia entre la imagen de referencia y la imagen con el tráfico actual. Se utiliza el método de detección de borde morfológica porque requiere menos cálculo computacional y también es capaz de extraer los bordes independientemente de su dirección. Además de los bordes que causados por los vehículos también hay bordes extras, que son causados por factores no deseados como la carretera dañada o marcas blancas en la superficie del camino, la sombra de los árboles y edificios, entre otros.

Finalmente, de acuerdo a la información obtenida los semáforos, independientemente, podrían optar por aumentar, reducir o mantener el tiempo de espera con respecto a la cantidad de vehículos esperando la luz verde. Adicional a ello, esta tecnología puede utilizarse como

sistema de seguridad y control, monitoreo de las calles 24 horas, entre otros aspectos. Todo esto con la misma cámara (MARTÍNEZ ANOROZO, 2017).

2.2.4.1.4. Semáforo Inteligente basado en Inteligencia Artificial

Existen diferentes enfoques en cuanto a este tema, entre ellos están los basados en la teoría de lógica difusa, teoría de colas, algoritmos y refuerzo de aprendizaje.

- Teoría de Colas

Estos semáforos presentan un software que se basa en diversas teorías estadísticas destacándose la Teoría de Colas. Este software está conectado a sensores ubicados la pista, y se mide la cantidad de vehículos que pasan por cada carril. En función de la información de este sensor, se calculan demoras de los vehículos en acceder a la intersección, la relación entre la demanda y la capacidad del acceso, longitud media de las colas, la probabilidad de detención.

Estos parámetros son tomados por el Software para decidir de forma inteligente que hacer para manejar el tránsito de forma optimizada, para ello puede extender la duración de la “Ola Verde”, desviar el tránsito a otras calles para descongestionar la carga y facilitar la circulación vehicular disminuyendo la problemática ocasionada por el tráfico (MANTILLA SANTA CRUZ & MÁRQUEZ ZAVALA, 2014).

- Teoría de la Lógica Difusa

La lógica difusa se basa en lo relativo de lo observado. Este tipo de lógica toma dos valores aleatorios, pero contextualizados y referidos entre sí.

Así, por ejemplo, una persona que mida 2 metros es claramente una persona alta, si previamente se ha tomado el valor de persona baja y se ha establecido en 1 metro. Ambos valores están contextualizados a personas y referidos a una medida métrica lineal.

Pero hay que tener en cuenta que la idea en sí de que las cosas no son blancas o negras, sino que existen infinitos matices de grises (RUIZ DE SOMOCURCIO SALAS, 2008).

La técnica de lógica difusa es de gran utilidad en la investigación, dado que, en un instante determinado, no es posible precisar el valor concreto del flujo de vehículos, es por ello la necesidad de establecer un rango en donde se pueda establecer un valor de pertenencia de la variable. Esta técnica es muy potente para tratar con información imprecisa, en donde se combina variables de entrada, definidas en términos de conjuntos borrosos, por medio de una serie de reglas que producen uno o varios valores de salida, que se compone del tiempo variable en los colores de los semáforos de la intersección (BANCES SANTAMARÍA & RAMOS MOSCOL, 2014).

- Algoritmos

La metodología de desarrollo se puede ejemplificar con el siguiente caso, suponga que hay un número de coches parados en cierta dirección esperando el cambio de la señal del semáforo. Todos los autos comunican al semáforo su lugar específico en la cola. El semáforo debe ser capaz de tomar la decisión óptima para minimizar el tiempo promedio de espera de cada vehículo.

Los controladores de tráfico inteligente deben solucionar este problema mediante la estimación de

cuánto tiempo le tomaría a un vehículo llegar a su destino (siendo que cruza varios semáforos) cuando la luz se puso en verde, y cuanto tiempo le tomaría si la luz se pone en rojo. La diferencia de tiempos de espera de cada estado es la ganancia para el vehículo. Los controladores deben ser capaces de maximizar la ganancia promedio.

La estimación de los tiempos de espera se realiza mediante el refuerzo de aprendizaje que realiza un seguimiento de los tiempos de espera de los automóviles y utiliza de forma inteligente para calcular los promedios a largo plazo en los tiempos de espera utilizando algoritmos de programación dinámica. Este algoritmo permite que el coche nunca este parado por tanto tiempo (MARTÍNEZ ANOROZO, 2017).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Big Data**

El concepto de Big Data aplica para toda aquella información que no puede ser procesada o analizada utilizando procesos o herramientas tradicionales. Sin embargo, Big Data no se refiere a alguna cantidad en específico, ya que es usualmente utilizado cuando se habla en términos de petabytes y exabytes de datos.

- **Cladding**

En un cable de fibra óptica “cladding” es la capa media que sirve para confinar la luz en el centro

- **Distribución SDH**

Es un conjunto de protocolos de transmisión de datos. Se puede considerar como la revolución de los sistemas de transmisión, como consecuencia de la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión, así como de la necesidad de sistemas más flexibles y que soporten anchos de banda elevados.

- **ISP**

Un ISP es la empresa que brinda conexión a Internet a sus clientes y conecta a sus usuarios a Internet a través de diferentes tecnologías

– **MATLAB**

Es una herramienta de software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) con un lenguaje de programación, MATLAB provee funciones para visualizar datos en 2D y 3D.

– **Synchro 7**

Es un software que sirve para simular flujos de tránsito

– **Tecnologías DSL**

Es una familia de tecnologías que proporcionan el acceso a Internet mediante la transmisión de datos digitales a través de los cables de una red telefónica local. Es un término utilizado para referirse de forma global a todas las tecnologías que proveen una conexión digital sobre línea de abonado de la red telefónica básica o conmutada, a esta familia pertenecen las líneas de abonado: ADSL, ADSL2, ADSL2+, SDSL, IDSL, HDSL, SHDSL, VDSL y VDSL2.

– **Tecnologías la IP-HDTV**

Esta tecnología se ha convertido en la denominación más común para los sistemas de distribución por suscripción de señales de televisión de pago usando conexiones de banda ancha sobre el protocolo IP. A menudo se suministra junto con el servicio de conexión a Internet, proporcionado por un operador de banda ancha sobre la misma infraestructura, pero con un ancho de banda reservado. No es TV Online, es TV sobre IP, por lo que se garantiza calidad por parte de las operadoras reservando parte de su ancho de banda para prestar los servicios de televisión.

– **TPDA (tráfico promedio diario anual)**

Tránsito promedio diario anual o TPDA, que se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un periodo de tiempo determinado, que es mayor a de un día y menor o igual a un año, dividido por el número de días comprendido en dicho período de medición.

– **Tránsito**

Acción de transitar. Sitio por donde se pasa de un lugar a otro.

– **Tráfico**

Tránsito de personas y circulación de vehículos por calles, carreteras, caminos, etc.

– **Voz basada en TDM**

Es una técnica que permite la transmisión de señales digitales y cuya idea consiste en ocupar un canal (normalmente de gran capacidad) de transmisión a partir de distintas fuentes, de esta manera se logra un mejor aprovechamiento del medio de transmisión.

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. Hipótesis General

La integración del sistema inteligente de control de tránsito permitirá optimizar el flujo de datos de la red de videovigilancia de la municipalidad distrital Gregorio Albarracín Lanchipa.

2.4.2. Hipótesis Específica

- La utilización de la red de conectividad de fibra óptica de la municipalidad distrital de Gregorio Albarracín Lanchipa permitirá el transporte de múltiples servicios tecnológicos, reduciendo con esto el costo del despliegue de lo propuesto.
- El nivel de utilización de recursos de la red de datos actual es menor comprándola a la red integrada con el sistema inteligente de control de tránsito.

2.5. VARIABLES

2.5.1. Definición conceptual de la variable

2.5.1.1. Sistema inteligente de control de tránsito.

Si bien el tránsito vehicular se puede definir como el recorrido que efectúan los vehículos desde un lugar a otro, existen varias dificultades que surgen cuando no existe un eficiente programa o sistema de control de tránsito. Es por ello que existen una gran cantidad de problemas relacionados a este efecto. Asimismo, son varias las soluciones que existen para controlar este fenómeno, y una de ellas es utilizar los denominados ITS o Sistemas inteligentes de Control de Tráfico.

El objetivo de los sistemas de transporte inteligente es mejorar la movilidad, seguridad y eficiencia del transporte, mejorando la funcionalidad de los vehículos y las vías usando las tecnologías de la información. Utilizar tecnologías ITS en el desempeño del sistema optimizará la utilización de la capacidad efectiva del mismo. Las principales metas de estos sistemas son la reducción de la contaminación ambiental, del número de accidentes, de la congestión, aumento de la velocidad, mejoramiento de la capacidad de utilización de la vía y ayudar a los conductores a circular evitando producir congestionamiento y accidentes.

Existe una gran variedad de categorías y sub categorías, pero este trabajo de investigación se enfocará en Los Sistemas Avanzados de Control Vehicular (AVCS – Advanced Vehicle Control Systems) (ESPINOZA VENTURA, 2017).

Dentro de los Sistemas Avanzados de Control Vehicular, está el Sistema Semafórico, el cual consta de dispositivos situados principalmente en intersecciones viales en el entorno urbano y que tienen por objeto regular el tránsito vehicular y peatonal, estableciendo prioridades de paso en cada caso.

Su aplicación principal consiste en regular el tránsito peatonal y vehicular, principalmente, en intersecciones en la zona urbana, estableciendo prioridades de paso y mejorando con ello la seguridad y fluidez del tránsito. En la actualidad, se evoluciona a redes de semáforos controlados de forma dinámica, de acuerdo al estado de determinadas variables de tránsito (sistema adaptativo), siendo éste el sistema más eficiente para obtener un tránsito más fluido por adaptarse a las necesidades reales de la vía en cada momento.

Dentro de los diferentes sistemas de Control Semafórico existe el Sistema adaptativo, donde no se definen planes horarios, si no que el funcionamiento y estado del semáforo se gestiona de forma dinámica, de acuerdo a ciertas variables que determinan el estado y necesidades del tránsito en todo momento (esta información se obtiene en tiempo real a través de sensores o

cámaras existentes en el entorno del semáforo) y teniendo en cuenta la red de semáforos relacionados (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014) .

2.5.1.2. Red de Videovigilancia del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa.

A medida que pasa el tiempo, la demanda por líneas de acceso de alta capacidad incrementa, por lo que la tecnología existente no satisface lo demandado. Una red PON puede responder a estas demandas porque es, en su mayor parte o en algunos casos en su totalidad, fibra óptica. Los usuarios de negocios o comunidades científicas o educativas se suelen conectar a un anillo de distribución SDH que permite velocidades de varios cientos de Mbit/s. Al ser toda la infraestructura de fibra óptica, se proporciona una transmisión muy segura y libre de errores, con una alta capacidad de transferencia. La mejor estructura de red para una PON es la estructura backbone, de esta manera puede recorrer millas sin problemas, por ejemplo, de ciudad en ciudad (LOOR DÍAZ & NOVOA COX, 2010).

Según indica la UIT (Unión Internacional de las Telecomunicaciones) (2012) la sección óptica de un sistema de red de acceso local puede ser activa o pasiva. Este tipo de redes se caracterizan por permitir eliminar todos los componentes activos existentes entre el servidor y el cliente, introduciendo en su lugar componentes ópticos pasivos (que carecen de energía) para guiar el tráfico por la red. Las diferentes tecnologías que engloban este tipo de red pueden ser APON, BPON, GPON, EPON, 10GPON, entre otros.

Sus principales ventajas son las siguientes:

- Aumento de la cobertura hasta los 20 Km. (desde la central). Con tecnologías DSL como máximo se cubre hasta los 5,5 Km.
- Ofrecen mayor ancho de banda para el usuario.

- Mejora en la calidad del servicio y simplificación de la red debido a la inmunidad que presentan a los ruidos electromagnéticos.
- Minimización del despliegue de fibra óptica gracias a su topología.
- Reducción del consumo gracias a la simplificación del equipamiento.
- Más baratas que las punto a punto (NAVARRO, JOYANES AGUILAR, PÉREZ MÉNDEZ, & CAMILO, 2017).

A pesar de las numerosas ventajas que se pueden encontrar respecto a la fibra óptica, también se pueden identificar desventajas, como principalmente, cambiar de la red de cobre a una de fibra, que puede demandar gran inversión, y en definitiva algo muy contrastado como la resistencia al cambio de los usuarios (CEVALLOS R., MONTALVO E., & VINUEZA R., 2017).

2.5.2. Definición operacional de la variable

Tabla 8: Definición Operacional de la Variable

HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
Hipótesis General	Variable Dependiente	
La integración del sistema inteligente de control de tránsito permitirá optimizar el flujo de datos de la red de videovigilancia de la municipalidad distrital Gregorio Albarracín Lanchipa.	Sistema Inteligente de Control de Tráfico	Nivel de necesidad de - actualizar el sistema semafórico
		Nivel de satisfacción - con el programa de tráfico vehicular - Nivel de caos vehicular
	Variable Independiente	
	Red de Videovigilancia del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa	Nivel de aprovechamiento de los beneficios que puede brindar la red - Nivel de satisfacción de usuarios por los servicios de la red

Fuente: Elaboración Propia

2.5.2.1. Descripción de los indicadores.

A continuación, se explicarán los indicadores.

2.5.2.1.1. Variable Dependiente: Sistema Inteligente de Control de Tránsito

- Nivel de necesidad de actualizar el sistema semafórico [Pregunta N.º 3, 6 y 7]
- Nivel de satisfacción con el actual programa de tráfico vehicular [Pregunta N.º 2, 5 y 10]
- Nivel de caos vehicular [Pregunta N.º 1, 4, 8 y 9]

2.5.2.1.2. Variable Independiente: Red de Videovigilancia

- Nivel de aprovechamiento de los beneficios que puede brindar la red. [Pregunta N.º 1, 3, 5, 6, 7 y 9]
- Nivel de satisfacción de usuarios por los servicios de la red. [Pregunta N.º 2, 4, 8, 10 y 11]

2.5.3. Matriz de consistencia

Tabla 9: Definición Operacional de la Variable

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Dependiente	
¿De qué manera un sistema inteligente de control de tráfico vehicular puede optimizar el flujo de datos de la red de videovigilancia de la municipalidad distrital de Gregorio Albarracín Lanchipa de la ciudad de Tacna?	Demostrar que la Integración de un sistema inteligente de control de tránsito puede optimizar el flujo de datos de la red de la municipalidad distrital Gregorio Albarracín Lanchipa para mejorar el tráfico vehicular.	La integración del sistema inteligente de control de tránsito permitirá optimizar el flujo de datos de la red de videovigilancia de la municipalidad distrital Gregorio Albarracín Lanchipa.	Sistema Inteligente de Control de Tráfico	Nivel de necesidad de - actualizar el sistema semafórico Nivel de satisfacción - con el programa de tráfico vehicular - Nivel de caos vehicular
			Variable Independiente	
			Red de Videovigilancia del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa	Nivel de aprovechamiento de los beneficios que puede brindar la red Nivel de satisfacción de usuarios por los servicios de la red
Problema Específico	Objetivo Específico	Hipótesis Específica		
¿Cuál es el nivel de Convergencia de la red de datos de la municipalidad Gregorio Albarracín Lanchipa?	Optimizar la red de conectividad de fibra óptica de la municipalidad de Gregorio Albarracín Lanchipa para operar como una red convergente que permita el transporte de múltiples servicios tecnológicos, reduciendo con esto el costo del despliegue de lo propuesto.	La utilización de la red de conectividad de fibra óptica de la municipalidad distrital de Gregorio Albarracín Lanchipa permitirá el transporte de múltiples servicios tecnológicos, reduciendo con esto el costo del despliegue de lo propuesto.		
¿Cuál es el nivel de aprovechamiento de los beneficios que puede brindar la red de conectividad de fibra óptica de la municipalidad de Gregorio Albarracín Lanchipa?	Calcular el nivel de utilización de recursos de la red de datos actual y compararla con la propuesta.	El nivel de utilización de recursos de la red de datos actual es menor comprándola a la red integrada con el sistema inteligente de control de tránsito.		

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de Investigación

La presente propuesta se define como una investigación de tipo **EXPLICATIVA**, debido a que se caracteriza para explicar el comportamiento de una variable (Variable Dependiente) en función de una a más variables independientes. Este tipo de estudio permite explicar, comprender e interpretar el por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones. Con este tipo de investigación se busca encontrar las causas del problema. Asimismo, requiere de Hipótesis y aplicación de prueba estadística (GUTIERREZ FLORES & CANALES GUTIERREZ, 2017).

3.1.2. Nivel de Investigación

Este trabajo se puede definir como una investigación de nivel **INTEGRATIVO**, dado que corresponde a una investigación en la que los objetivos implican modificar la variable independiente (GUTIERREZ FLORES & CANALES GUTIERREZ, 2017).

3.1.3. Diseño de Investigación

Se define como diseño **EXPERIMENTAL**, dado que se puede manipular la variable independiente, los datos son recogidos durante la investigación, se realizaron los cálculos estadísticos para la red actual y propuesta y finalmente utiliza ambas variables para la hipótesis (GUTIERREZ FLORES & CANALES GUTIERREZ, 2017) .

3.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio de tráfico vehicular se realizó en la ciudad de Tacna, específicamente en el distrito Gregorio Albarracín Lanchipa. De la misma manera, fue la zona en donde se encuestaron a diferentes choferes.

Por otro lado, la información de la red se obtuvo de investigación de documentos oficiales de la “Municipalidad Distrital de Gregorio Albarracín Lanchipa”, adicional a ello se buscó información relativa en libros, tesis, revistas, artículos científicos, entre otros.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

La población está dada por la cantidad de habitantes del distrito, que son 68989h, esta cantidad se tomara en cuenta para la variable **DEPENDIENTE**, por otro lado, para la variable **INDEPENDIENTE**, se consideró a todo el personal activo que opera las distintas cámaras de videovigilancia del distrito y personal capacitado en el tema que trabaja con la red (se consideró 7 personas),

3.3.2. Muestra

En el caso de la variable **DEPENDIENTE**, al poseer una población finita, para el cálculo de la muestra se utilizó la siguiente fórmula.

$$n = \frac{(NZ_{(1-\alpha)})^2 pq}{e^2(N-1) + (Z_{(1-\alpha)})^2 pq}$$

En donde:

N	=	Tamaño de la población	=	68989
p	=	50% de probabilidad a favor	=	0.5
$q = 1 - p$	=	50% de probabilidad en contra	=	0.5
α	=	Error de Alfa	=	0.05
$1 - \alpha$	=	nivel de confianza	=	0.95
$Z_{(1-\alpha)}$	=	Según tabla de distribución normal	=	1.96
e	=	Margen de error = 3%	=	0.03

$$n = \frac{68989(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(0.03)^2(68989-1) + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = 1050.87162$$

La muestra es demasiado grande, por lo que en este caso se usará un **muestreo de conveniencia o intencional** por lo que se tomó una muestra de 50 encuestados.

De una manera distinta se trabajó con la variable **INDEPENDIENTE**, dado que se tomará a toda la población para la muestra por ser un número pequeño de trabajadores.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas de análisis de datos son herramientas útiles para obtener información científica. Después de organizar los datos, es necesario analizarlos cualitativa o cuantitativamente, dependiendo de su naturaleza. Para obtener los resultados de la investigación, es necesario primero analizar la data (VARA HORNA, 2012). En tal sentido para este trabajo de investigación, se utilizaron las siguientes técnicas:

- Observación Directa
- Encuesta

Y los siguientes instrumentos:

- Fotos
- Cuestionario de encuesta

3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS

La recolección de datos se dividió en dos partes, en trabajo de campo e investigación de documentos, informes y/o proyectos de la municipalidad.

3.5.1. Trabajo de Campo

Inicialmente se dispuso a identificar la zona más transitada por vehículos dentro de las instalaciones de la red de conectividad de fibra óptica del distrito, dando como resultado la Av. Municipal, desde el óvalo Cusco hasta el Grifo: Servicentro la Esperanza, luego se identificaron los semáforos, la cantidad, el tipo y la ubicación de los mismos., esta información será detallada en el siguiente capítulo.

Posteriormente se encuestaron a los distintos habitantes colaboradores con el trabajo de investigación, dichas encuestas se procesaron en el

editor de datos SPSS v23 y en Microsoft Excel. Adicionalmente se encuestaron a todos los operadores de las cámaras de videovigilancia del distrito en estudio junto a personal capacitado en el tema que trabaja con la red.

3.5.2. Investigación de Documentación

Se investigó de libros, revistas, artículos científicos e internet información sobre redes PON y su plataforma de operabilidad, manteniendo siempre la idea de integrar la propuesta, buscando una optimización de la red ya construida. De la misma manera se investigó cual sistema inteligente de control de tráfico que existe en el mercado, podría brindar una solución al problema de tráfico del distrito en estudio.

Por otro lado, se tuvo que investigar que calles o avenidas son las más propensas a sufrir caos vehicular, dicha investigación tuvo cabida en los siguientes documentos:

- Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Tacna 2014 – 2023 – PROPUESTA (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA - Gerencia de Desarrollo Urbano, 2014 - 2023)
- Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Tacna 2014 – 2023 – DIAGNOSTICO (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA - Gerencia de Desarrollo Urbano, 2014 - 2023)
- Plan de acondicionamiento territorial de la provincia de Tacna 2014 - 2023 cap1-4 (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA, 2014 - 2023)
- Plan de acondicionamiento territorial de la provincia de Tacna 2014 - 2023 cap5-8 (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA, 2014 - 2023)
- Plan urbano distrital crnl. Gregorio Albarracín Tacna 2016 - 2021 – diagnostico/propuesta (MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CRNL. GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA - Gerencia de Desarrollo Urbano, 2016 - 2021)
- Plan urbano distrital crnl. Gregorio Albarracín Lanchipa 2016 - 2021 - sector vulnerable rio seco - cono sur (MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CRNL. GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA - Gerencia de Desarrollo Urbano, 2016)

De manera similar, se investigó las características principales del proyecto de videovigilancia del distrito en estudio, para poder rescatar toda la información posible para la propuesta.

El proyecto es reciente y según el MEF (Ministerio de Economía y Finanzas) en su portal, figura en **PROCESO DE FASE DE INVERSIÓN**, por ello, no es posible acceder al informe final del proyecto, por lo que se optó por estudiar la licitación “LP N.º 0011-2013-MDCGAL” e información extraoficial de la Sub Gerencia de Seguridad Ciudadana y la Sub Gerencia de Tecnologías de Información y Comunicaciones.

Código SNIP del Proyecto de Inversión Pública : **120399**
 Estado: INACTIVO, PERFIL APROBADO Nivel Min. Recom. OPI: PERFIL APROBADO
 Estado de Viabilidad: VIABLE
 Asignación de la Viabilidad: OPI MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CORONEL GREGORIO ALBARRACIN

FORMATO SNIP-03:
 FICHA DE REGISTRO - BANCO DE PROYECTOS
 [La información registrada en el Banco de Proyectos tiene carácter de Declaración Jurada]

En Formulación → En Evaluación → **PIP Visible** → Registro en Fase de Inversión → Cerrado

Fecha de la última actualización: **04/06/2009**

1. IDENTIFICACIÓN
 - 1.1 Código SNIP del Proyecto de Inversión Pública: **120399**
 - 1.2 Nombre del Proyecto de Inversión Pública: **INSTALACION DE SISTEMA DE CAMARAS DE VIDEO VIGILANCIA PARA LA SEGURIDAD CIUDADANA, DISTRITO DE CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA - TACNA - TACNA**
 - 1.3 Responsabilidad Funcional del Proyecto de Inversión Pública:

Función	05 ORDEN PÚBLICO Y SEGURIDAD
Programa	014 ORDEN INTERNO
Subprograma	0031 SEGURIDAD VECINAL Y COMUNAL
Responsable Funcional (según Anexo SNIP 04)	INTERIOR
 - 1.4 Este Proyecto de Inversión Pública NO pertenece a un Programa de Inversión
 - 1.5 Este Proyecto de Inversión Pública NO pertenece a un Conglomerado Autorizado

Imprimir <<Regresar al anterior

Figura 23: Consulta del proyecto “INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CÁMARAS DE VIDEO VIGILANCIA PARA LA SEGURIDAD CIUDADANA, DISTRITO DE CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA - TACNA - TACNA”.

Fuente: Página Web del Ministerio de Economía y Finanzas, Consulta del proyecto en estudio.

El nombre completo de la licitación es **ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CÁMARAS DE VIDEO VIGILANCIA - PROYECTO AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO GREGORIO ALBARRACÍN-TACNA”**

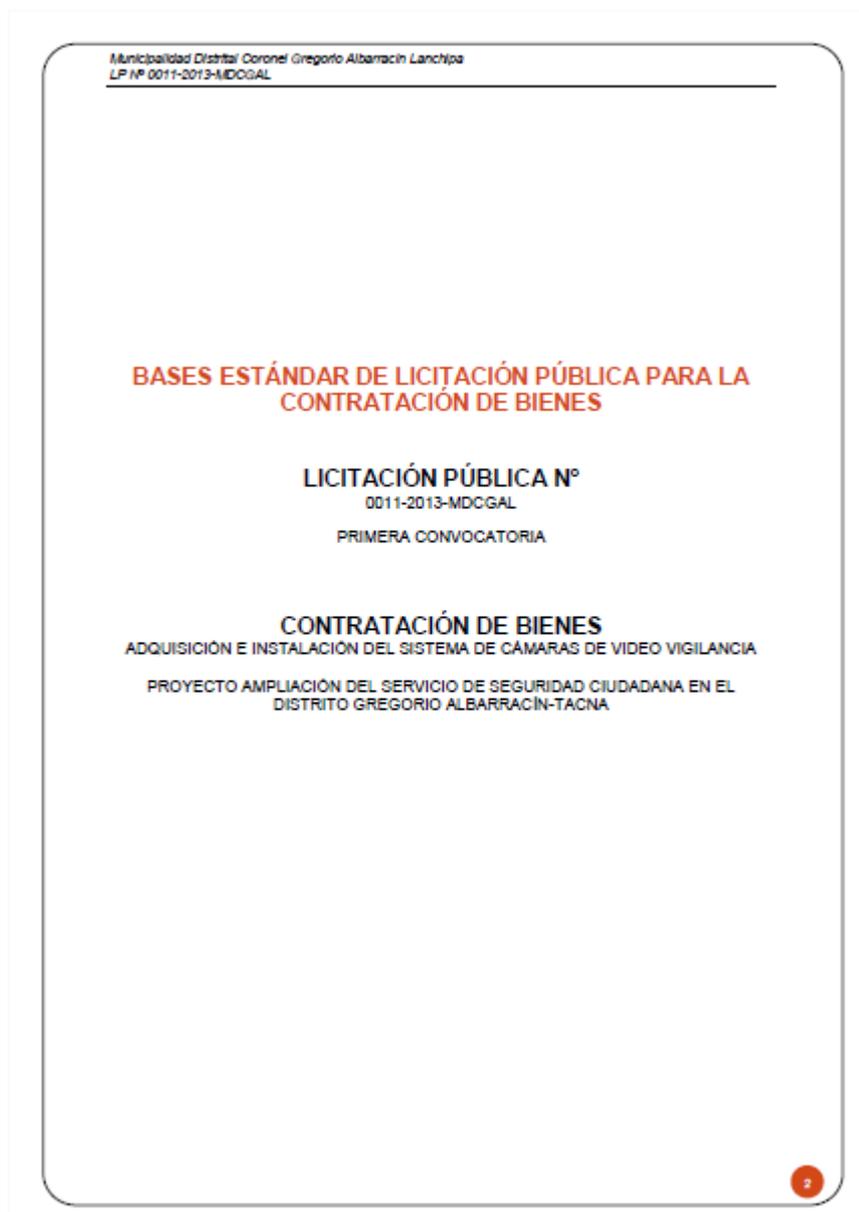


Figura 24: Portada de la Licitación Pública: ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CÁMARAS DE VIDEO VIGILANCIA - PROYECTO AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO GREGORIO ALBARRACÍN-TACNA

Fuente: Licitación Pública: ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CÁMARAS DE VIDEO VIGILANCIA - PROYECTO AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO GREGORIO ALBARRACÍN-TACNA

CAPITULO IV DESARROLLO

4.1. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se utilizó una metodología de cuatro fases que serán descritas a continuación.

- Fase I: Recolección de información de la red Actual.
- Fase II: Selección de la Herramienta.
- Fase III: Diseño de la Integración de SCATS.
- Fase IV: Estimación de ancho de banda.

4.1.1. FASE I: Recolección de Información de la red Actual.

Esta fase comprendió el estudio y recopilación de información relacionada con el trabajo, así como la investigación de la red actual y el tráfico vehicular.

Durante la investigación se identificó la subutilización de la red y la zona crítica de caos vehicular dentro del distrito.

4.1.1.1. Datos Generales del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa (CGAL)

En los albores de la década del 90 aumentaron las peticiones de las organizaciones poblacionales de solicitar la distritalización de Nueva Tacna. Por más de 17 años de constantes reclamos y planteamientos, finalmente, el 02 de febrero del 2001, el gobierno aprobó la Ley N° 27415 creando políticamente el distrito CGAL.

La primera organización vecinal denominada Cooperativa 3 de diciembre comprada por la familia Ticona le siguieron la Asociación de Vivienda Primero de Mayo, Pérez Gamboa y nacieron otros programas habitacionales como Enace.

Hoy suman más de 70 las zonas entre juntas vecinales y asociaciones de vivienda sin contar las 80 asociaciones de vivienda del Programa Municipal Pampas de Viñani que está aún en manos de la Municipalidad Provincial de Tacna.

La denominación de cono sur parte precisamente de la constante migración del centro hacia lo que es Gregorio Albarracín no obstante la carencia de servicios más apremiantes donde sus primeros colonos apostaron por mejores posibilidades de desarrollo (MDGAL, 2017).

El distrito “Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa”, es uno de los 10 distritos de la Región de Tacna, así como Tacna distrito, Alto de la Alianza, Calana, Ciudad Nueva, Inclán, Pachía, Palca, Pocollay y Sama (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA - Gerencia de Desarrollo Urbano, 2014 - 2023).

4.1.1.2. Visión y Misión

- Visión

La Municipalidad Distrital Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa (MDCGAL) como organismo local promotor del desarrollo de su ámbito tiene como visión el desarrollo integral sostenible, todo ello a través de un modelo urbanístico, productivo, turístico y económico planificado con instituciones competitivas y una población capacitada, educada e identificada con su distrito.

- Misión

Nuestra misión como institución edil es promover e impulsar el desarrollo socio económico y bienestar de la población albarracina, con la presentación de servicios administrativos, impulsando proyectos de infraestructura básica y de apoyo a la producción de autoconsumo; mejorando la calidad de vida de la población y promoviendo la participación de la inversión privada

Los esfuerzos del MDGAL se orientan prioritariamente a los ámbitos de extrema pobreza, organizaciones de base y Juntas Vecinales, favoreciendo a los grupos más

vulnerables de la población, para crear y garantizar el acceso al empleo productivo que posibilite mejorar sus niveles y calidad de vida.

En el corto y mediano plazo, la MDGAL debe constituirse en un municipio piloto y modelo, pionero acorde con la modernización de la administración pública y descentralizada y desconcentración del país; nuevo distrito de frontera, con ganas de desarrollar los servicios básicos y oportunidades; eje distrital con fines de desarrollo (MDGAL, 2017).

4.1.1.3. Red de conectividad de fibra óptica del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa.

Recapitulando, como se explicó en el capítulo II, un sistema GPON consta de 3 partes:

- Un terminal de óptico de línea OLT
- Una unidad terminal óptica ONU o en su efecto una terminación óptica de red ONT
- La red de distribución óptica ODN (fibra óptica, divisores ópticos pasivos splitters, mufas o mangas, patch cords, conectores etc.)

Dentro de las posibles soluciones que se consideran para la implementación de los sistemas de la familia PON, se han desarrollado las infraestructuras Fibra hasta el/la X, FTTx (Fiber to the x) las siguientes:

- FTTH: Tiene el propósito de desplegar fibra hasta los usuarios finales.
- FTTB: Considera desplegar la fibra hasta un edificio, para luego ingresar por cobre al usuario final.
- FTTN: La fibra termina en un armario de calle, estando varios kilómetros de distancia de las instalaciones del cliente, siendo la conexión final de cobre
- FTTC: Similar a FTTN, pero la cabina o armario de telecomunicaciones está más cerca del usuario, normalmente a menos de 300 metros.

El dimensionamiento de la red tiene las siguientes consideraciones

- Los componentes integrados, operan en condiciones climáticas adversas (-10 C ~ +50 C) promedio del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú y su operación permite una humedad relativa no menor al 80% sin condensación, salvo de aquellos componentes donde se indiquen requerimientos superiores.
- Las cámaras de video vigilancia son de tres tipos:
 - o Tipo I: Cámara Domo PTZ HD para exteriores, zoom óptico mínimo 20X y zoom digital mínimo 12X, visualización-grabación día y noche, preparada para exteriores con clasificación IP66 y NEMA 4x.
 - o Tipo II: Cámara Fija tipo OJO DE PEZ 360°, PTZ digital, audio bidireccional para Centro de monitoreo, visualización/grabación día y noche, velocidad de imagen 20 fps a 1080p mínimo, tipo de compresión H264, IP66 y IK10.
 - o Tipo III: Cámara Domo Fija, resolución mínima de video 1920 x1080, 30 imágenes por segundo, Formatos de compresión: Motion JPEG / H.264 y clasificación IP66.
 - o Tipo IV: Cámara Fija tipo BOX para exteriores, zoom óptico mínimo 20X y zoom digital mínimo 12X, visualización/grabación día y noche, velocidad de imagen 30 fps mínimo, tipo de compresión H264, y IP66.
- El sistema de video vigilancia está basado en tecnología IP y es de última generación.
- El Software de Gestión y Grabación es una plataforma de seguridad unificada que se integra de forma sencilla con los sistemas de seguridad basados en tecnología IP en una sola solución. Esta plataforma unificada tiene la capacidad de ser instalada como un sistema de video, o de control de acceso o independientes. Todos los

aspectos de sus operaciones de seguridad están consolidados bajo una sola plataforma, desde monitoreo en tiempo real hasta el manejo de alarmas, reportes y reproducción de videos de eventos. La unificación se extiende a una única interfaz de configuración para los componentes del control de acceso, video vigilancia y reconocimiento de placas.

- El cable de fibra óptica aérea a instalar es monomodo de 24 hilos con vano máximo de 100 mts para el backbone principal y como mínimo 02 hilos para enlace de cámara hacia nodo.
- La solución de fibra óptica, es un anillo Gigabit Ethernet GEPON.

Para esta investigación se consideró, que el diseño del cableado es mixto, dado que en algunos casos se utiliza la solución FTTH para llegar directamente a la cámara y en otros casos se utiliza FTTB para los edificios que están interconectados.

Para el despliegue e instalación del proyecto se utilizaron los siguientes componentes.

Tabla 10: Componentes para la construcción de la red de videovigilancia del distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa

BIEN	MEDIDA	CANT.
TIPO I (CÁMARAS DOMO PTZ FHD PARA EXTERIORES)	UNIDAD	28
TIPO II (CÁMARAS OJO DE PEZ PARA CENTRO DE MONITOREO)	UNIDAD	4
TIPO III (CÁMARAS DOMO FIJA PARA EXTERIORES)	UNIDAD	2
TIPO IV (CÁMARAS FIJAS TIPO BOX PARA EXTERIORES)	UNIDAD	2
PENDANT KIT	UNIDAD	35
CAJA NEMA IP67	UNIDAD	35
PANEL, (462 X 462)	UNIDAD	70
DIN RAIL KIT, (3) DIN3-T35X7.5 (KIT DE CARRIL DIN)	UNIDAD	35
POLE MOUNTING KIT WHEN B = 20.00 (508) (KIT DE MONTAJE)	UNIDAD	35
UPS RS 500 VA	UNIDAD	35
ESTABILIZADOR DE 1 KVA	UNIDAD	35
INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO AUTOMÁTICO (220VAC / 30A)	UNIDAD	70
JOYSTICK	UNIDAD	5
CABLE 12 MM PARA CONECTAR CON CAJA TERMICA	METROS	1400
MODULO	UNIDAD	1
LICENCIA CÁMARAS VIDEO VIGILANCIA	UNIDAD	40
MÓDULO CLIENTE WEB	UNIDAD	3
POSTES DE C.A.C. DE 15/400/245/435 - LONG-CARGA-DIAMET VERTICE MM-DIÁMETRO DE BASE (INCLUYE POSTE, TRASLADO, GRUA, APERTURA DE HUECO, CERRAR HUECO Y DIRECCIÓN TÉCNICA)	UNIDAD	28
CAJA TÉRMICA	UNIDAD	35
POZOS A TIERRA (THORGEL, FAVIGEL O CEMENTO CONDUCTIVO)	UNIDAD	35
O PORTÁTILES		
PATCH CORD U/UTP GIGALAN CAT 6 DE 2M	UNIDAD	2
PATCH CORD MONOFIBRA SM-APC/SC-UPC 2.5M	UNIDAD	2
PUNTO TERMINACIÓN ÓPTICA SC-APC	UNIDAD	2

BIEN	MEDIDA	CANT.
SPLITER ÓPTICO MODULAR SC-APC/SC-APC	UNIDAD	2
CORDÓN MONOFIBRA SM SC-APC/SC-APC 2.5M AMARILLO	UNIDAD	9
PATCH PANEL MODULAR	UNIDAD	1
CHASIS 16 SLOT RACK	UNIDAD	1
TARJETA DE INTERFACE OLT 20 KM	UNIDAD	2
FIBRA ÓPTICA MONOMODO 24 HILOS	METROS	26,000
FIST-OPTIC FTTH SM 02F	METROS	22,000
MUFFAS PARA SPLITER	UNIDAD	9
KIT DERIVACIÓN PARA FOSC-100	UNIDAD	9
FIJACIÓN MUFFA A POSTE AÉREO FOSC100-AMBM	UNIDAD	9
SPLITTER OPTICO PLC 1X8 G.657A NC/NC 2M2M	UNIDAD	9
SWITCH F.O. 12 PUERTOS CAPA 2	UNIDAD	4
PIGTAIL 01F SM SC-APC - D0.9	METROS	35
ROSETA OPTICA 2P 4X2	METROS	35
PATCH CORD SC-APC/SC-SPC 3.0M	METROS	35
ONU 20 KM	METROS	35
PATCH CORD U/UTP GIGALAN CAT.6 - 2.5M - ROJO	METROS	35
POSTES DE C.A.C. DE 9 M - LONG-CARGA-DIAMET VERTICE MM- DIAMETRO DE BASE (INCLUYE POSTE, TRASLADO, GRUA, APERTURA DE HUECO, CERRAR HUECO Y DIRECCION TÉCNICA, PRUEBAS DE OTDR, ACCESORIOS Y PUESTA EN SERVICIO), SE RECIBIRA POSTES DE MAYOR ALTURA (MEJORA)	UNIDAD	180
ACCESORIOS DE FIBRA OPTICA (FERRETERÍA)	GLOBAL	1
SISTEMA DE ALMACENAMIENTO NVR MODULAR DE 24 TB (INCLUYE CONFIGURACIÓN Y PUESTA A PUNTO)	UNIDAD	1
SERVIDOR DE RACK (INCLUYE CONFIGURACIÓN Y PUESTA A PUNTO)	UNIDAD	3
STORAGE 10 TB	UNIDAD	1
SISTEMA EXTERNO DE RESPALDO BLU RAY (INCLUYE CINTAS)	UNIDAD	2

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

4.1.1.4. Diseño del cableado

4.1.1.4.1. Troncales

Se desplegaron 06 troncales de FIBRA ÓPTICA MONOMODO de 24 HILOS, 04 troncales regulares y 02 redundantes para garantizar una buena disponibilidad, ante posibles problemas de comunicación.

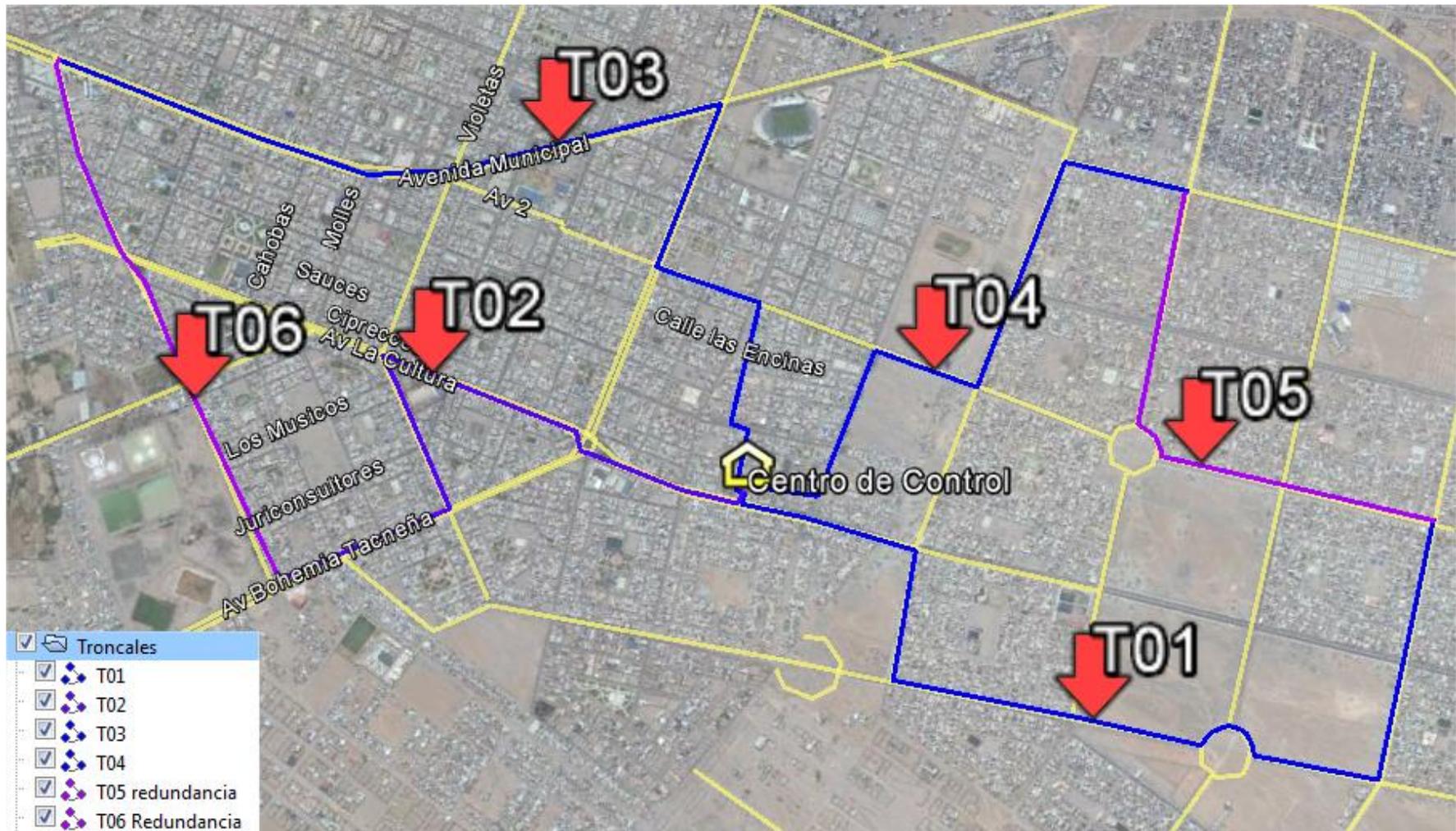


Figura 25: Tendido de troncales de la red de datos de fibra óptica del distrito CGAL
Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

4.1.1.4.2. Acometidas y cámaras

De la misma manera, se instalaron las cámaras en las posiciones ubicadas a continuación.

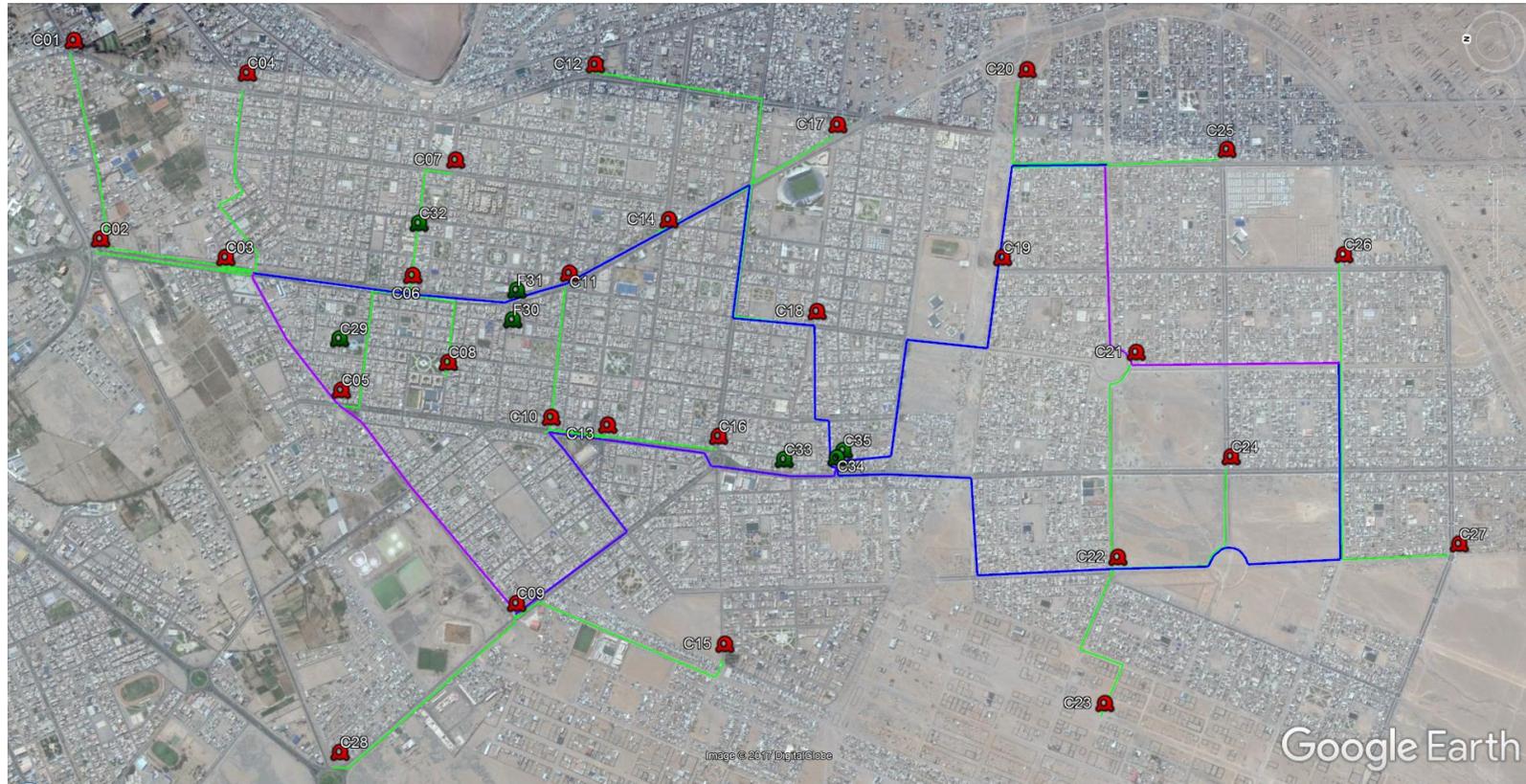


Figura 26: Ubicación de troncales, acometidas y cámaras de la red de datos de fibra óptica del distrito CGAL
Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

4.1.1.4.3. Esquema de Red

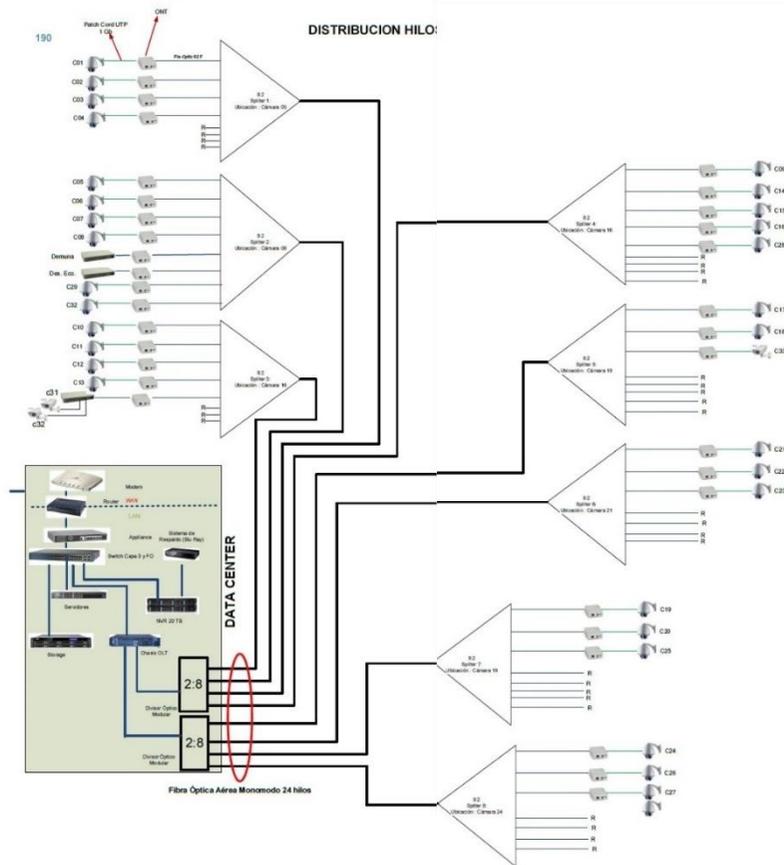


Figura 27: Distribución de Hilos de Fibra Óptica
 Fuente: "Ampliación del Servicio de Seguridad Ciudadana en el Distrito Crnl. Gregorio Albarracín Lanchipa-Tacna"

4.1.1.5. Elementos de Diseño

4.1.1.5.1. Equipamiento de los postes.

Cada cámara de tipo I, está instalada en una caja térmica especial para soportar ciertos dispositivos para su correcto funcionamiento.



*Figura 28: Dispositivos de las cajas térmicas de los postes con cámaras de la red de datos de fibra óptica del distrito CGAL
Fuente: Informe de Mantenimiento de Cámaras de Videovigilancia del distrito*



*Figura 29: Cámara Axis Instalada para el sistema de videovigilancia de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa
Fuente: Informe de Mantenimiento de Cámaras de Videovigilancia del distrito*

A su vez la conexión es de la siguiente manera

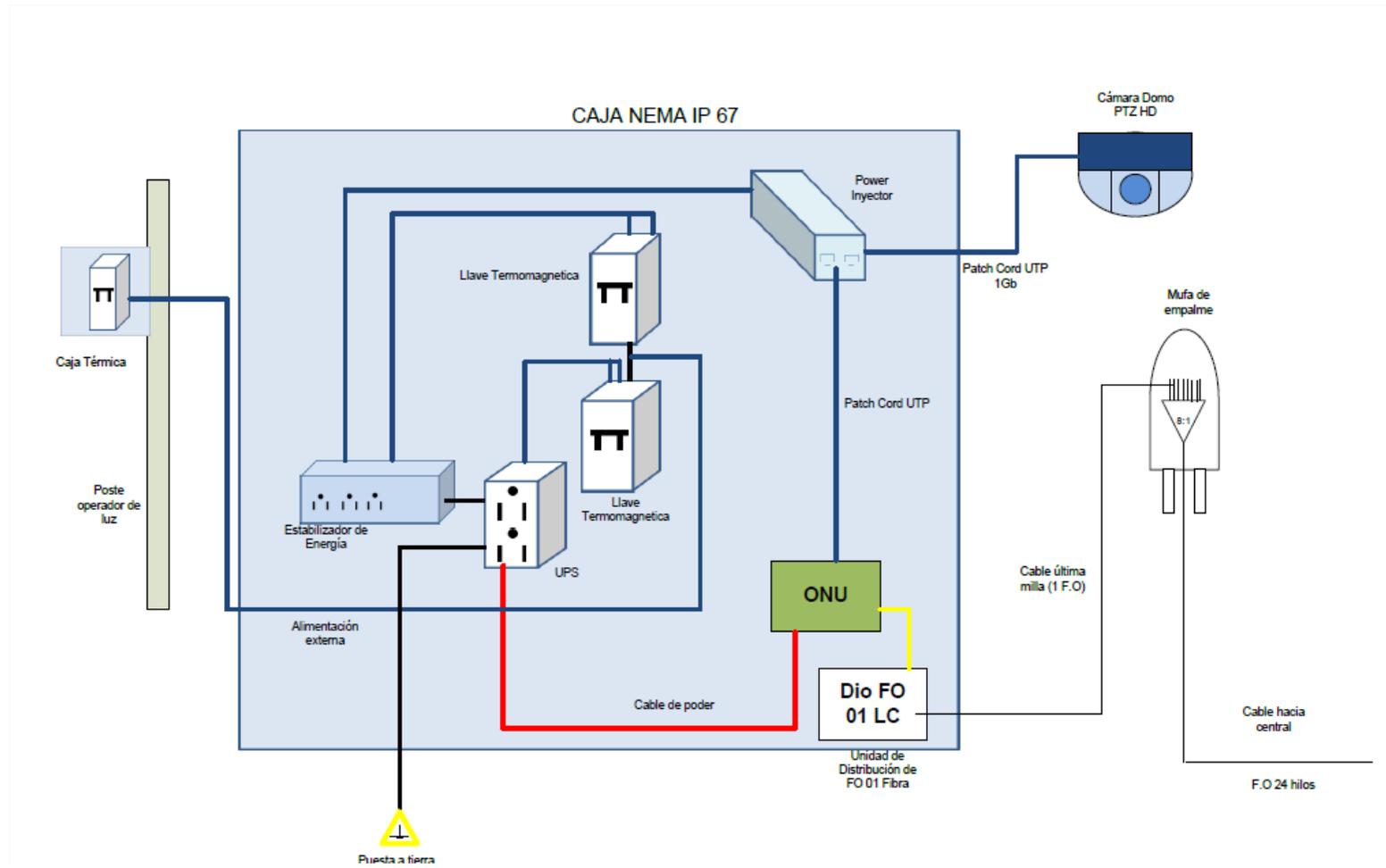


Figura 30: Esquema de Conexión de las cajas en los postes del proyecto.
Fuente: "Ampliación del Servicio de Seguridad Ciudadana en el Distrito Crnl. Gregorio Albarracín Lanchipa-Tacna"

Los dispositivos se detallan a continuación:

ELISE FX EVOLUTION

El estabilizador ELISE FX EVOLUTION es Monofásico para uso recomendado en cómputo y cabinas de internet, controlado por un microprocesador para mayor eficiencia en el control de las perturbaciones eléctricas. Cuenta con sistema de Lazo Cerrado, un interruptor térmico para protección contra sobrecarga y no necesita cambiar fusibles.



*Figura 31: ELISE FX EVOLUTION
Fuente: Página Web Oficial de ELISE
(<http://elise.com.pe/productos/mostrar/1>)*

FK-ONU-20L

La ONU (Optical Network Unit) es el equipamiento utilizado en redes FTTx, como terminal de acceso del usuario, responsable por la conversión de la señal óptica proveniente de la red PON (estándar IEEE 802.3ah) en señal eléctrica (estándar Ethernet 100BaseTX o 1000BaseT) y viceversa.

Opera en velocidad de banda nominal de 1Gbps simétrico (downstream y upstream), presentando una puerta Gigabit Ethernet y una Fast Ethernet metálicas RJ-45, y una puerta óptica PON SC-PC. Es gestionado remotamente por la OLT (Optical Line Terminal), localizada en el Central Office, veía web browser o CLI

(interfaz de línea de comando) a través del protocolo Telnet.



*Figura 32: ONU GEPON FURUKAWA
Fuente: ONU GEPON FURUKAWA FK-ONU-20L – Especificación
Técnica del producto*

El administrador de la red puede monitorizar, configurar y controlar la actividad de cada puerta. Además de eso, la ONU soporta la configuración de ancho de banda (downstream/upstream) independiente para cada puerta o enlace lógico (LLID) a través del software de gestión (FURUKAWA INDUSTRIAL S.A., 2017).

AXIS T8124 High PoE-60W MIDSPAN 1-PORT

Estos tipos de dispositivo, ofrecen una solución fácil, rápida y rentable para la alimentación de productos de vídeo en red, sin necesidad de instalar tomas de corriente y cableado eléctrico. Asimismo, están conectados a una fuente de alimentación, permite recibir datos y energía sobre el mismo cable. También facilitan la instalación de redes con productos de video en áreas donde el cableado eléctrico y los tomacorrientes no están disponibles, reduciendo así los costos de instalación.



*Figura 33: AXIS T8124 High PoE-60W MIDSPAN 1-PORT
Fuente: Axis High Power over Ethernet midspans – Información
Técnica del Producto (AXIS COMMUNICATIONS, 2017).*

Estos se utilizan para alimentar todos los dispositivos de red que son compatibles con IEEE 802.3af o IEEE 802.3at (AXIS COMMUNICATIONS, 2017) .

ROSETA ÓPTICA 2P 4X2 SOBREPORTE

Estos dispositivos se utilizan como punto de terminación de la red óptica en el interior.



*Figura 34: Roseta Óptica 2P 4X2 Sobreporte
Fuente: Roseta Óptica 2P 4X2 Sobreporte - Información Técnica del
producto (FURUKAWA ELECTRIC, 2017)*

Presenta las siguientes características:

- Permite realizar la terminación de un cable óptico utilizando conectorización directa o enmienda por fusión en una extensión preconectorizada (pigtail).
- Capacidad para acomodar hasta dos enmiendas ópticas por fusión o mecánicas.
- Capacidad para acomodar hasta dos adaptadores ópticos tipo SC simplex o LC dúplex, en sistemas conectorizados.
- Indicada para uso en FTTX para la instalación de fibra óptica para el usuario final.

AXIS Q-6045E

Proporciona una resolución HDTV de 1080p y un movimiento horizontal y vertical rápido y preciso. Con movimiento horizontal de 360° ilimitado y zoom óptico de 32x, permite la vigilancia de zonas amplias y con gran nivel de detalle. El control de temperatura Arctic garantiza un perfecto arranque de la cámara incluso en condiciones de frío extremo, además de desempañado automático, que detecta la niebla en la escena y la filtra digitalmente para proporcionar un vídeo más nítido. La funcionalidad día/noche de la cámara garantiza una alta calidad de imagen incluso en condiciones de poca iluminación.



*Figura 35: Cámara domo de red PTZ AXIS Q6045-E Mk II
Fuente: AXIS Q6045-E Mk II – Descripción Técnica del Producto
(AXIS COMMUNICATIONS, 2017).*

La funcionalidad Active Gatekeeper permite a las cámaras moverse automáticamente a una posición predeterminada cuando se detecta movimiento en una zona predefinida, así como para realizar un seguimiento del objeto detectado. La AXIS Q6045-E ofrece análisis integrado como compensación de zonas muy iluminadas y detección de objetos retirados y de entradas/salidas (AXIS COMMUNICATIONS, 2017) .

4.1.1.5.2. Equipos de transporte y enlace

DROP - TIGHT BUFFER

Este tipo de cable de fibra óptica es totalmente dieléctrico, compuesto por una o dos fibras ópticas ajustadas. Sobre la fibra ajustada son ubicados hilos dieléctricos, formando el núcleo óptico del cable. Compuesto por hilos dieléctricos de aramida. Cubierta de material no propagante a la llama, resistente a

intemperies y a la luz solar adecuada para instalación interna y externa (FURUKAWA INDUSTRIAL S.A., 2017). Recomendado para uso en redes FTTH, para instalaciones aéreas auto-soportadas, interconectando cables ópticos externos de la última caja de empalme a las instalaciones internas prediales. Presenta un rendimiento mecánico adecuado para instalaciones en vano máximo de 80 metros.

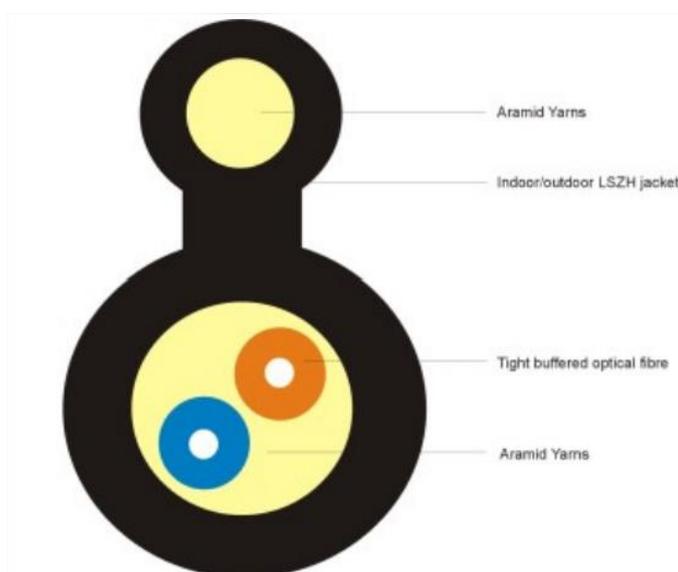


Figura 36: Cable de fibra Óptica DROP TIGHT BUFFER
 Fuente: Furukawa Industrial S.A - Especificación Técnica de DROP TIGHT BUFFER (FURUKAWA INDUSTRIAL S.A., 2017)

4.1.1.5.3. Sistema de Videovigilancia.

XPROTECT SMART CLIENT

XProtect Smart Client es una aplicación cliente potente y fácil de utilizar para las operaciones diarias de las instalaciones de seguridad.

Diseñada para el software de gestión de vídeo (VMS) sobre IP XProtect® y la serie Milestone Husky™ de Milestone, XProtect Smart Client es una aplicación cliente potente y fácil de usar para las operaciones diarias de una instalación de seguridad. Su interfaz

mejorada ofrece funciones potentes e intuitivas para gestionar cualquier instalación de Milestone con independencia de su tamaño.

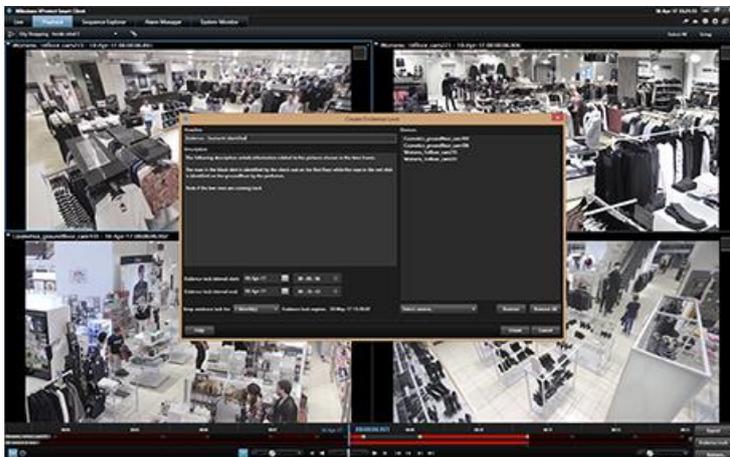


Figura 37: XProtect® Smart Client

Fuente: Página Web Oficial de MilestoneSys

(<https://www.milestone.com/es/soluciones/plataforma/clientes/xprotect-smart-client/>)

XProtect Smart Client ofrece un entorno de trabajo eficiente que se puede optimizar para distintas tareas y necesidades de operadores. Las sofisticadas opciones de exportación, incluida la funcionalidad Storyboard, permiten fusionar las evidencias en video relevantes para una completa supervisión de los incidentes.

XProtect

4.1.1.5.4. Especificaciones técnicas de diseño

CÁMARAS DOMO PTZ EXTERIORES TIPO I

Tabla 11: Especificaciones técnicas de las CÁMARAS DOMO PTZ EXTERIORES TIPO I

CÁMARAS DOMO PTZ EXTERIORES TIPO I
- CÁMARA PTZ FULL HD 2 MEGAPÍXEL (IP NATIVA).
- 1/3'' PROGRESSIVE SCAN CMOS
- ANTIVANDALICO
- IP66/IK10, IR LED (IR DISTANCE 100M, LED 2EA)
- 30FPS @1080P FULL HD
- DAY & NIGHT (ICR), ENHANCED DIS, DEFOG
- WDR (100DB, 30FPS @ 2MP)
- 1/2.8" PS EXMOR 2.38M CMOS
- COLOR : 0.1LUX (F1.2, 50IRE), 0.0017LUX (30FPS 2SEC, 50IRE)
- B/W : 0.01LUX (F1.2, 50IRE)
- BUILT-IN SD/SDHC/SDXC MEMORY SLOT
- LONGITUD FOCAL 4.45 A 89MM (20X)
- DAY & NIGHT
- MIN. ILLUMINATION : 0.7LUX (F1.2)
- ANTIVANDALICO DR (SUPER DYNAMICRANGE)
- SUPER NOISE REDUCTION (3D +2D FILTRO DE RUIDO)
- DETECCION DE MOVIMIENTO (4 ZONAS PROGRAMABLES)
- SENS-UP : (2X~60X)
- BALANCE DE BLANCOS : ATW/ AWC/ MANUAL/ INDOOR/ OUTDOOR
- ALARMA I/O: ENTRADA 1 EA
- FORMATO DE VIDEO COMPRESION: H264, MJPEG
- MAXIMO ACCESO DE USUARIOS : 5 USUARIOS EN UNICAST
- ONVIF : YES
- RANGO DE OPERACIÓN: -10 C ~ +50 C.
- IP66 (WATERPROOF)
- 12 VDC / POE (IEEE802.3 AF)

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

CÁMARAS OJO DE PEZ 360° TIPO II

Tabla 12: Especificaciones técnicas de las CÁMARAS OJO DE PEZ 360° TIPO II

CÁMARAS OJO DE PEZ 360° TIPO II
- 1/2.7 1080P CMOS
- PIXEL 1280*720, 1.3 MP O MEJOR EN TIEMPO REAL
- H.264 (MPEG-4, PART 10) / MOTION JPEG
- REMOTE FOCUS, REMOTE ZOOM AND AUTO-IRIS
- COLOR: 1.0 LUX, BW: 0.001 LUX (SENS-UP 32X).
- LENTES: 1.05MM F2.8 2MEGAPIXEL
- HORIZONTAL 180° - VERTICAL 160°
- WHITE BALANCE AUTO /MANUAL /AUTO TRACK WB
- ENTRADA Y SALIDA DE AUDIO G.711
- AGC CONTROL
- DUAL STREAM
- DAY/NIGHT SWITCH IRCUT
- SI POSEE SALIDA/ENTRADA PARA MICRO (AUDIO) G.711 PCM

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

CÁMARAS DOMO FIJAS TIPO III

Tabla 13: Especificaciones técnicas de las CÁMARAS FIJAS TIPO III

CÁMARAS DOMO FIJAS TIPO III
- CÁMARA DOMO IP
- MAX. 2M (1920 X 1080) RESOLUTION
- 30 FPS @ 1920X1080 O MEJOR.
- H.264, MJPEG DUAL CODEC, MULTIPLE STREAMING
- LONGITUD FOCAL 3~8.5 MM (2.8X) MOTORIZADO VARIFOCALLENS
- 1/4" PROGRESSIVE SCAN CMOS.
- TOTAL DE PIXELES 680(H) X 512 (V)
- H264:CBR OR VBR , MJPEG: VBR
- MULTIPLE STREAM: HASTA 10 PERFILES
- PROGRESSIVE SCAN
- IR LED 15M.
- DAY & NIGHT
- MIN. ILLUMINATION : 0.7LUX (F1.2)
- SDR (SUPER DYNAMIC RANGE)
- SUPER NOISE REDUCTION (3D +2D FILTRO DE RUIDO)
- DETECCION DE MOVIMIENTO (4 ZONAS PROGRAMABLES)
- SENS-UP : (2X~60X)
- BALANCE DE BLANCOS : ATW/ AWC/ MANUAL/ INDOOR/ OUTDOOR
- ALARMA I/O: ENTRADA 1 EA
- FORMATO DE VIDEO COMPRESION: H264, MJPEG
- RESOLUCION 4:3 MODE: 640X480/ 320X240/ 160X120
- METODO DE STREAMING :UNICAST/MULTICAST
- MAXIMO ACCESO DE USUARIOS : 5 USUARIOS EN UNICAST
- ONVIF : YES
- RANGO DE OPERACIÓN: -10 C ~ +50 C.
- IP66 (WATERPROOF)
- 12 VDC / POE (IEEE802.3 AF)

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

CÁMARAS FIJAS TIPO BOX PARA EXTERIORES TIPO IV

Tabla 14: Especificaciones técnicas de las CÁMARAS FIJAS TIPO BOX PARA EXTERIORES TIPO IV

CÁMARAS FIJAS TIPO BOX PARA EXTERIORES TIPO IV
- CÁMARA BOX FULL HD 2 MEGAPÍXEL (IP NATIVA).
- 30FPS @1080P FULL HD O MEJOR.
- SIMPLE FOCUS, IRIS AUTO
- DAY & NIGHT (ICR), ENHANCED DIS, DEFOG
- WDR (100DB, 30FPS @ 2MP)
- 1/2.8" PS EXMOR 2.38M CMOS
- LOR : 0.1LUX (F1.2, 50IRE), 0.0017LUX (30FPS 2SEC, 50IRE)
- B/W : 0.01LUX (F1.2, 50IRE)
- BUILT-IN SD/SDHC/SDXC MEMORY SLOT
- TOTAL DE PÍXELES,952(H) X 1,116(V) H.264 : MAX. 60FPS AT ALL RESOLUTIONS
MJPEG : 1920 X 1080, 1280 X 1024, 1280 X 960, 1280 X 720, 1024 X 768 : MAX. 15FPS . 800 X 600, 800 X 450, 640 X 480, 640 X 360, 320 X 240, 320 X 180 : MAX.30FPS
- DAY & NIGHT
- MIN. ILLUMINATION : 0.7LUX (F1.2)
- SDR (SUPER DYNAMIC RANGE)
- SUPER NOISE REDUCTION (3D +2D FILTRO DE RUIDO)
- DETECCION DE MOVIMIENTO (4 ZONAS PROGRAMABLES)
- SENS-UP : (2X~60X)
- BALANCE DE BLANCOS : ATW/ AWC/ MANUAL/ INDOOR/ OUTDOOR
- ALARMA I/O: ENTRADA 1 EA
- FORMATO DE VIDEO COMPRESION: H264, MJPEG
- RESOLUCION 4:3 MODE: 640X480/ 320X240/ 160X120
- METODO DE STREAMING :UNICAST/MULTICAST
- MAXIMO ACCESO DE USUARIOS : 5 USUARIOS EN UNICAST
- ONVIF : YES
- RANGO DE OPERACIÓN: -10 C ~ +50 C.
- IP66 (WATERPROOF)
- 12 VDC / POE (IEEE802.3 AF)

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

UPS 1KVA

Tabla 15: Especificaciones técnicas del UPS de 1KVA

UPS 1KVA
- CAPACIDAD DE POTENCIA DE SALIDA : 1 KVA
- MÁXIMA POTENCIA CONFIGURABLE : 1KVA
- TENSIÓN DE SALIDA NOMINAL : 230V
- CONEXIONES DE SALIDA : IEC 320 C13 (PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES)
- IEC 320 C13 (RESPALDO DE BATERÍA)
- TIPO DE BATERÍA : BATERÍA SELLADA DE PLOMO SIN NECESIDAD DE MANTENCIÓN CON ELECTROLITO SUSPENDIDO: A PRUEBA DE FILTRACIÓN
- TIEMPO TÍPICO DE RECARGA : 8 HORAS O MENOS
- DURACIÓN TÍPICA DE RESERVA A MEDIA CARGA : 16.3 MINUTOS (150 VATIOS)
- DURACIÓN TÍPICA DE RESERVA CON CARGA COMPLETA : 4.4 MINUTOS (300 VATIOS)
- UPS DE LÍNEA INTERACTIVA CON FUNCIONES DE ESTABILIZACIÓN A ONDA SINUSOIDAL Y/O UPS TRUE ONLINE
- COMUNICACIONES SERIAL Ó RED O USB

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

SOFTWARE DE GESTIÓN Y GRABACIÓN

Tabla 16: Especificaciones técnicas del SOFTWARE DE GESTIÓN Y GRABACIÓN

-	TIENE LA CAPACIDAD DE VER, GRABAR, REPRODUCIR Y ADMINISTRAR VÍDEO, AUDIO Y DATOS A TRAVÉS DE REDES IP.
-	EL SOFTWARE SOPORTA DVR, NVR , CÁMARAS DE RED Y CODIFICADORES.
-	PERMITE EL MONITOREO EN VIVO DE 60 CANALES SIMULTÁNEOS EN TIEMPO REAL.
-	SOPORTA 4 MONITORES DE 16 IMÁGENES CADA UNO.
-	SOPORTA VARIOS FORMATOS DE AUDIO Y VIDEO: H.264, MPEG-4, MJPEG, G.711, G.726, G.723, PCM.
-	SOPORTA VARIAS RESOLUCIONES DE VIDEO: MEGAPÍXELES (1 M, 2 M), 4 CIF, 2 CIF, VGA, CIF.
-	SOPORTA MONITOREO VÍA WEB, COMUNICACIÓN BIDIRECCIONAL DE AUDIO, CONTROL REMOTO PTZ Y ZOOM DE ÁREA, SOPORTA VARIAS OPCIONES DE INVESTIGACIÓN Y REPRODUCCIÓN: INVESTIGACIÓN CON BASE EN FECHA Y HORARIO; INVESTIGACIÓN CON BASE EN EVENTO (ALARMA, MOVIMIENTO, VIDEO INTELIGENTE); REPRODUCCIÓN NORMAL, REPRODUCCIÓN REVERSA, REPRODUCCIÓN RÁPIDA/ LENTA, REPRODUCCIÓN POR CUADRO.
-	PERMITE NOTIFICACIÓN EN CASO DE OCURRENCIA DE EVENTO: EXHIBICIÓN DE MENSAJE DE REGISTRO DE EVENTO EN TIEMPO REAL, TIENE CAPACIDAD DE BACKUP: BACKUP MANUAL; FORMATO AVI; BACKUP CD, DVD; BACKUP ALMACENAMIENTO EXTERNO (USB, NAS).
-	PERMITE ADMINISTRAR ACCESOS DE USUARIO MULTINIVEL; SOPORTE DE INTERFAZ DE USUARIO MULTILINGÜE; INVESTIGACIÓN AUTOMÁTICA DE CÁMARAS DE RED PARA RAPIDEZ Y FACILIDAD DE CONFIGURACIÓN.
-	PERMITE ADMINISTRACIÓN FÁCIL DE DISPOSITIVOS (CONFIGURACIÓN, UPGRADE DE FIRMWARE); UPGRADE AUTOMÁTICO.
-	SE INSTALA ILIMITADAMENTE EN CUALQUIER ESTACIÓN DE TRABAJO Y SOPORTA USUARIOS REMOTOS PARA ACCESO A VIDEO EN VIVO Y GRABADO.
-	EL OPERADOR PUEDE ELEGIR DIFERENTES DISTRIBUCIONES DE LOS PANELES DE VÍDEO, INCLUYENDO CONFIGURACIONES 2X2, 3X3, 4X4, DISTRIBUCIONES PERSONALIZADAS Y VARIAS OPCIONES EN TORNO A UN PANEL PRINCIPAL.
-	ES POSIBLE MAXIMIZAR LAS VENTANAS Y PANELES DE VÍDEO.
-	PERMITE ESCUCHAR EL AUDIO PROCEDENTE DE TRANSMISORES O RECEPTORES INDIVIDUALES.
-	PUEDE TRANSMITIRSE SIMULTÁNEAMENTE AUDIO DESDE EL OPERADOR PARA PERMITIR UNA CONVERSACIÓN BIDIRECCIONAL. SE PERMITE LA DESACTIVACIÓN DE LA ESCUCHA Y HABLA SIMULTÁNEAS PARA EVITAR REALIMENTACIONES POR EL MICRÓFONO.
-	ES POSIBLE OBTENER INSTANTÁNEAS DEL PANEL DE VÍDEO.
-	EXISTE UN BOTÓN DE GRABACIÓN ENTRE LOS CONTROLES DEL PANEL DE VÍDEO EN DIRECTO PARA GRABACIÓN INSTANTÁNEA TANTO DE VÍDEO COMO DE AUDIO DEL TRANSMISOR.
-	MEDIANTE UNA FUNCIONALIDAD DE BLOQUEO DE VÍDEO, UN USUARIO DE PRIORIDAD ALTA PUEDE IMPEDIR QUE EL RESTO DE USUARIOS VISUALICEN EL VÍDEO. EL MISMO USUARIO PODRÁ LIBERAR EL SISTEMA Y DEVOLVERLO A SU ESTADO ORIGINAL.
-	LA VISUALIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN SE REALIZA DESDE UN SOFTWARE DE GESTIÓN PARA WINDOWS XP O VISTA, SIN REQUERIR DE LICENCIAMIENTO PARA CADA ESTACIÓN DE MONITOREO, DONDE SE REQUIERA INSTALAR EL SOFTWARE DE CONTROL.

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

CABLE DE FIBRA ÓPTICA PLANTA EXTERNA DIELÉCTRICO CON PROTECCIÓN

Tabla 17: Especificaciones técnicas del CABLE DE FIBRA ÓPTICA PLANTA EXTERNA DIELÉCTRICO CON PROTECCIÓN

-	EL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ES DE TIPO LOWWATERPEAK (BAJO PICO DE AGUA) Y OPERACIÓN ININTERRUMPIDA DESDE 1310 A 1625 NM.
-	ESTA CONFORMADA POR UN DIÁMETRO DE NÚCLEO DE 8 A 10 UM Y UN DIÁMETRO DE CLADDING DE 125 UM +/- 0.7 .MONOMODO. CONSTRUCCIÓN LOOSETUBE RELLENO.
-	LOS TUBOS RELLENOS ESTAN REUNIDOS ALREDEDOR DEL ELEMENTO CENTRAL.
-	EL ELEMENTO CENTRAL ES DE UN MATERIAL QUE GARANTIZA RESISTENCIA A ESFUERZOS MECÁNICOS COMO CONTRACCIÓN DEL CABLE.
-	EL CABLE SOPORTA VANOS DE HASTA 120 MTRS
-	EN LA PARTE EXTERIOR EL CABLE TIENE PROTECCIÓN CONTRA INTEMPERIE Y RESISTENTE A LUZ SOLAR.
-	SOPORTA APLICACIONES DE 10 GIGABIT ETHERNET.
-	LA MÁXIMA ATENUACIÓN ES DE $\leq 0.35\text{DB/KM}$ PARA LA VENTANA DE 1310NM $\leq 0.35\text{DB/KM}$ PARA LA VENTANA DE 1383, 3NM Y $\leq 0.23\text{DB/KM}$ PARA VENTANA DE 1550NM
-	EL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ESTÁ CONSTRUIDO CON BLOQUEO DE AGUA Y CUMPLE CON LOS REQUERIMIENTOS PARA PRESIÓN DE FLUJOS Y PENETRACIÓN DE AGUA.
-	EL CABLE TIENE UN MÍNIMO DE TENSIÓN DE JALADO DE 2670N (600LBF).
-	EL CABLE TIENE UN MININA RESISTENCIA AL GOLPE COMO MÍNIMO DE 125LBF/IN.
-	EL CABLE SOPORTA UN RADIO DE GIRO DE 20 VECES SU DIÁMETRO EXTERNO EN OPERACIÓN Y DE 10 VECES CUANDO EL CABLE SE ESTÁ INSTALANDO.
-	LA TEMPERATURA DE OPERACIÓN ESTA ENTRE EL RANGO DESDE -20 °C A 65 °C.
-	TIENE ESTANQUEIDAD AL AGUA DE 24HS CON PRESIÓN DE COLUMNA AGUA DE 1M.
-	EL CABLE SOPORTA TRANSMISIÓN ÓPTICA DWDM Y CWDM.
-	CUMPLE LA NORMA ANSI/EIA/TIA 598 ^a

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

CORDONES ÓPTICOS (CORDÓN MONO FIBRA SM) (PATCH CORD)

Tabla 18: Especificaciones técnicas de los CORDONES ÓPTICOS (CORDÓN MONO FIBRA SM) (PATCH CORD)

-	CABLE ÓPTICO CONECTORIZADO (CORDÓN ÓPTICO) EN LAS DOS PUNTAS CON CONECTORES SC-APC Y/O SC-UPC UTILIZADO PARA HACER MANIOBRA ENTRE DISTRIBUIDORES ÓPTICOS.
-	EL CORDÓN ÓPTICO ESTÁ CONSTRUIDO POR UNA FIBRA ÓPTICA MONOMODO.
-	LOS CORDONES ÓPTICOS SUMINISTRADOS CUMPLEN CON LA NORMATIVA ROHS (RESTRICTION OF HAZARDSUBSTANCES)
-	LOS CORDONES ÓPTICOS CUMPLEN LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES EN CUANTO A LA PÉRDIDA DE RETORNO MÍNIMA Y DE PÉRDIDA DE INSERCIÓN MÁXIMA.
-	PÉRDIDA DE INSERCIÓN MÁXIMA: 0,3DB
-	PÉRDIDA DE RETORNO MÍNIMA: 50DB (PULIMENTO UPC) Y 60DB (PULIMENTO APC)

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

PIGTAIL Y CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA

Tabla 19: Especificaciones técnicas de los PIGTAIL Y CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA

PIGTAIL Y CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA
- LAS CONEXIONES SE REALIZAN CON PIGTAIL MONOMODO DEL TIPO SC DE ACUERDO A LAS RECOMENDACIONES INTERNACIONALES.
- EL PIGTAIL CUENTA CON CHAQUETA DE 900UM.
- LA MÁXIMA PÉRDIDA DE INSERCIÓN POR PAR DE CONECTORES ES DE 0,30 DB
- ES PARA LA REALIZACIÓN DE FUSIÓN.
- EL PULIDO DE LOS CONECTORES ES DE TIPO APC CON PÉRDIDA DE RETORNO SUPERIOR A 60DB.
- CON LA FINALIDAD DE CONTRIBUIR AL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD, CUMPLE CON LA NORMATIVA ROHS (RESTRICTION OF HAZARDSUBSTANCES)

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

ACOPLADORES DE FIBRA

Tabla 20: Especificaciones técnicas de los ACOPLADORES DE FIBRA

ACOPLADORES DE FIBRA
- LOS ACOPLADORES SC DE FIBRA ÓPTICA SON CONECTORES SC POR LA PARTE FRONTAL Y POSTERIOR
- ESTÁN INSTALADOS EN LOS PATCH PANELS DE LAS BANDEJAS DE FIBRA ÓPTICA DE BACKBONE, ESTRELLA DISTRIBUIDA, REDUNDANCIA DE ESTRELLAS Y POPS.
- SON MONOMODO
- INCLUYEN TAPAS DE PROTECCIÓN TANTO FRONTAL COMO POSTERIOR PARA LOS PUERTOS NO UTILIZADOS
- CUMPLEN CON LA NORMATIVA ROHS (RESTRICTION OF HAZARDSUBSTANCES)

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

DISTRIBUIDOR ÓPTICO

Tabla 21: Especificaciones técnicas del DISTRIBUIDOR ÓPTICO

DISTRIBUIDOR ÓPTICO
- TIENE UN PANEL CON 48 ACOPLADORES SC Y BANDEJAS DE ACOMODACIÓN;
- INCLUYE TODOS LOS ACCESORIOS PARA ACOMODAR 48 FIBRAS ÓPTICAS QUE SERÁN EMPALMADAS (FUSIÓN);
- ALTURA (1U) COMPATIBLE CON EL ESTÁNDAR 19";
- LAS ÁREAS DE ALMACENAMIENTO DE EXCESO DE FIBRAS, ACOMODACIÓN Y UNIÓN QUEDAN INTERNOS A LA ESTRUCTURA (OFRECIENDO MÁS SEGURIDAD AL SISTEMA);
- TIENE BANDEJAS PARA ACOMODACIÓN DE 48 FUSIONES (EMPALMES);
- INCLUYE 48 ACOPLADORES ÓPTICOS SC
- INCLUYE 48 PIGTAILS SC-APC
- TIENE ACCESO DE CABLES ÓPTICOS POR LA PARTE POSTERIOR;
- CUMPLE CON LA NORMATIVA ROHS (RESTRICTION OF HAZARDSUBSTANCES)

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

PLATAFORMA DE TRANSMISIÓN ÓPTICA GE-PON

Tabla 22: Especificaciones técnicas de la PLATAFORMA DE TRANSMISIÓN ÓPTICA GE-PON

PLATAFORMA DE TRANSMISIÓN ÓPTICA GE-PON
- PERMITE ACOMODAR 16 TARJETAS GE-PON. CADA TARJETA MANEJA HASTA 64 ACCESOS
LA GESTIÓN ES HECHA A TRAVÉS DE LA TARJETA DE GESTIÓN, SUPERVISIÓN Y CONFIGURACIÓN, QUE SOPORTA INTERFAZ CLI A TRAVÉS DE CONSOLA LOCAL O TELNET, ACCESO WEB A TRAVÉS DE UN NAVEGADOR E INTERFAZ SNMPV2C.
SOPORTA IEEE 802.3AH, FUNCIÓN OAM PARA GESTIÓN LOCAL Y REMOTA DEL CPE: "INDICACIÓN DE FALLA REMOTA", "LOOPBACK REMOTO" Y "MONITOREO DE LINK".
- SOPORTA "CONFIGURACIÓN DE PUERTA" Y "CONFIGURACIÓN DE BANDA".
- POSEE MÓDULO DE MONITOREO INTEGRADO
- POSEE DOS PUERTAS ETHERNET 10/100 NWAY
- TIENE UNA PUERTA CONSOLA RS-232, PARA ACCESO LOCAL
- AGENTE SNMP, PARA ACCESO REMOTO
- MIB-2 (RFC 1213)
- PRIVATE MIB
- SOPORTA WEB BROWSER BASADO EN HTTP SERVER, TELNET, CONTROL REMOTO VÍA CLI
- SOPORTA UPGRADE DE SOFTWARE VÍA TFTP
- TIENE UNA FUENTE DE PODER REDUNDANTE
- SOPORTA UNA CAPACIDAD POR CHASIS HASTA 1024 CLIENTES.

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

DIVISOR ÓPTICO PASIVO MODULAR

Tabla 23: Especificaciones técnicas del DIVISOR ÓPTICO PASIVO MODULAR

DIVISOR ÓPTICO PASIVO MODULAR
- TECNOLOGÍA PLC: PLANARLIGHTWAVECIRCUIT
- UTILIZA FIBRAS ESPECIALES G.657A
- PÉRDIDA DE INSERCIÓN MÁXIMA: 1X4=7,1 DB; 1X8 = 10,4 DB
- UNIFORMIDAD: 1X4 = 0,8 DB; 1X8 = 1 DB
- SENSIBILIDAD A LA POLARIZACIÓN MÁXIMA (PDL): 1X4 = 0,2 DB; 1X8 = 0,25 DB
- LONGITUD DE LA FIBRA: 2M
- DIÁMETRO DE LA FIBRA DESNUDA 0,25MM

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

TARJETAS GE-PON PARA PLATAFORMA DE TRANSMISIÓN ÓPTICA

Tabla 24: Especificaciones técnicas de las TARJETAS GE-PON PARA PLATAFORMA DE TRANSMISIÓN ÓPTICA

TARJETAS GE-PON PARA PLATAFORMA DE TRANSMISIÓN ÓPTICA
- CAPACIDAD DE ATENCIÓN POR TARJETA: HASTA 64 ACCESOS ÓPTICOS POR TARJETA
- SALIDA ÓPTICA: CONECTOR ÓPTICO TIPO SC-PC
- ENTRADA DE DATOS: RJ-45 1GBPS
ESTÁNDARES COMPATIBLES
IEEE802.3U 100BASE-TX: AUTO-NEGOTIATION, AUTO-MDIX (AUTOMATIC MEDIUM-DEPENDENT INTERFACE CROSSOVER), CONTROL DE FLUJO PARA FULL DUPLEX, BACK PRESSURE PARA HALF-DUPLEX
IEEE802.3Z/AB 1000BASE-T: MODO AUTO-NEGOTIATION SOLAMENTE, AUTO-MDIX SOLAMENTE PARA AUTO-NEGOTIATION, CONTROL DE FLUJO PARA FULL-DUPLEX SOLAMENTE.
IEEE802.3AH 1000BASE-PX-U (EPON): CONEXIÓN CON LAS ONU ES 1000BASE-PX-U.
IEEE802.1P CON 4 COLAS DE PRIORIDAD POR CADA ENLACE LLID (QOS)
IEEE802.1Q SOPORTA 802.1Q VLAN A LA CARTOGRAFÍA LLID (VLAN)
- SOPORTA DYNAMIC BANDWIDTH ALLOCATION (DBA)
- SOPORTA PER-LLID/CUSTOMER CIFRADO Y DESCIFRADO DE LA SEGURIDAD

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

CORDÓN ROBUSTO (PATCH CORD SC-APC/SC-SPC 3.0M)

Tabla 25: Especificaciones técnicas del CORDÓN ROBUSTO (PATCH CORD SC-APC/SC-SPC 3.0M)

CORDÓN ROBUSTO (PATCH CORD SC-APC/SC-SPC 3.0M)
- CABLE ÓPTICO CONECTORIZADO (CORDÓN ÓPTICO) EN UNA PUNTA CON CONECTOR SC-APC Y EN LA OTRA CON SC-SPC
- CORDÓN UTILIZADO PARA CONEXIÓN EN LA REDE DE TERMINACIÓN
- EL CORDÓN ÓPTICO SE CONSTITUIRSE POR UNA FIBRA ÓPTICA MONOMODO G.657A, OPTIMIZADA PARA PEQUEÑOS RADIOS DE CURVATURA;
- CUMPLEN CON LA NORMATIVA ROHS (RESTRICTION OF HAZARDSUBSTANCES)
- PÉRDIDA DE INSERCIÓN MÁXIMA: 0,3DB
- PÉRDIDA DE RETORNO MÍNIMA: 50DB (PULIMENTO UPC) Y 60DB (PULIMENTO APC)

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

PUNTO DE TERMINACIÓN ÓPTICA

Tabla 26: Especificaciones técnicas del PUNTO DE TERMINACIÓN ÓPTICA

PUNTO DE TERMINACIÓN ÓPTICA
- CUENTA CON 2 PUNTOS DE CONEXIÓN ÓPTICA SC-APC
- TIENE LA CAPACIDAD DE ACOMODACIÓN DE 02 EMPALMES ÓPTICOS POR FUSIÓN O MECÁNICOS.
- TIENE ACCESOS PARA ENTRADA Y SALIDA DE CABLES O CORDONES ÓPTICOS

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

RECEPTOR ÓPTICO GE-PON

Tabla 27: Especificaciones técnicas del RECEPTOR ÓPTICO GE-PON

RECEPTOR ÓPTICO GE-PON
- LONGITUD DE ONDA DE OPERACIÓN: 1490NM DOWNSTREAM Y 1310NM UPSTREAM
- ENTRADA ÓPTICA: CONECTOR ÓPTICO TIPO SC-PC
- TIENE DOS SALIDAS RJ-45: 10/100/1000MBPS + 10/100MBPS
- CUMPLE CON EL ESTÁNDAR IEEE 802.3AH Y ES COMPATIBLE CON EL EQUIPO OLT DE LA CENTRAL:
- ES CAPAZ DE RECIBIR SEÑALES ÓPTICAS DESDE LA CENTRAL DE EQUIPAMIENTOS HASTA UN RECORRIDO MÍNIMO DE 10 KM, HASTA 20 KM.;
- POSEE UNA INTERFAZ ÓPTICA PON (GIGABIT ETHERNET-PON IEEE 802.3AH) CON CONECTOR ÓPTICO TIPO SC-PC;
- POSEE 2 INTERFACES METÁLICAS ETHERNET UTP RJ45, UNA 10/100/1000BASE-T GIGABIT ETHERNET Y OTRA 10/100BASE-TX FAST ETHERNET:
- 1000BASE-T: SOLAMENTE MODO AUTO NEGOCIACIÓN, AUTO MDIX CON CONTROLE DE FLUXO SOLAMENTE PARA FULL DUPLEX;
- 100BASE-TX: AUTO NEGOCIACIÓN, AUTO MDIX, CONTROLE DE FLUJO PARA FULL DUPLEX (IEEE 802.3X) E HALF DUPLEX
- PERMITE LA GESTIÓN CENTRAL DE EQUIPAMIENTOS POR UN SOFTWARE DE SISTEMA O POR MEDIO REMOTO BASADO EN WEB Y CLI (INTERFAZ DE LÍNEA DE COMANDO) CON EL PROTOCOLO TELNET;
- PERMITE LA CONFIGURACIÓN Y CONTROLE DE ACTIVIDAD EN LOS PUERTOS, LA GESTIÓN COMPLETA DE CAPACIDAD Y ANCHO DE BANDA INDEPENDIENTE DE CADA PUERTO O ENLACE LÓGICO (LLID):
- ESTADO (ACTIVADO / DESACTIVADO);
- MODO AUTO-NEGOCIACIÓN / FORZADO;
- VELOCIDAD DE MODO DÚPLEX:
- SOPORTA IEEE802.3AH FUNCIÓN OAM, IEEE802.3AH FEC - FORWARD ERROR CORRECTION, 802.1P QOS, 802.1Q VLAN
- ALIMENTACIÓN EN 0,8A @ 5VDC;
- POTENCIA DE CONSUMO HASTA 3,5W;
- TEMPERATURA DE OPERACIÓN ENTRE 0°C A 50°C;
- HUMEDAD RELATIVA DE OPERACIÓN ENTRE 5% A 90% SIN CONDENSACIÓN.

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

DIVISOR ÓPTICO MODULAR 1X2

Tabla 28: Especificaciones técnicas del DIVISOR ÓPTICO MODULAR 1X2

DIVISOR ÓPTICO MODULAR 1X2
- DIVISOR ÓPTICO 1X2 CONECTORIZADO EN CASETE MODULAR
- TECNOLOGÍA FBT: FUSED BICONICAL TAPER
- UTILIZA FIBRAS ESPECIALES G.657*
- CONECTORES DE ENTRADA Y SALIDA TIPO SC-APC
- INSTALACIÓN EN PATCH PANELS MODULARES
- BAJA PÉRDIDA DE INSERCIÓN Y EXCELENTE UNIFORMIDAD
- PÉRDIDA DE INSERCIÓN MÁXIMA: 3,7DB (SIN CONSIDERAR LAS CONEXIONES)
- UNIFORMIDAD: 0,5DB
- SENSIBILIDAD A LA POLARIZACIÓN MÁXIMA (PDL): 0,2DB
- PÉRDIDA DE RETORNO: > 55DB
- PÉRDIDA DE INSERCIÓN MÁXIMA DE LAS CONEXIONES: 0,3DB
- CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES: 129,6MM (LONGITUD) X 101,5MM (ANCHURA) X 29,5MM (ALTURA)

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO NVR MODULAR DE 24 TB

Tabla 29: Especificaciones técnicas del SISTEMA DE ALMACENAMIENTO NVR MODULAR DE 24 TB

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO NVR MODULAR DE 24 TB
- FORMATO DE COMPRESIÓN: H.264, MPEG-4 Y MJPEG TRIPLE CODEC.
- 2 PUERTOS GIGABIT ETHERNET: RJ-45 100/1000 BASE-T.
- SOPORTE DE 16 CANALES POR EQUIPO.
GRABACIÓN 120FPS @ 1.3M,2M ; 1280X720 (1M)@120 FPS ; - 480FPS@704X480 (4CIF), PARA TODAS LAS CÁMARAS;
NÚMERO DE USUARIOS REMOTOS: HASTA 10 SIMULTÁNEOS EN - UNICAST Y SOPORTE DE MULTICAST
INTERFACE PARA MONITOR: VGA (ANALOG RGB 1280X1024 - RESOLUTION); HDMI; 720P/1080P(60HZ) RESOLUTION
PROTOCOLO DE RED SOPORTADO: TCP/IP, DHCP, PPPOE, SMTP, - NTP, HTTP, DDNS, RTP, RTSP;
- HDD INTERNO: HASTA 5 SATA HDD;
- HDD EXTERNO: 2 INTERFACE E-SATA
- MÁXIMA CAPACIDAD DE STORAGE: 24 TB
- CERTIFICACIONES: FCC Y LISTADO UL.
- SISTEMA OPERATIVO : LINUX EMBEBIDO
- SOPORTA DVD WRITER (BACK-UP)
- CONTROL DE ANCHO DE BANDA : AUTOMATICO
- ENTRADAS DE ALARMAS: 4 NO/NC
- SALIDAS DE RELAY: 2 NO/NC
PROTOCOLO DE RED SOPORTADO: TCP/IP, DHCP, PPPOE, SMTP, - NTP, HTTP, DDNS, RTP, RTSP;
- 3 PUERTOS USB 2.0
ENTRADA DE AUDIO: HASTA 16 CANALES DE AUDIO SOPORTADOS VIA - RED
- SALIDA DE AUDIO: 1 PUERTO RCA
- COMPRESIÓN DE AUDIO: G.711/723/726
SEGURIDAD: PROTECCIÓN DE PASSWORD 1 ADMINISTRADOR, 10 - GRUPOS ,20 USUARIOS POR GRUPO , ASIGNACIÓN DE AUTORIDAD POR FUNCIÓN PARA USUARIOS
- CERTIFICACIONES: FCC Y LISTADO UL;
LA UNIDAD DE GRABACIÓN NVR GRABA VIDEO PROVENIENTE DE LAS - CÁMARAS DE VIDEO IP, ADICIONALMENTE PERMITE LA REVISIÓN DEL VIDEO EN LAS DISTINTAS ESTACIONES DE TRABAJO. TAMBIÉN REALIZA LAS FUNCIONES DE ALMACENAMIENTO Y ENVIÓ DE ALARMAS
LA GRABACIÓN Y REVISIÓN SE PUEDEN REALIZAR EN FORMA - SIMULTÁNEA SIN AFECTAR LA GRABACIÓN DE LAS CÁMARAS;
EL NVR ES CAPAZ DE SINCRONIZAR HASTA 16 CÁMARAS EN FORMA - SIMULTÁNEA
EL NVR ES CAPAZ DE ADMINISTRAR EL ESPACIO LIBRE EN DISCO - EN FORMA AUTOMÁTICA, CUANDO SE LLEGUÉ AL MÍNIMO
- EL NVR PERMITE ADMINISTRACIÓN VÍA WEB;

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

SERVIDOR DE RACK

Tabla 30: Especificaciones técnicas del SERVIDOR DE RACK

SERVIDOR DE RACK
- PROCESADOR : 1 PROCESADOR QUAD-CORE INTEL XEON X3430 2.4GHZ / FSB 1333MHZ
- CACHE L2 : 8 MB (2 X 4 MB) L3
- TAMAÑO : 2UR
- ARQUITECTURA : BUS PCI
- CHIPSET : 5000P
- VELOCIDAD DEL BUS : 1333 MHZ
- MEMORIA RAM : 4.0GB DDR3 SDRAM - ECC - 1333MHZ. FBDIMM, CON CAPACIDAD DE CRECIMIENTO A 32GB. CUENTA CON 6 DIMMS LIBRES
- MEMORIA DE VIDEO : SVGA
- RANURAS Y BAHÍAS : 4 SLOTS PCI, 6 BAHÍAS - 6 HOT SWAP DE 3.5"
- CONTROLADOR DE DISCO : UN (01) CONTROLADOR DE ARREGLO TIPO SAS CON SOPORTE DE RAID 0, 1, 5, 10
- DISCO MAGNÉTICO INTERNO : 2 DISCOS DE 500 GB HOT-SWAP 3.5" 7200 RPM SAS O SAT HDD
- UNIDAD ÓPTICA : 8X - 24X CD - RW/DVD - ROM
- 3 PUERTOS GIGABIT ETHERNET 10/100/1000 MBPS
- VENTILADORES HOT SWAP Y REDUNDANTES, CAPACIDAD DE PODER REALIZAR CAMBIOS EN CALIENTE
- 2 FUENTES HOT SWAP Y REDUNDANTES. SWITCH AUTOMÁTICO DE 800 WATTS CON CAPACIDAD DE PODER, REALIZA CAMBIOS EN CALIENTE
- LICENCIA : WINDOWS SERVER ESTÁNDAR 2008.

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

STORAGE 10 TB

Tabla 31: Especificaciones técnicas del STORAGE 10 TB

STORAGE 10 TB
- TIPO : 12 SAS DOBLE PUERTO, 600 GB, 6 GB, 150000 RPM.
- CAPACIDAD : 10 TB AMPLIABLE A 30 TB
- INTERFAZ : 2 PUERTOS ISCSI DE 1 GBE AMPLIABLE A 10 GBE
- FUNCIÓN DE GESTIÓN : CONSOLA DE GESTIÓN CENTRALIZADA, GESTIÓN REMOTA, CONTROLADOR DE GESTIÓN DE PLACA.
- SISTEMA OPERATIVO COMPATIBLE : APPLE OS X; CITRIX XENSERVER; HP-UX; IBM AIX; MICROSOFT WINDOWS 2003; MICROSOFT WINDOWS 2008; NOVELL NETWARE; ORACLE ENTERPRISE LINUX; RED HAT LINUX; ORACLE SOLARIS; SUSE LINUX; VMWARE
- AGRUPACIÓN EN CLUSTER : ALMACENAMIENTO EN CLÚSTERES DE ALTA DUPLICACIÓN
- REPLICACIÓN : REPLICACIÓN ASÍNCRONA REMOTECOPY SAN/IQ CON LÍMITE DE ANCHO DE BANDA; PAQUETE DE SOLUCIÓN DE RECUPERACIÓN ANTE DESASTRES / EMPLAZAMIENTO MÚLTIPLE CON REPLICACIÓN SÍNCRONA SAN/IQ.

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

4.1.1.6. Diagrama de Red.

El servicio de videovigilancia tiene distribuido el ancho de banda de la siguiente manera.

Tabla 32: Cálculo de ancho de banda para las cámaras de videovigilancia de la red de datos de CGAL

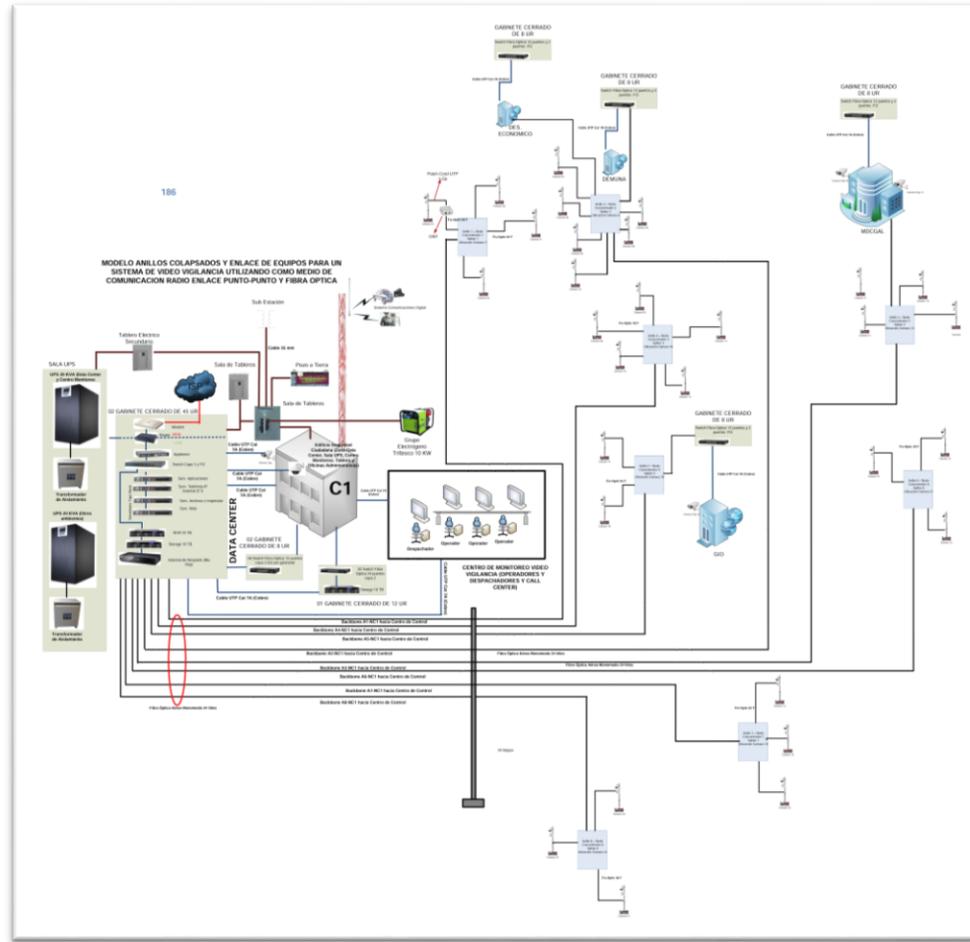
CALCULO ANCHO DE BANDA PARA CAMARAS DE VIDEO VIGILANCIA													
Días de Almacenamiento (24 horas)	Tipo Cámara (Domo PTZ HD 18X)	Número de cámaras	Resolución	Visualización/Grabación	Velocidad de imagen	Tipo de compresión/% de velocidad	Compresión	Necesidad de ancho de banda en Kbit/s	Nro. Días grabación en horas	GB por días	% de tiempo de activación	Necesidad de almacenamiento por días para el total de cámaras en GB	Necesidad de almacenamiento por días para el total de cámaras en TB
7 días	Exteriores Tipo I	28	HD	V/R	18	H264	30	20000	168	550	10%	3850.00	3.76
10 días	Exteriores Tipo I	28	HD	V/R	18	H264	30	20000	240	550	10%	5500.00	5.37
20 días	Exteriores Tipo I	28	HD	V/R	18	H264	30	20000	480	550	10%	11000.00	10.74
30 días	Exteriores Tipo I	28	HD	V/R	18	H264	30	20000	720	550	10%	16500.00	16.11
7 días	Exteriores Tipo II	1	HD	V/R	18	H264	30	3000	168	22	10%	154.00	0.15
10 días	Exteriores Tipo II	1	HD	V/R	18	H264	30	3000	240	22	10%	220.00	0.21
20 días	Exteriores Tipo II	1	HD	V/R	18	H264	30	3000	480	22	10%	440.00	0.43
30 días	Exteriores Tipo II	1	HD	V/R	18	H264	30	3000	720	22	10%	660.00	0.64
7 días	Interiores Tipo III	3	HD	V/R	18	H264	30	11000	168	82	10%	574.00	0.56
10 días	Interiores Tipo III	3	HD	V/R	18	H264	30	3000	240	82	10%	820.00	0.80
20 días	Interiores Tipo III	3	HD	V/R	18	H264	30	3000	480	82	10%	1640.00	1.60
30 días	Interiores Tipo III	3	HD	V/R	18	H264	30	3000	720	82	10%	2460.00	2.40

Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

Como se puede apreciar en la figura, a cada tipo de cámara se le asigna un ancho de banda para la transmisión de video.

Por otro lado, el diagrama de red es el siguiente.

Figura 38: Diagrama de red de videovigilancia de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.



Fuente: Licitación Pública N.º 0011-2013-MDCGAL

4.1.1.7. Situación vial actual para el estudio, en el distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa.

Uno de los objetivos de la presente propuesta es establecer un sistema de control de tráfico inteligente, que satisfaga la demanda del tránsito y transporte actual y futura, para ello se debe identificar qué tipo de vía se utilizó como muestra.

El Sistema Vial, es el sistema urbano sobre el que se basan los ejes de desarrollo, que interrelacionan en forma longitudinal y transversal, los diferentes sectores de la ciudad, así como sus principales actividades y equipamientos urbanos. El Sistema Vial incluye el conjunto de la red vial urbana y regional.

El Sistema Vial Urbano del distrito está estructurado de acuerdo a su función en una red vial Primaria y Secundaria utilizando la clasificación vial normativa de la siguiente manera.

4.1.1.7.1. Red Vial Primaria

Conformada por la Vías de Articulación Internacional, Interregional, Interprovincial y Arteriales. La función de la red vial primaria es permitir la interconexión de la ciudad hacia el sistema nacional de carreteras, y permitir la interconexión de los diferentes sectores de la ciudad entre sí. (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA - Gerencia de Desarrollo Urbano, 2014 - 2023).

Son aquellas que articulan las actividades principales del centro urbano, ya sea centro político administrativo, grandes equipamientos, áreas de acopio y comercialización, entre otros. Entre las principales tenemos a la Av. La Cultura. (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA - Gerencia de Desarrollo Urbano, 2014 - 2023)

4.1.1.7.2. Red Vial Secundaria

Esta red está conformada por las vías urbanas, llamadas Colectoras y Locales. Las vías colectoras tienen como función principal llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías Primarias cuando no es posible hacerlo por intermedio de las vías arteriales.

Las vías Locales tienen como función principal la de proveer acceso a los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA - Gerencia de Desarrollo Urbano, 2014 - 2023).

Las vías urbanas secundarias son aquellas que integran sectores y barrios residenciales al sistema principal, mediante un sistema secundario de estructuración vial. En los distritos periféricos tienen una función básica de articular las diversas habilitaciones y asociaciones de vivienda entre ellas y articularlas a las vías principales. En el distrito capital son aquellas que se encuentran entre las vías principales.

Algunas que podemos nombrar entre estas avenidas son: Bohemia Tacneña, Von Humboldt, La Cultura, etc.

(MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA - Gerencia de Desarrollo Urbano, 2014 - 2023)

4.1.1.8. Acceso

El acceso principal al distrito está dividido a través de la Avenida Municipal que constituye un eje direccional, que interconecta al distrito principalmente con la ciudad de Tacna y los otros Distritos.

La Av. Municipal es la vía de mayor relevancia en el distrito, con ella, se ubica la línea férrea, elemento que se convirtió en principal eje organizador del desarrollo urbano del distrito Gregorio Albarracín.

4.1.1.8.1. Principales avenidas que dan ingreso al distrito *AV MUNICIPAL.*

La Avenida Municipal es el Eje longitudinal consolidado del distrito Gregorio Albarracín, el mismo que se caracteriza por la existencia de un flujo constante de vehículos, actividades de comercio local y otras zonas complementarias. Esta avenida se caracteriza por tener vías de doble carril, por tener un ciclo vía al medio y un eje de las líneas del ferrocarril.



Figura 39: Avenida Humbolt – Tacna Perú
 Fuente: PLAN URBANO DISTRITAL CRNL. GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA 2016 – 2021 (MUNICIPALIDAD DISTRITAL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, 2016 - 2021)

AV HUMBOLT.

Esta avenida es también una vía alterna y muy recorrida, que proporciona otro ingreso al distrito Gregorio Albarracín. La avenida Humboldt posee 2 vías de doble carril que facilitan el tránsito vehicular.

Esta avenida es pobre en sus equipamientos ya que posee viviendas comercio en su gran mayoría. En los últimos años la Av. Humboldt ha completado el asfaltado de sus vías vehiculares y ha previsto mejorar sus vías peatonales.



Figura 40: Avenida Municipal – Tacna Perú
 Fuente: PLAN URBANO DISTRITAL CRNL. GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA 2016 – 2021 (MUNICIPALIDAD DISTRITAL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, 2016 - 2021)

AV. LA BOHEMIA TACNEÑA

Esta avenida proporciona otro ingreso al distrito Gregorio Albarracín. La avenida Bohemia tacneña posee 2 vías de doble carril se encuentra asfaltada, en el primer tramo la berma central es tierra afirmada y el segundo tramo la berma presenta área verde con

elementos verticales, aun en esta vía no presenta equipamientos ni comercio en su recorrido.



*Figura 41: Avenida La Bohemia Tacneña – Tacna Perú
Fuente: PLAN URBANO DISTRITAL CRNL. GREGORIO
ALBARRACÍN LANCHIPA 2016 – 2021 (MUNICIPALIDAD
DISTRITAL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, 2016 - 2021)*

4.1.1.8.2. Principales ejes de Integración y Articulación Vial VÍAS DE INTEGRACIÓN NACIONAL Y DEPARTAMENTAL.

Avenida Collpa

Es la vía que conecta al ovalo Tarapacá y a la avenida Panamericana Sur. La cual integra la ciudad de Tacna con el resto del país, es la principal vía de integración nacional del distrito.

La Panamericana Sur

Es la vía de integración nacional más próxima al distrito, nos Integra con el País fronterizo de Chile, integra a la ciudad de Tacna con toda la faja costera del país cruzando varios departamentos, hasta llegar a Lima a una distancia de 1, 293.12 km

VÍAS INTERURBANAS

Se caracterizan por permitir la comunicación entre el Distrito con otros centros poblados.

La Avenida Municipal

Es la vía que integra a la Zona Urbana consolidada del distrito, con el distrito de Tacna, con una sección vial que varía entre los 96.82 m y 35.40m. se puede notar

que la longitud de la vía que pertenece a la jurisdicción del Distrito de Coronel Gregorio Albarracín se encuentra en buen estado.

VÍAS URBANAS PRINCIPALES (ARTERIALES)

Cumplen la función de enlazar las actividades internas del distrito, interrelacionándose a su vez con vías locales.

VÍAS SECUNDARIAS (COLECTORAS)

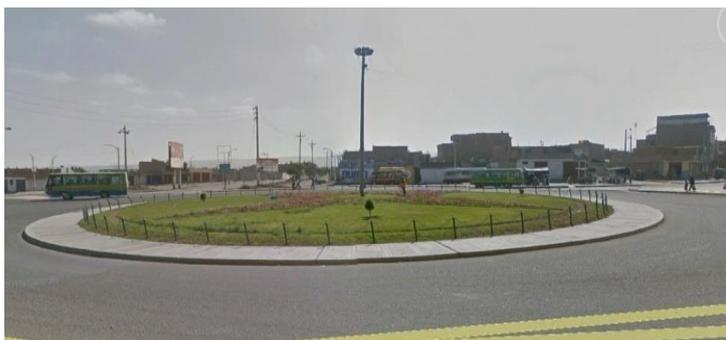
ÓVALOS VIALES

Actualmente tenemos 3 óvalos existentes y 5 óvalos proyectados. Los óvalos existentes son: el ovalo cuzco, el ovalo Tarapacá, y el ovalo la cultura, los dos primeros se ubican al ingreso del distrito, el tercero en pampas de Viñani.



Figura 42 Ovalo Cuzco Ingreso al Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa

Fuente: PLAN URBANO DISTRITAL CRNL. GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA 2016 – 2021 (MUNICIPALIDAD DISTRITAL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, 2016 - 2021)



*Figura 43 Ovalo La Cultura Ingreso al Distrito Coronel Gregorio
Albarracín Lanchipa*

*Fuente: PLAN URBANO DISTRITAL CRNL. GREGORIO
ALBARRACÍN LANCHIPA 2016 – 2021 (MUNICIPALIDAD
DISTRITAL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, 2016 - 2021)*



*Figura 44 Ovalo Tarapacá Ingreso al Distrito Coronel Gregorio
Albarracín Lanchipa*

*Fuente: PLAN URBANO DISTRITAL CRNL. GREGORIO
ALBARRACÍN LANCHIPA 2016 – 2021 (MUNICIPALIDAD
DISTRITAL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, 2016 - 2021)*

4.1.1.8.3. Problemática Vial

De acuerdo al diseño vial actual, es que se han registrado nodos conflictivos bajo dos conceptos: inadecuado diseño vial y/o nodos conflictivos por flujos de tránsito intensos en términos de cantidad y frecuencia, que en su mayoría forman parte del circuito vial de transporte público. (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA - Gerencia de Desarrollo Urbano, 2014 - 2023).

Se puede observar en la siguiente figura los conflictos viales que suceden regularmente en el Distrito.

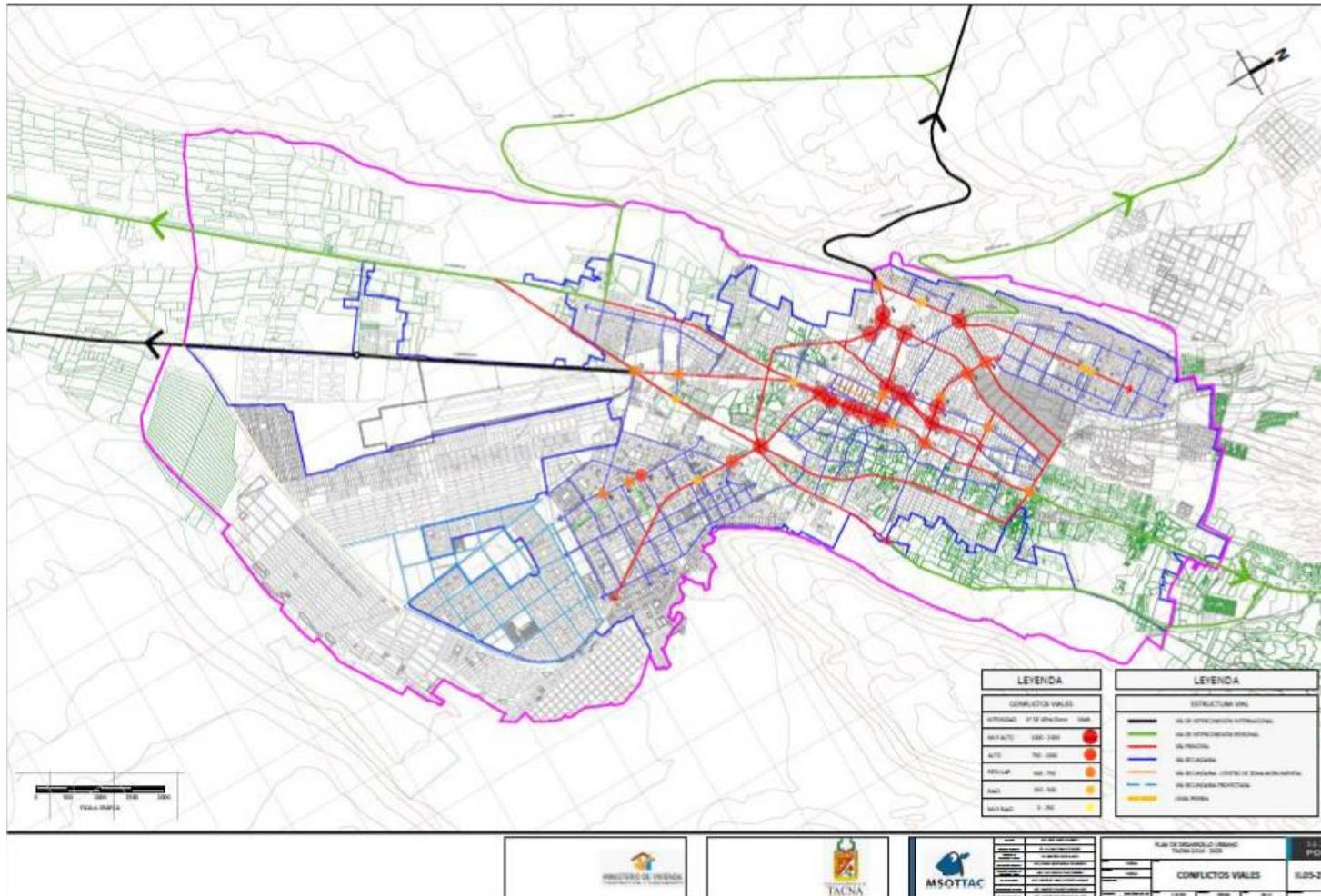


Figura 45: Plano de Conflictos viales en la ciudad de Tacna

Fuente: "Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Tacna 2014 – 2023" Vol I – Diagnóstico (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA - Gerencia de Desarrollo Urbano, 2014 - 2023)

Continuando con la situación vial actual de la zona en estudio, como se explicó en el capítulo II, existen muchos problemas relacionados a la congestión vehicular, los que no son ajenos en Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa. Se estima que mayor parte de los desplazamientos ocurren en transporte público, sin embargo, el sistema de transporte público actual presenta muchos problemas, entre los cuales se pueden destacar.

- Baja calidad y seguridad de los servicios de transporte
- Informalidad de los operadores
- Rutas duplicadas, rutas diseñadas en anillos
- Saturan las vías y contaminan la atmosfera
- Antigüedad de los vehículos
- Falta de paraderos y terminales autorizados

De la misma manera el transporte urbano, que se refiere al traslado de pasajeros, está organizado en varias rutas de transporte, a esto se suma las unidades que realizan el servicio de Taxi generando una gran congestión de las vías principales; sobre todo en las horas pico. Dichas rutas cuentan con itinerario y datos operacionales obtenidos de manera empírica sin metodología que justifique el diseño de la ruta, número de vehículos, así como otros datos.

Al mismo tiempo, cuenta solamente con la clase de semáforos pre sincronizados, definidos como dispositivos para el control. Las características de operación de los semáforos pre sincronizados, tales como duración de ciclo, intervalo, secuencia, desfasamiento, etc. pueden ser cambiadas de acuerdo a un programa determinado. En cuanto al uso estos semáforos se adaptan mejor a las intersecciones donde los patrones de tránsito que se registran pueden tener cabida mediante una programación pre sincronizada sin causar demoras o congestiones no razonables.

Asimismo, el sistema de semaforización viene a constituir un conjunto de elementos señalizadores operados por una unidad de control, solo algunos sectores cuentan con estos elementos, en la siguiente figura se puede apreciar las zonas semaforizadas.

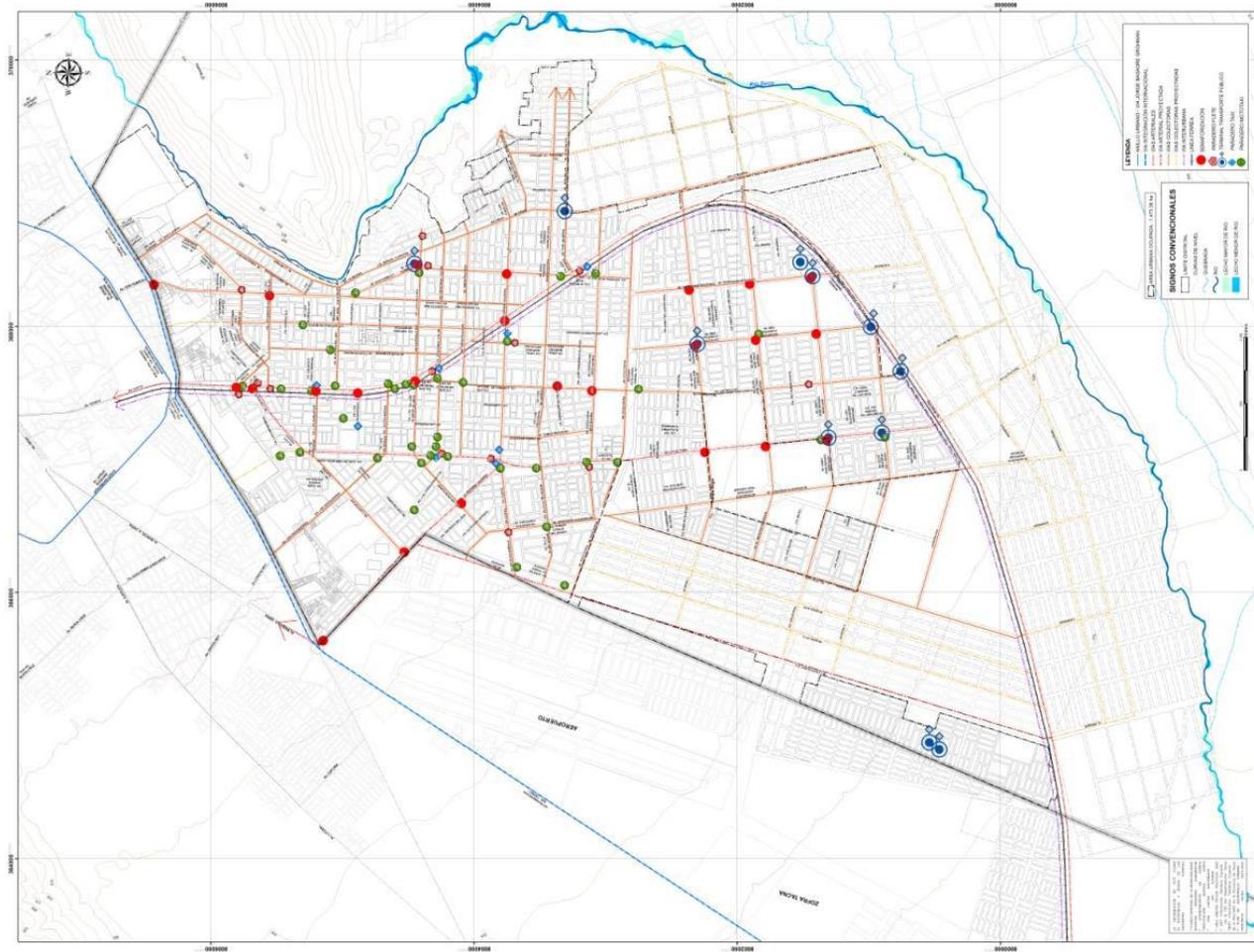


Figura 46: Plano de Semaforización en el distrito Coronel Gregorio Albarracín - Tacna
Fuente: "PLAN URBANO DISTRITAL CRNL. GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA
2016 – 2021" (MUNICIPALIDAD DISTRITAL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA, 2016 - 2021)

Para casos del estudio se identificaron 10 intersecciones desde el ovalo Cusco hasta el Grifo: Servicentro la Esperanza. Estas intersecciones se detallarán a continuación.

Ingresando por el óvalo Cusco a la Avenida Municipal, por el lado derecho, se ubica el poste N° 01 con solamente un semáforo.



*Figura 47: Semáforo ubicado en la intersección de la Av. Municipal y la calle La Agronómica.
Fuente: Google Earth*

El poste N.º 01 está en la intersección de la Av. Municipal con la calle La Agronómica, dando inicio al Mercado Cenepa.



*Figura 48: Calle la Agronómica – Tacna
Fuente: Elaboración Propia*

Al otro extremo de la Avenida Municipal, en el lado izquierdo, interceptando con la calle Andres Bello, está el poste N.º 02, el cual soporta 3 semáforos.



*Figura 49: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y la calle Andrés Bello
Fuente: Google Earth*



*Figura 50: Calle Andrés Bello – Tacna
Fuente: Elaboración Propia*

Siguiendo el camino, por el lado derecho, 100m. más adelante aproximadamente se ubica el poste N.º 03 con 2 semáforos.



*Figura 51: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y la Av. los Poetas
Fuente: Google Earth*

Este poste se encuentra en la intersección de la Av. los Poetas y la Av. Municipal, finalizando el mercado Cenepa.



*Figura 52: Av. Los Poetas - Tacna
Fuente: Elaboración Propia*

Al otro extremo de la Avenida Municipal (lado izquierdo) está el poste N.º 04, también soportando 2 semáforos, con la peculiaridad que no intercepta con ninguna calle directamente, solo hay un pasaje cercano s/n, legible.



*Figura 53: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y pasaje s/n
Fuente: Google Earth*

Más adelante, por el lado derecho, se encuentra el poste N.º 05 con 2 semáforos, el cual está a la altura de la Plaza Perez Gamboa.



Figura 54: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y la calle los Damascos
Fuente: Google Earth

Ubicado en la intersección de la Av. Municipal con la calle Los Damascos.



Figura 55: Calle los Damascos - Tacna
Fuente: Google Earth

Al otro extremo de la Av. Municipal, en el lado izquierdo, se encuentra el poste N.º 06, con 2 semáforos, interceptando con la calle Mariano Ignacio Prado.



*Figura 56: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y la calle Mariano Ignacio Prado
Fuente: Google Earth*

Posteriormente está el poste N.º 07, igualmente con 2 semáforos.



*Figura 57: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y la calle Las Casuarinas
Fuente: Google Earth*

Ubicado en la intersección de la Av. Municipal (lado derecho) con la calle Las Casuarinas



*Figura 58: Calle Las Casuarinas - Tacna
Fuente: Elaboración Propia*

Por el lado izquierdo de la Av. Municipal está el poste N.º 08, también con 2 semáforos, el cual es otro caso que no intercepta directamente con ninguna vía, la calle más cercana es la calle Angamos.



Figura 59: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y la calle Angamos
Fuente: Google Earth

Y para este caso, culminando con el recorrido, por el lado derecho, se ubica el poste N.º 09 con 3 semáforos pre sincronizados, cerca al Grifo: Servicentro la Esperanza.



Figura 60: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y la calle los Álamos
Fuente: Google Earth



*Figura 61: Frontis del Servicentro la Esperanza
Fuente: Elaboración Propia*

Ubicado entre la calle Los Álamos y la Av. Municipal.



*Figura 62: Calle los Álamos - Tacna
Fuente: Google Earth*

Finalmente, al lado izquierdo de la Avenida Municipal interceptando con la calle Las Violetas está el poste N.º 10 con 2 semáforos.



Figura 63: Semáforos ubicados en la intersección de la Av. Municipal y la calle Las Violetas
Fuente: Google Earth

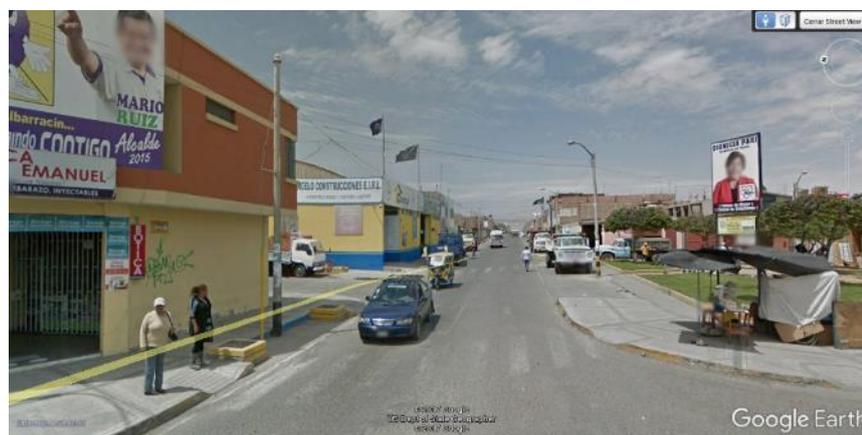


Figura 64: Calle las Violetas - Tacna
Fuente: Google Earth

En la siguiente tabla se describe los postes, semáforos e intersecciones

Tabla 33: Ubicación y detalle de postes y semáforos de la zona de estudio.

N° del Poste	Interseccion	Cantidad Semáforos
POSTE 01	Calle La Agronomica	1
POSTE 02	Calle Andres Bello	3
POSTE 03	Av Los Poetas	2
POSTE 04	Psj s/n	2
POSTE 05	Calle Los Damascos	2
POSTE 06	Av Municipal Calle Mariano Ignacio Prado	2
POSTE 07	Calle Las Casuarinas	2
POSTE 08	Calle Angamos	2
POSTE 09	Calle Los Alamos	3
POSTE 10	Calle Las Violetas	2
Total		21

Fuente: Elaboración Propia

A dichos semáforos, descritos anteriormente, se propone integrarles un cierto grado de inteligencia, dado que los segundos de espera de cada semáforo, se calcularán, de acuerdo a la cantidad de vehículos esperando su pase, por lo tanto, se propone incluir el sistema "SCATS" en su versión "6" en la red de datos del distrito.

4.1.2. FASE II: Selección de la Herramienta.

Una vez seleccionado el problema, se investigaron soluciones y herramientas de apoyo para reducir la congestión vehicular.

A lo largo de los años, se han desarrollado distintas soluciones para la problemática vial, en esta investigación se buscaron herramientas con tecnología actual, de acorde a las necesidades de los ciudadanos y considerando la red de conectividad de fibra óptica del distrito en estudio. Hoy en día lideran el mercado lo sistemas SCOOT Y SCATS, dado que son los mas utilizados en el mundo.

Para la selección se tomó como base la publicación de tres expertos en el área, El Ing. Aleksandar Stevanovik, asociado de la Universidad de Florida, Cameron Kergaye, Directivo del Departamento de Transporte de Utah y Peter Martin, asociado de la Universidad Estatal de Nuevo Mexico.

Su publicación “SCOOT and SCATS A closer look into their Operations” demuestra que SCATS supera por creces a SCOOT, dado SCATS tiene un algoritmo mucho más rápido respondiendo a la demanda de tráfico durante las horas pico (STEVANOVIC, KERDAYE, & MARTIN, 2015).

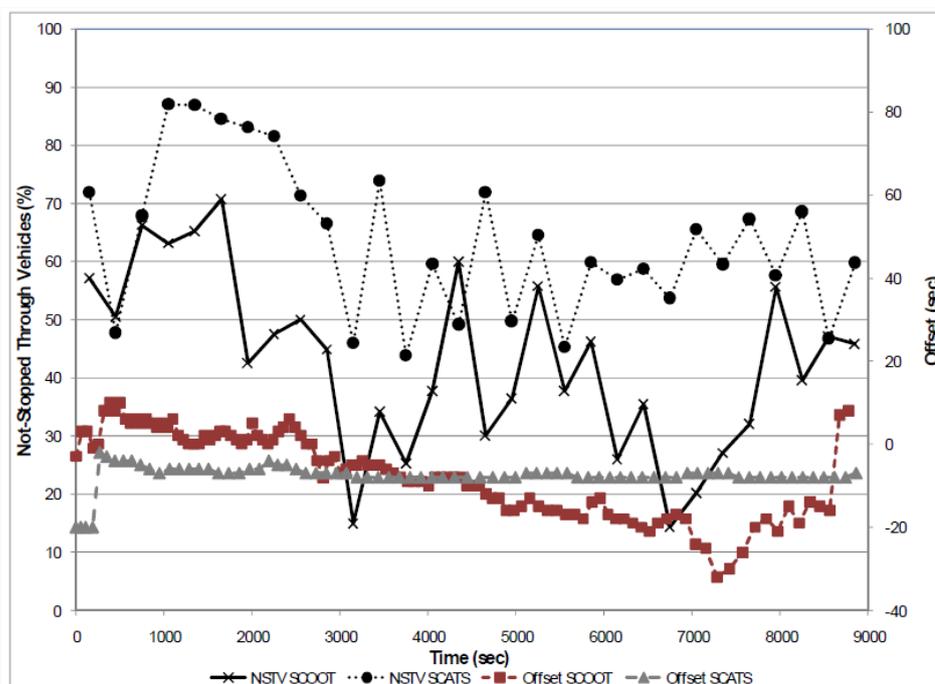


Figura 65: Comparación de rendimiento de SCATS y SCOOT
Fuente: SCOOT and SCATS a closer look into their Operations

Una vez investigado gran variedad de soluciones, se optó por integrar SCATS a la red.

4.1.2.1. SCATS

Muchos sistemas de control de tráfico gestionan las señales en una base de tiempo fijo, donde una serie de señales están programados por día de la semana y hora del día. La relación de tiempo entre las señales es pre-calculada; basado en condiciones de tráfico previamente estudiadas. Tales sistemas de tiempo fijo no pueden ser condiciones de tráfico que difieren de las que prevalecían cuando se produjo el estudio respectivo. Además, a medida que los patrones de tráfico cambian con el paso del tiempo, los planes de tiempo fijos se vuelven obsoletos. Los problemas de la mayoría de los sistemas de tiempo fijo ponen en manifiesto que un enfoque diferente es necesario para cambiar las condiciones del tráfico (TEC CORPORATION, 2017).

SCATS es un sistema de gestión de tráfico de área amplia que opera bajo la plataforma Windows. Controla las fases, olas verdes y compensaciones para el control del tráfico sobre las intersecciones y cruces peatonales a mitad de cuadra. **Cuenta con la inclusión de detectores de vehículos, que pueden modificar estos valores de forma adaptativa para optimizar el funcionamiento para adaptarse al tráfico que prevalece.**

Alternativamente, se puede administrar intersecciones en el modo fijo de tiempo donde se pueden cambiar de planes por hora del día, y días de la semana. Está diseñado para coordinar las señales de tráfico a un ordenador de control del tráfico (Ordenador de control de tráfico regional). Hasta 100 usuarios pueden conectarse a un sistema SCATS al mismo tiempo. Hasta 30 usuarios pueden conectarse a una única computadora regional al mismo tiempo. También, la supervisión del rendimiento, las notificaciones y las condiciones de las instalaciones de configuración de datos, se incluyen.

SCATS recoge automáticamente alarmas e información de eventos, datos operativos, el rendimiento y los datos históricos.

Opera automáticamente, pero se proporciona intervención funcionamiento para su uso en situaciones de emergencia. El software incluye utilidades de soporte configuración de los equipos, creación de gráficos, producción de informes de rendimiento de tráfico e informes de alarmas / eventos / incidentes

SCATS 6 es una gran mejora en otros sistemas de "tiempo fijo" porque tiene el beneficio de capacidades de toma de decisiones mejoradas incorporadas. La respuesta completa es el SCATS adaptativo 6. A diferencia de la mayoría de los sistemas de tiempo fijo o semiresponsivo, no requiere pre-cálculo costoso de los planes de sincronización de señal. Además, SCATS es auto-calibrado, ajustándose automáticamente a los patrones de tráfico cambiantes con el tiempo. La computadora de control analiza los datos de tráfico en tiempo real de los detectores de vehículos y produce tiempos de señal que son adecuados para las condiciones del tráfico como son en realidad. Ofrece una secuencia variable de señal, y la opción de omitir fases o movimientos de la secuencia sobre una base de ciclo por ciclo cuando no hay demanda.

El software de control de tráfico SCATS regional tiene una capacidad máxima de 250 intersecciones por región. Con un máximo de 64 regiones, la capacidad total es de 16.000 intersecciones. Todos los programas SCATS se suministran con el equipo de administración central (CMS) que permite una serie de otros paquetes de software para ser utilizado como parte del paquete de administración de tráfico.

SCATS ha sido diseñado en una configuración modular para adaptarse a las diferentes necesidades de pequeñas, medianas, y grandes ciudades. En su forma más simple, un solo ordenador regional puede controlar las señales en hasta 250 intersecciones. La expansión del sistema se logra instalando computadoras regionales adicionales. Todas tienen una computadora central de gestión para gestionar datos globales, control de acceso, datos gráficos, así como copia de seguridad de datos (TEC CORPORATION, 2017).

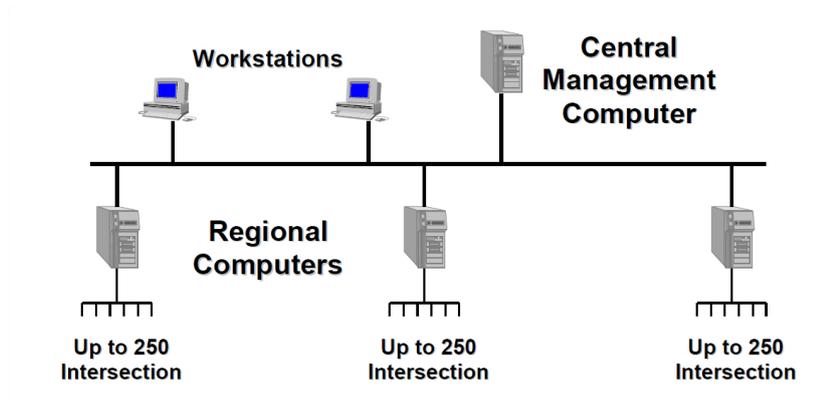


Figura 66: Sistema Típico SCATS

Fuente: Traffic Engineering & Control Corporation S.A. (TEC CORPORATION, 2017)

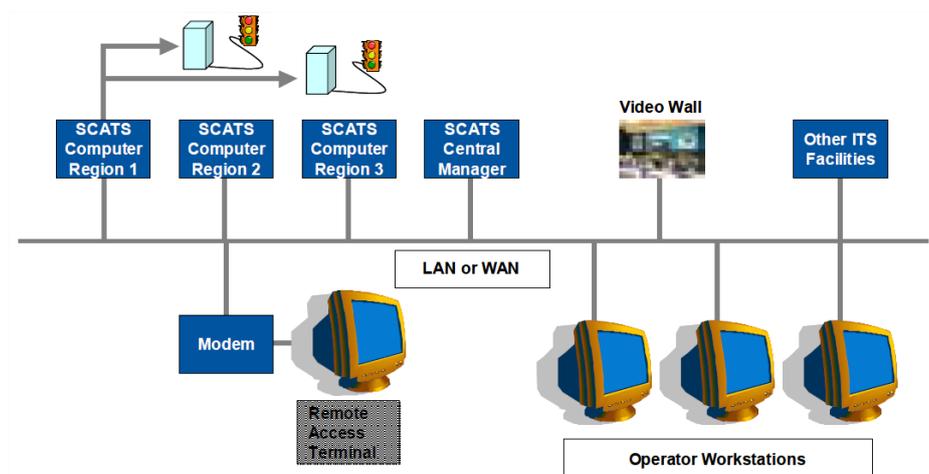


Figura 67: Típico sistema grande SCATS

Fuente: Traffic Engineering & Control Corporation S.A. (TEC CORPORATION, 2017)

4.1.2.1.1. Ordenador de administración central

La función de control de tráfico regional utiliza ordenadores personales convencionales que operan bajo el sistema operativo Windows, proporcionan una serie de métodos de comunicación de intersección utilizando el protocolo (TCP / IP).

Se utiliza sólo para el monitoreo centralizado del sistema, el rendimiento y el estado del equipo, es un ordenador que recopila datos y mantiene el sistema en un recurso mínimo. Está conectado con la computadora de gestión.

4.1.2.1.2. Computadoras regionales

El equipo de administración central también es una computadora personal que opera bajo el sistema operativo Windows. Las comunicaciones con ordenadores y estaciones de trabajo regionales (TCP / IP) son a través de LAN Ethernet o WAN.

La computadora regional mantiene el control del tráfico autónomo de un conjunto de controladores, se puede ampliar agregando simplemente ordenadores. Utiliza la información obtenida de los controladores para seleccionar un plan de tráfico y si están activas, las verdes, así como el tiempo de los semáforos.

4.1.2.1.3. Controladores Locales

Transmite la información recolectada a la computadora regional para adaptar la densidad de tráfico.

Todas las estaciones de trabajo informáticas funcionan en los siguientes modos:

- Modo local, como una computadora independiente.
- Modo de red local (acceso a cualquier ordenador en la LAN).
- Estación de trabajo SCATS, que el sistema de control de tráfico y los subsistemas de gestión la computadora de administración central.
- Las estaciones de trabajo pueden conectarse LAN (por ejemplo, cable delgado Ethernet), servidor de terminal, o directamente a una computadora.
- Terminales de campo (por ejemplo, portátil) conectados a un controlador local.

4.1.2.1.4. Detectores

Detección de línea de parada

El cálculo del grado de saturación (DS) se basa en que el detector tenga una longitud suficiente en la dirección del flujo de tráfico para asegurar que los valores del

espacio no se midan en condiciones de tráfico lento y estrecho.

El detector no debe ser demasiado largo, no mediría ningún espacio cuando el tráfico se mueve libremente. Las investigaciones han demostrado que la longitud de la zona de detección está entre 3,5 m y 4,5m.

Detectores Estratégicos

Los detectores estratégicos se encuentran en la línea de parada con el fin de permitir la medición del uso del tiempo verde en un punto en el que el tráfico es controlado por la señal (ROJO).

Detectores Tácticos

Los detectores tácticos situados en la línea de parada diferencian entre el giro a la izquierda o a la derecha.

Requisitos del Detector

En las primeras versiones se utilizaban detectores de rampa, situados en el piso para contar los vehículos, y en las últimas actualizaciones, los sistemas SCATS han utilizado imágenes de video detección, sobre todo SCATS 6. (TEC CORPORATION, 2017)

4.1.2.1.5. Comunicaciones

Enlaces de datos

La filosofía de SCATS se puede interpretar de la siguiente figura

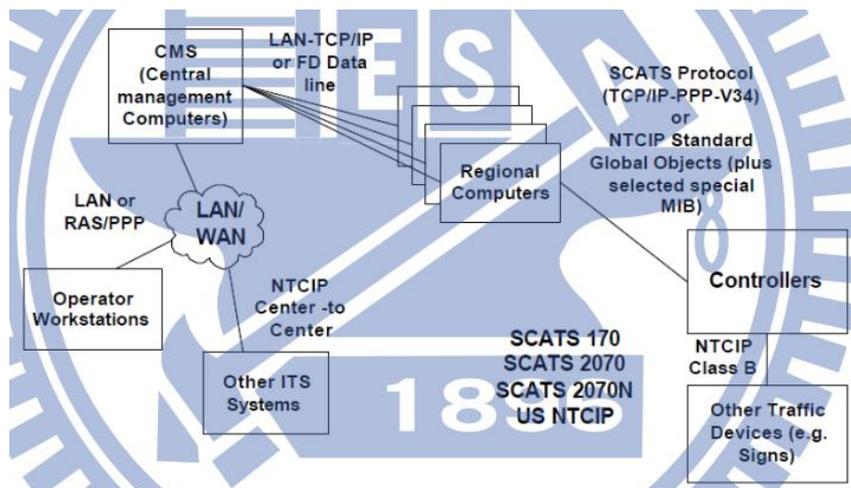


Figura 68: Esquema de conectividad de SCATS (NTCU - National Taichung University of Education, 2017)

En las versiones más recientes, los controladores locales pueden estar conectados con otros dispositivos a través del protocolo NTCIP clase B (protocolo para equipos de control de tráfico), a su vez se comunicarán con las computadoras regionales por TCP/IP.

Las computadoras regionales también se comunican con el protocolo TCP/IP con el ordenador de administración central, la que se conecta vía LAN/WAN - TCP/IP con los operadores y otros sistemas.

Modo de Comunicaciones

Hay mensajes hacia y desde cada controlador de intersección, cada segundo. En modo punto a punto los datos se transmiten variando velocidades tan bajas como a 300 bps full duplex donde se encuentran malas comunicaciones. Lo bajo velocidad requerida para las comunicaciones SCATS permite un alto grado de tolerancia en la fiabilidad de la red de comunicaciones local.

Características adicionales

- Otros sistemas de transporte inteligentes (ITS) pueden integrarse a través de su puerto SCATS TM
- Permite que parte o todo el sistema funcione en tiempo, mientras que una parte más grande o más pequeña del sistema pueden operar bajo un plan de control adaptativo
- Tiene una gama de opciones de comunicaciones incluyendo líneas arrendadas, fibra, IP de banda ancha, GPRS y GSM
- Es compatible con controladores de intersecciones de hasta los años 70.

El sistema SCATS emplea la tecnología Cliente-Servidor bajo el entorno Windows NT, 2K, XP, y nuevas versiones. Cada servidor SCATS (denominado Región) puede gestionar hasta 250 controladores de señales de tráfico, hasta 64 Regiones que controlan 16,000 intersecciones, pueden conectarse en red.

Las estaciones de trabajo de los operadores utilizan el software cliente que se conecta a través de LAN, WAN, GSM.

Básicamente, se refiere a la selección de señales adecuadas de los horarios para el área objetivo y las subáreas basadas en el promedio sobre las condiciones del tráfico. La información de detección es pre-procesada en el controlador y enviado a una computadora regional para calcular el algoritmo que se aplica en cada ciclo y el plan de división de fase y la longitud del ciclo que se aplicará al subsistema para el siguiente ciclo. (TEC CORPORATION, 2017) .

Nota: Para instalaciones más pequeñas, es posible los servidores y el cliente en el mismo equipo.

La siguiente tabla muestra las características típicas de SCATS

Tabla 34: Características Típicas de SCATS

UTC Masterlink Mode (per regional computer)	
Signalised Locations	250
Stages per intersection	7
Sub systems	250
Occupancy detectors	4,000
Tactical/counting detectors	4,072
Adaptive Cycle Length range	20 > 190 sec
Adaptive Stage Split range	5% > 95%
Adaptive Offset range	-127→+127 sec
Special Facility Flags (per intersection)	22
Timetabled routines	250
Fallback plans	11
Fallback schedules	20
VIP and Emergency Vehicle Pre-emption	
Fault Logging	
Event Management	

Fuente: Traffic Engineering & Control Corporation S.A. (TEC CORPORATION, 2017)

4.1.3. Fase III: Diseño de la Integración de SCATS.

Posteriormente, se tomó en consideración, reutilizar al mayor nivel posible, los dispositivos de la red actual. De la misma manera, se averiguaron los diferentes sensores disponibles en el mercado para el

monitoreo de tráfico, estos sensores fueron expuestos al personal calificado de la Sub Gerencia de Seguridad Ciudadana, en una reunión informal. Finalizada la reunión, se seleccionó la cámara Collect-R x-stream, basada en la tecnología de video detección (procesamiento de imágenes de video) para integrarla a la solución. Una vez definidos los dispositivos, se estudió su estructura y manejo haciendo uso del manual de usuario.

4.1.3.1. Cableado Estructurado

Como se mencionó anteriormente, existen varios semáforos a los que se les integrará el sistema inteligente de control de tráfico.

Para ello es necesario identificar los Splitter (divisores) que se utilizaran para comunicar la red actual con el sistema inteligente de control de tráfico. Primero, se identificaron los divisores 01 y 04, que actualmente tienen conexiones de reserva (Ver Figura 27). Estos divisores conectarán los 05 postes que deberán instalarse especialmente para este tipo de trabajos (Postes de C.A.C. de 15/400/245/435 - long-carga-diamet vertice mm-diametro de base) en las intersecciones especificadas más adelante (Ver Figura 72 a la 76). Asimismo, cada poste estará ubicado estratégicamente para no interrumpir peatones, ciclistas y autos.

Luego se deberán acoplar a cada poste, Cajas de acero galvanizado especialmente para exteriores y de fácil mantenimiento, con el objetivo de ubicar todos los dispositivos de red ahí. Cada una contemplará los siguientes aparatos.

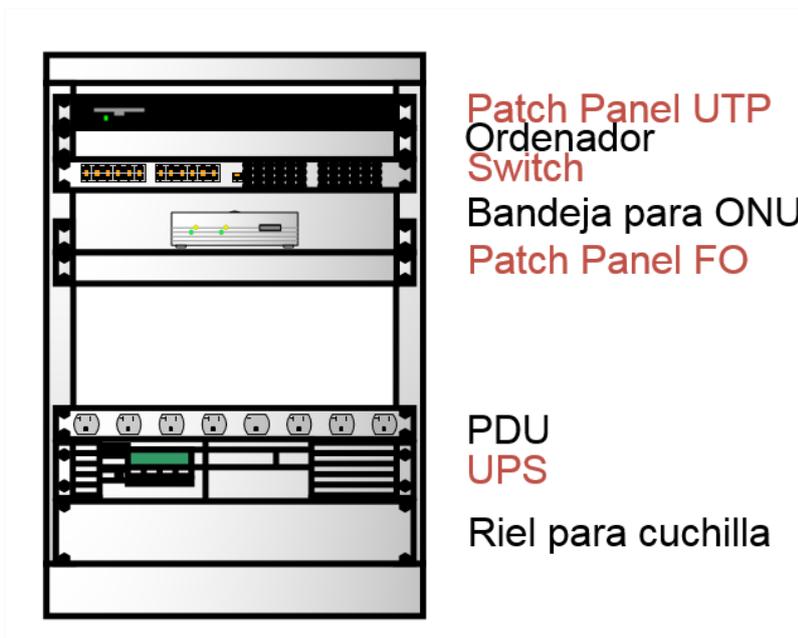
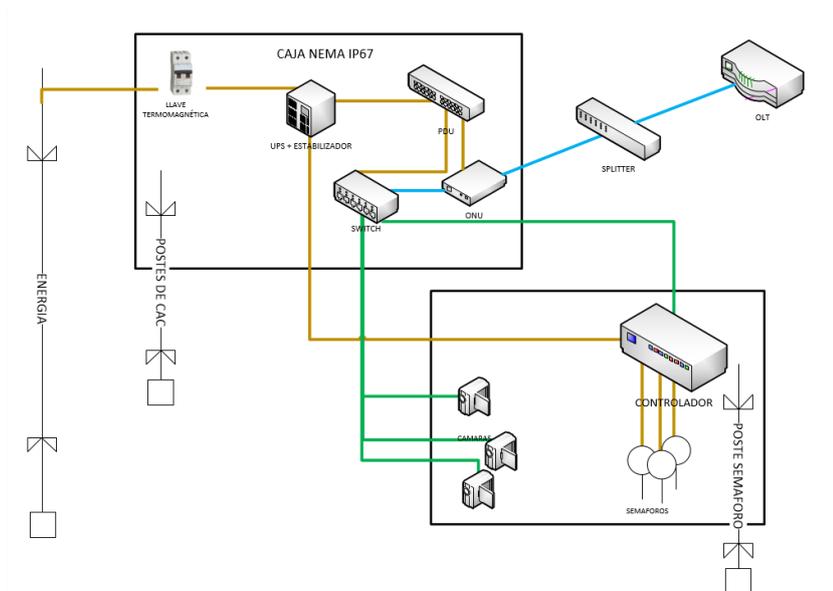


Figura 69: Equipos a Instalar en las CAJAS NEMA
 Fuente: Elaboración Propia

Un ONU (Furukawa FK-ONU-20L) que conectará el divisor con un SWITCH (Moxa EDS 316) ethernet de 18 puertos especialmente para exteriores, el mismo que conectará al controlador de semáforos (CD 300 Vanguard) y a las cámaras con la tecnología de contar vehículos en una zona determinada (TraficCam X-Stream).

La energía que alimentará a estos dispositivos será la misma que la del alumbrado público, como se puede apreciar en la siguiente figura.



*Figura 70: Esquema de Conexión Individual por Intersección
Fuente: Elaboración Propia*

Ingresará directamente a una cuchilla automática termomagnética, luego al UPS (SMX1500RMI2U) ante cualquier interrupción o sobrecarga de energía. Un PDU se conectará al UPS, para distribuir la energía entre los dispositivos activos.

El cable de fibra óptica que se utilizará es el mismo que utilizaron para instalar la red del distrito (Drop Tight Buffer FIG.8 FTTH) y para las conexiones ethernet se utilizarán cables UTP CAT 6.

Finalmente, los controladores de los semáforos serán montados en los postes respectivos, en los que se ubican las lámparas VERDE ÁMBAR y ROJO, como cualquier semáforo convencional, y las cámaras irán instaladas estratégicamente en las direcciones de los semáforos (Ver Figuras 72 a la 76).

Adicionalmente se instalará el sistema SCATS y se configurará con los dispositivos instalados con la propuesta, asimismo, un operador deberá supervisar la correcta funcionalidad del sistema, ante cualquier tipo de inconveniente.

4.1.3.1.1. Esquema de Conexión

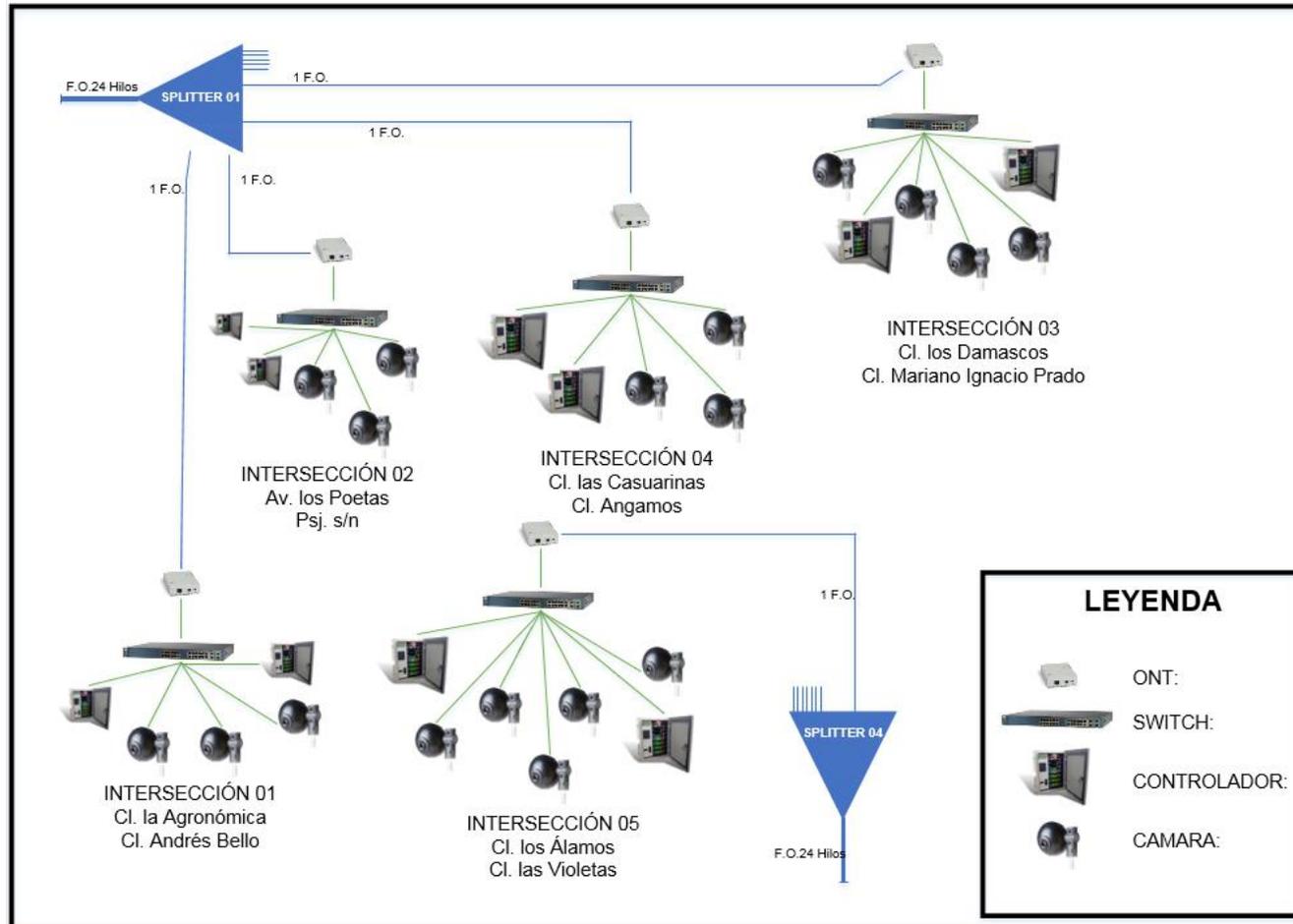


Figura 71: Esquema de Conexión de los semáforos y cámaras.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35: Conexiones y Cableado de lo Propuesto

OLT	SPLITTER (x8)				Caja NEMA		Ordenador FO		ONU			SWITCH (x16)			CONTROLADOR							
	Nombre	Cnt (u)	Adicional	Long. (m.)	Nombre	Nombre	Cnt (u)	Long. (m.)	Nombre	Cnt (u)	Long. (m.)	Nombre	Cnt (u)	Long. (m.)	Semaforo	Nombre	Cnt (u)	Long. (m.)				
OLT	SPLITTER 01	1	1,8	12	CN01	CN01-OF001	1	2	CN01-ONU001	1	0,5	CN01-SW001	1	0,5	S001	CN01-CNT001	1	15	INTERSECCION 01			
		S002	CN01-CNT002	1	7	CAMARA				Semaforo	Nombre	Cnt (u)	Long. (m.)	S001	CN01-CC001	1	15					
		S001	CN01-CC002	1	15	S002	CN01-CC003	1	7	CONTROLADOR				Semaforo	Nombre	Cnt (u)	Long. (m.)	S001	CN02-CNT001	1	14	INTERSECCION 02
		S002	CN02-CNT002	1	13	CAMARA				Semaforo	Nombre	Cnt (u)	Long. (m.)	S001	CN02-CC001	1	14					
	S002	CN02-CC002	1	13	S002	CN02-CC003	1	13	CONTROLADOR				Semaforo	Nombre	Cnt (u)	Long. (m.)	S001	CN03-CNT001	1	14	INTERSECCION 03	
S002	CN03-CNT002	1	11	CAMARA				Semaforo	Nombre	Cnt (u)	Long. (m.)	S001	CN03-CC001	1	14							
S001	CN03-CC002	1	14	S002	CN03-CC003	1	11	S002	CN03-CC004	1	11	CONTROLADOR				Semaforo	Nombre	Cnt (u)	Long. (m.)	INTERSECCION 04		
S001	CN04-CNT001	1	15	S002	CN04-CNT002	1	18	CAMARA				Semaforo	Nombre	Cnt (u)	Long. (m.)	S001	CN04-CC001	1	15			
S002	CN04-CC002	1	18	S002	CN04-CC003	1	18	CONTROLADOR				Semaforo	Nombre	Cnt (u)	Long. (m.)	S001	CN05-CNT001	1	20	INTERSECCION 05		
S002	CN05-CNT002	1	16	CAMARA				Semaforo	Nombre	Cnt (u)	Long. (m.)	S001	CN05-CC001	1	20							
S001	CN05-CC002	1	20	S001	CN05-CC003	1	20	S002	CN05-CC004	1	16	S002	CN05-CC005	1	16							
SPLITTER 04	1	255	1700	CN05	CN05-OF001	1	2	CN05-ONU001	1	0,5	CN05-SW002	1	0,5									
CANTIDAD DE FIBRA OPTICA (m)																	3872,05					
CANTIDAD TOTAL DE COBRE (m.)																	413					

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3.2. Tendido de Fibra y Cobre

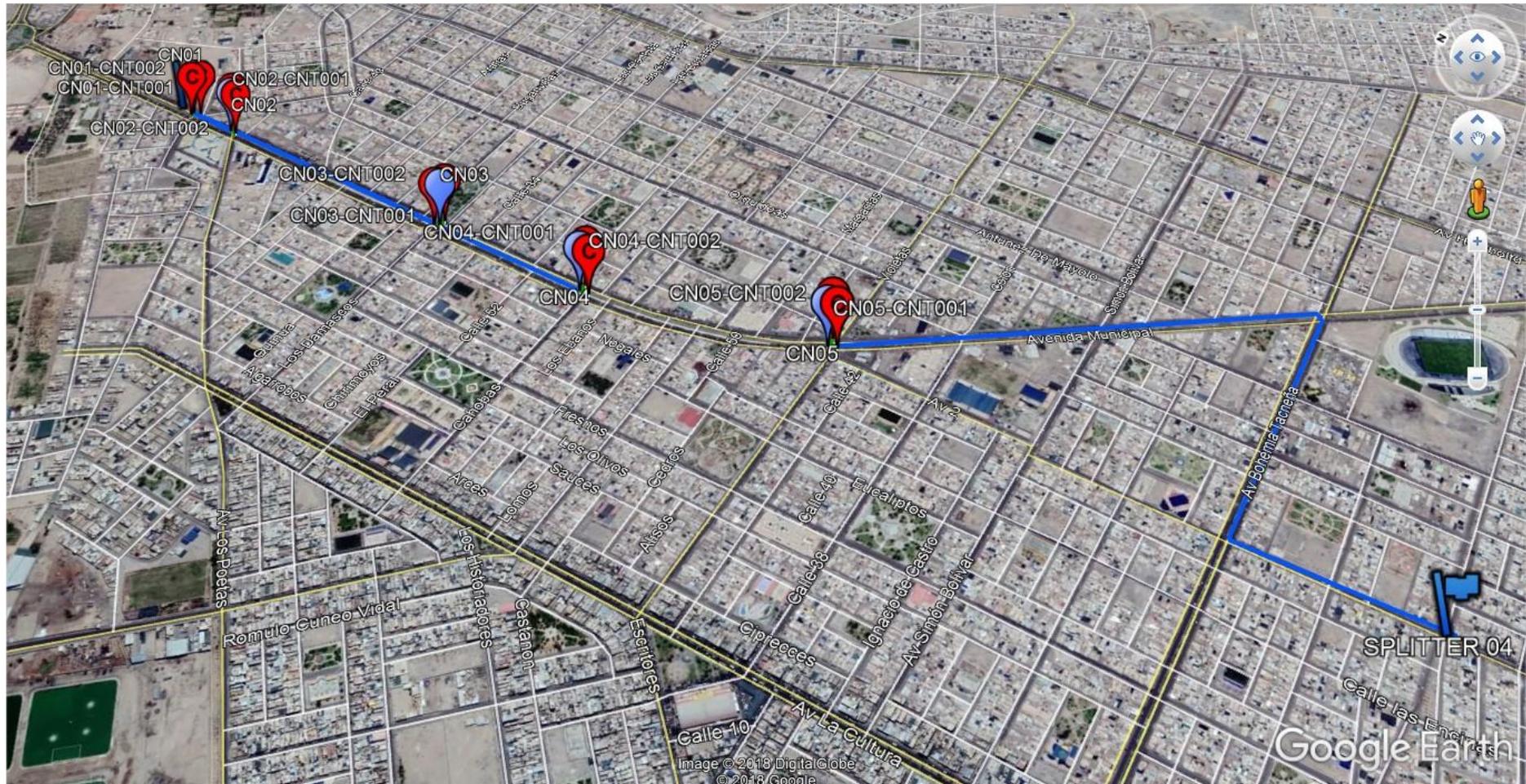


Figura 72: Conexión de Fibra y Cobre: Todas las Intersecciones
Fuente: Elaboración Propia

4.1.3.2.1. Intersección 01: Cl. La Agronómica / Cl. Andrés Bello



Figura 73: Conexión de Fibra y Cobre: INTERSECCIÓN 01
Fuente: Elaboración Propia

4.1.3.2.2. Intersección 02: Av. Los Poetas / Psj. s/n



Figura 74: Conexión de Fibra y Cobre: INTERSECCIÓN 02
Fuente: Elaboración Propia

4.1.3.2.3. Intersección 03: Cl. Los Damascos / Cl. Mariano Ignacio Prado



Figura 75: Conexión de Fibra y Cobre: INTERSECCIÓN 03
Fuente: Elaboración Propia

4.1.3.2.4. Intersección 04: Cl. Las Casuarinas / Cl. Angamos

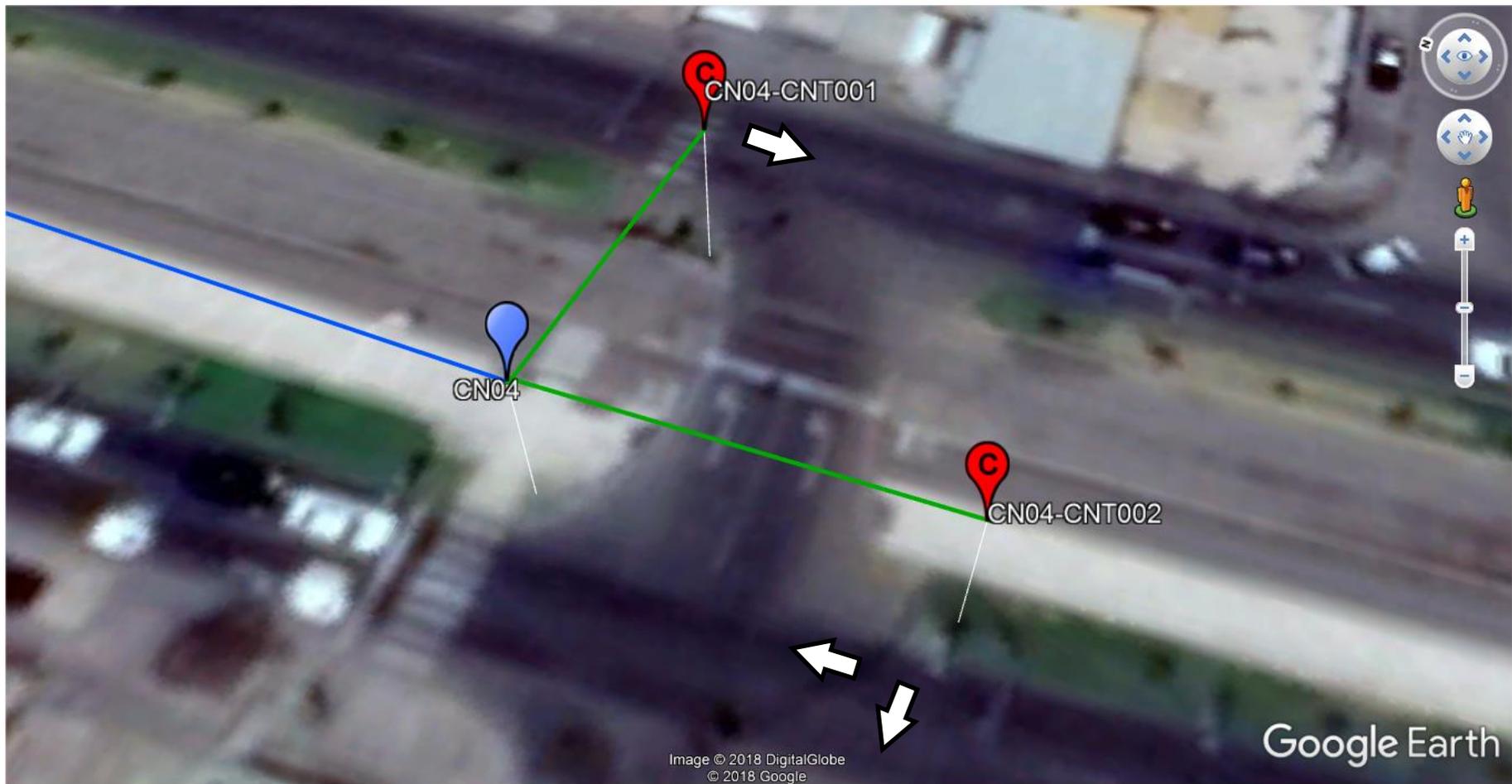


Figura 76: Conexión de Fibra y Cobre: INTERSECCIÓN 04
Fuente: Elaboración Propia

4.1.3.2.5. Intersección 05: Cl. Los Álamos / Cl. Las Violetas

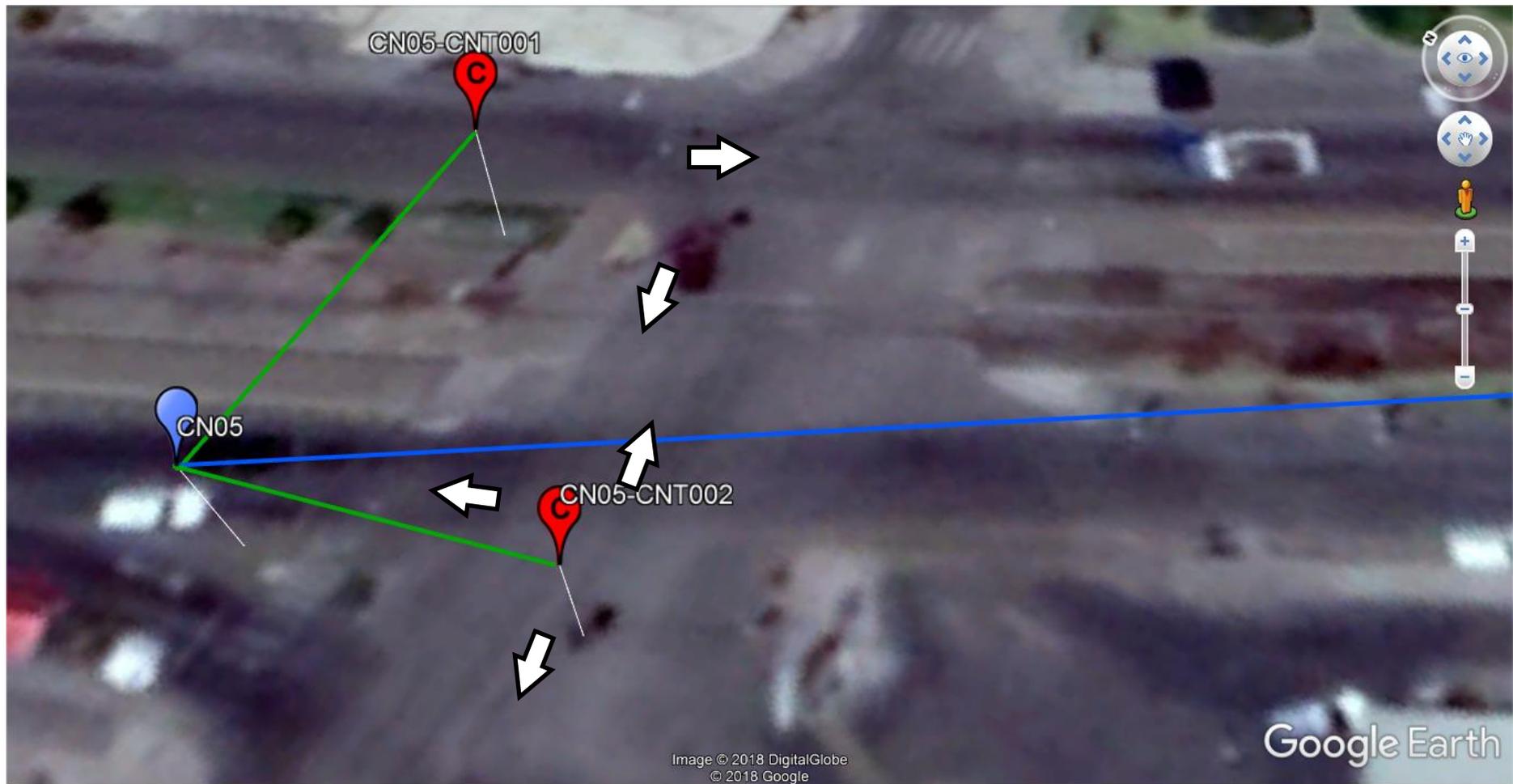


Figura 77: Conexión de Fibra y Cobre: INTERSECCIÓN 05
Fuente: Elaboración Propia

4.1.3.3. Equipamiento

4.1.3.3.1. Controlador de Tráfico - CD 300 Vanguard



Figura 78: Controlador de Tráfico - CD 300 Vanguard
Fuente: Solución para el Control del Tráfico Urbano (DIGICON, 2017)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tabla 36: Especificaciones Técnicas del Controlador de Tráfico CD300 Vanguard

Controladores Linha CD 300	
Unidad	Características
10	<ul style="list-style-type: none"> - Bornes de enganche rápido (sin tornillos) para los semáforos. - Disyuntor independiente para el enchufe. - Disyuntor DR (Diferencial Residual). - Cableado de potencia delantero y de fácil manejo. - Fuente de alimentación full range (80Vac a 240Vac) sin selector de voltaje. - Protección para Sobre Tensión (DPS) de 40KA. - Mantenimiento facilitado con la inserción y remoción de los módulos totalmente plug in. - Mecanismo para facilitar la remoción de los módulos (sistema de palanca). - Módulos de comunicación con RS485 y RS232, GSM/GPRS. - Rack de los módulos fácilmente removible. - Raíl estándar DIN 35 para instalación de otros equipos. - Accionamiento del peatón paralelo para cada fase. - Tarjeta de memoria removible (Flash Card) con los parámetros configurables. - Conexión con semáforo gradual y con temporizador. - Detector vehicular con 8 lazos expansible hasta 16 con conteo y clasificación. - Módulos de comunicación con RS485 y RS232, GSM/GPRS. - Monitor del accionamiento de todas las luces (verde, amarillo y rojo). - Módulos Potencia multifunción con posibilidad de salida AC, 12V o señal lógica transistorizada. - Monitor Independiente de Conflicto de verdes. - Programador (portátil o incorporado) con pantalla retroiluminada y teclado alfanumérico con funciones especiales. - Protocolo de comunicación con Sistema SCATS (Tiempo Real). - Sensor de corriente, posibilidad de identificación del consumo y número de lámparas quemadas en todas los colores (verde, amarillo y rojo). - Sincronismo de reloj por GPS (Global Positioning System) inalámbrico.

Fuente: <http://www.nexus.com.pe>

4.1.3.3.2. Traficam X-Stream

Traficam x-stream es una cámara integrada y detector que ofrece detección de presencia de vehículos y recolección de datos de tráfico. Ofrece detección y monitoreo de vehículos móviles y estacionarios en intersecciones señalizadas. A través de las salidas de detección o mediante el protocolo IP, la información de presencia del vehículo se transmite al controlador de tráfico de manera que la temporización de señal puede ajustarse dinámicamente.

Una interfaz web permite a los usuarios de Traficam x-stream administrar sus fuentes de video en línea. Se pueden presentar secuencias de vídeo en varios formatos de secuencias de vídeo sin necesidad de instalar ningún software local. Traficam x-stream admite dos flujos de vídeo, lo que le permite elegir entre una calidad de video baja o alta, dependiendo del ancho de banda disponible.



Figura 79: Cámara Traficam X-Stream
Fuente: <http://www.flir.es>

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tabla 37: Especificaciones Técnicas de la Cámara Traficam X-Stream

Traficam X-Stream		
Unidad	Características	
18	Visión general del sistema	Traficam x-stream
	Funciones de detección	Presencia de vehículos + datos
	N.º de zonas de detección	24 zonas de presencia 4 zonas de datos
	N.º salidas de detección	3 para las versiones ETH, directamente o por interfaz ETH opcional 16 para las versiones BPL, vía TI x-stream BPL
	CÁMARA	
	Resolución	640 x 480 píxeles (VGA)
	Frecuencia de producción de imágenes	25 FPS
	Tipos de lente Distancia focal	Gran angular de 2,1 mm desde 0 a 25 m
	Distancia de detección	ángulo estrecho de 6,0 mm desde 15 a 75 m
	Altura de montaje	3,5-12m
	Tipo CMOS	1/4" color
	Compresión	MJPEG, MPEG-4, H.264 (transmisión dual)
	Carcasa	
	Material	Aluminio
	Dimensiones	45 cm x 16 cm x 12 cm montada verticalmente y 41 cm x 18 cm x 12 cm montada horizontalmente
	Parasol	Opcional
	Alimentación, salidas, comunicación	
	Tensión de funcionamiento	12-32 V CA, 12-42 V CC
	Dirección IP	Sí
	Comunicación entre el PC y el sensor	Por interfaz o directamente (ETH)
	Interfaces	TI x-stream para sensores BPL, interfaz ETH opcional para sensores ETH
	Salidas (Pmax=300 m>, Imax=50 mA, Umax=48 V CC)	16 para BPL (PN 10-6085) 3 para ETH (PN 10-6075)
	PC Tool para configuración	Traficon Configuration Tool (TCT)
	Normativa medioambiental	
	EMC	Compatibilidad electromagnética 2004/108/EG
	FCC	FCC Part 15, Class A
	Rango de temperatura	De -34°C a +80°C
	Materiales	Impermeable (resistente a los rayos UV)
Grado de protección	Carcasa = IP68, conectores = IP67	

Fuente: <http://www.flir.es>

Características

- *Alimentación*, debe ser alimentada con 12-48V AC/DC.
- *Comunicación*, utiliza el protocolo de comunicación TCP/IP, por lo que se necesita de un cable Ethernet para conectar la cámara con cualquier dispositivo controlador.
- *Instalación*, la cámara posee un soporte de montaje que puede ser colocado en un poste en una posición superior o lateral a la vía, a una altura mínima de 6 metros.

- *Configuración*, utiliza el software “**Traficon Configuration Tool**”, para la calibración, establecimiento de las zonas de detección, modo de detección, determina la clasificación de vehículos según las medidas que el usuario desee, entre otros.
- *Manejo de datos*, la cámara utiliza el software “**Traficon Data Tool**”, que permite descargar el historial datos y la supervisión en tiempo real de la ocupación y velocidad promedio de cada zona de detección. Este programa es sencillo de utilizar ya que detecta automáticamente cualquier **TrafiCam** que se encuentre en la misma red. Una vez seleccionada la cámara deseada, el usuario puede escoger entre descarga o supervisión. Los archivos de descarga son generados en formato .csv y .xml que son almacenados directamente en la computadora y/o equipo servidor. El archivo de supervisión tiene formato .csv y se va actualizando automáticamente hasta que el usuario presione el botón “Detener”. El formato .csv permite representar datos en forma de tabla, de manera que las columnas se separan por comas o punto y coma y las filas por saltos de línea. Los archivos .csv pueden ser convertidos fácilmente en archivos .xls a través de MS Excel 2007 o versiones posteriores.
- *Memoria*, la cámara Collect-R x-stream posee una memoria circular que almacena hasta 12.000 líneas de información, que corresponde a dos (2) semanas de datos de tráfico, de dos zonas de detección con un intervalo de integración de 5 minutos de 5% - 5 Km/h en la detección de velocidad, $\pm 10\%$ en la clasificación de vehículos según su longitud, 5% en el conteo de vehículos y 10% en el cálculo de ocupación de cada zona según el intervalo de integración, todo esto sujeto a condiciones de instalación ideales. Estos porcentajes de desviación, representan un margen mínimo de error, por lo que los datos procedentes de la misma son precisos (PÉREZ, 2012).

4.1.3.3.3. FK-ONU-20L

La ONU (Optical Network Unit) es el equipamiento utilizado en redes FTTx, como terminal de acceso del usuario, responsable por la conversión de la señal óptica proveniente de la red PON (estándar IEEE 802.3ah) en señal eléctrica (estándar Ethernet 100BaseTX o 1000BaseT) y viceversa.

Opera en velocidad de banda nominal de 1Gbps simétrico (downstream y upstream), presentando una puerta Gigabit Ethernet y una Fast Ethernet metálicas RJ-45, y una puerta óptica PON SC-PC. Es gestionado remotamente por la OLT (Optical Line Terminal), localizada en el Central Office, veía web browser o CLI (interfaz de línea de comando) a través del protocolo Telnet.



Figura 80: ONU GEPON FURUKAWA

Fuente: ONU GEPON FURUKAWA FK-ONU-20L – Especificación Técnica del producto

El administrador de la red puede monitorizar, configurar y controlar la actividad de cada puerta. Además de eso, la ONU soporta la configuración de ancho de banda (downstream/upstream) independiente para cada puerta o enlace lógico (LLID) a través del software de gestión (FURUKAWA INDUSTRIAL S.A., 2017).

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tabla 38: Especificaciones Técnicas FK-ONU-20L

FK-ONU-20L	
Unidad	Características
	Alimentación 12Vdc (fuente 100~240Vac – 50/60Hz)
	Consumo de energía < 3,6 W
	Temperatura de Almacenamiento 0 a 50°C
	Temperatura de Operación 40 a 70°C
	Humedad relativa de operación 5 a 90% sin condensación
	EMI - La interferencia Electromagnetica VCCI clase B, ANATEL classe B
5	Numero de Puertos 1000BASE-T - Solamente modo Auto Negociación - Auto MDIX solamente para Auto Negociación - Control de Flujo solamente para Full Duplex 100BASE-TX: - Auto Negociación - Auto MDIX - Control de Flujo solamente para Full Duplex - Backpressure para Half Duplex
	PON Interfaz 1000BASE-PX-U (EPON) de acuerdo com IEEE802.3ah Conector SC-SPC (BiDi) Fibra 1.3µmSMF (SM9.5±1/125µm) - ITU-T G.652 Longitud de onda de transmisión 1310 nm Longitud de onda de recepción 1490 nm Potencia óptica de transmisión 0dBm ~ 4dBm Potencia óptica de recepción -26dBm ~ -3dBm

Fuente: <http://www.nexus.com.pe>

4.1.3.3.4. UPS 1.5 KVA SMX1500RM12U



La unidad Smart-UPS X de APC cuenta con reconocimiento automático de baterías externas, detecta la conexión de paquetes de baterías externas y ajusta de manera automática el tiempo de autonomía. Cuenta con capacidad de arranque en frío, dado que proporciona alimentación temporaria a través de la batería cuando se interrumpe el suministro de la red. Asimismo, tiene un medidor

de energía y proporciona información sobre kilovatios por hora de uso en un momento dado para los usuarios que cuidan la energía.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tabla 39: Especificaciones Técnicas de UPS SMX1500RMI2U

UPS 1.5 KVA SMX1500RMI2U			
Unidad	CARACTERÍSTICAS		
5	Salida	Capacidad de potencia de salida	1.2 KVatios / 1.5 kVA
		Máxima potencia configurable (vatios)	1.2 KVatios / 1.5 kVA
		Tensión de salida nominal	230V
		Distorsión de tensión de salida	Inferior al 5%
		Frecuencia de salida (sincronizada con la red)	50/60Hz +/- 3 Hz
		Topología	Tecnología line interactive
		Tipo de forma de onda	Onda senoidal
	Entrada	Conexiones de salida	(2) IEC Jumpers (Batería de reserva) (8) IEC 320 C13 (Batería de reserva)
		Entrada de voltaje	230V
		Frecuencia de entrada	50/60 Hz +/- 3 Hz (auto sensing)
		Tipo de enchufe	IEC-320 C14
		Longitud del cable	1.83metros
		Variación de tensión de entrada para operaciones principales	160-286V
		Variación de tensión de entrada adaptable para operaciones principales	151 - 302V
	Cantidad de cables de alimentación	1	
	Baterías y Autonomía	Tipo de batería:	Batería de plomo-ácido, hermética y sin mantenimiento con electrolito suspendido: estanca
		Tiempo de recarga típico	3hour(s)
		Vida útil esperada de las baterías (años)	. 3-5
		Cantidad de cartuchos de batería de recambio	1
	Comunicaciones y manejo	Interface Port(s)	SmartSlot , USB
		Panel de control	Consola de estado y control LCD multifunción
		Alarma audible	Alarma, si funciona con batería: alarma característica de batería baja: alarma de tono continuo de sobrecarga
	Ambiental	Temperatura de operación	0 - 45 °C
		Humedad relativa de operación	0 - 95 %
		Elevación de operación	0-3000metros
		Temperatura de almacenamiento	-15 - 45 °C
		Humedad relativa de almacenamiento	0 - 95 %
		Elevación de almacenamiento	0-15000metros
Ruido audible a 1 metro de la superficie de la unidad		40.0dBA	
Disipación térmica online		133.0BTU/h	

Fuente: <http://www.apc.com>

4.1.3.3.5. SWITCH INDUSTRIAL MOXA EDS-316

Los EDS-316 son conmutadores Ethernet de 16 puertos que proporcionan una solución económica para sus conexiones Ethernet industriales. La función de advertencia de relé incorporada alerta a los ingenieros de la red cuando ocurren fallas de energía o rupturas de puertos, y los interruptores están diseñados para entornos industriales severos, como en ubicaciones peligrosas. Los interruptores cumplen con las normas FCC, UL y CE, y vienen en dos tipos de modelos: modelos de rango de temperatura de funcionamiento estándar (0 a 60 ° C) y modelos de rango de temperatura de funcionamiento amplio (-40 a 75 ° C). Ambos modelos se someten a una prueba de quemado al 100% para garantizar que satisfagan las necesidades especiales de las aplicaciones de control de automatización industrial. Los interruptores EDS-316 se pueden instalar fácilmente en un carril DIN o en una caja de distribución.



Figura 81: SWITCH Industrial Moxa EDS-316
Fuente: <https://www.moxa.com>

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tabla 40: Especificaciones Técnicas de MOXA EDS-316

SWITCH MOXA EDS-316 Series		
Unidad	CARACTERÍSTICAS	
5	Tecnologia	
	Estándares	IEEE 802.3 for 10BaseT
		IEEE 802.3u for 100BaseT(X) and 100BaseFX
		IEEE 802.3x for Flow Control
	Interface	
	RJ45	10/100BaseT(X) auto negotiation speed, Full/Half duplex mode, and auto MDI/MDI-X connection
	Fibra	100BaseFX ports (SC/ST connector)
	Voltaje	
	Entrada	EDS-316: 12/24/48 VDC, redundant dual inputs
	Características Físicas	
	Proteccion	Metal
	Proteccion IP	IP30 protection
	Características Ambientales	
	Temperatura	-40 to 85°C (-40 to 185°F)
Ambiente	5 to 95% (non-condensing)	

Fuente: <https://www.moxa.com/>

4.1.3.3.6. CAJA NEMA

Tabla 41: Especificaciones Técnicas CAJA NEMA IP65 para dispositivos de red.

CAJA NEMA	
Unidad	Características
5	- Diseñada para proteger los equipos de red sensibles a entornos hostiles donde los equipos pueden estar expuestos al polvo o al agua
	- Estándar clasificado IP65
	- La puerta frontal tiene 130 grados de movimiento, balanceándose de izquierda a derecha
	- Panel de entrada de cable inferior sellado
	- Carga estática: 60 kg
	- Rieles de montaje en rack ajustables de 12"
	- Tira de junta de poliuretano a prueba de agua y polvo
	- Accesorios de montaje en pared incluidos
	- Diseño completamente soldado
	- Hecho de acero laminado en frío
- Acabado superficial: desengrasado, decapado, lavado fosfórico, limpieza y recubrimiento en polvo	

Fuente: <http://www.cablingdirect.com.au>



Figura 82: CAJA NEMA IP65 para dispositivos de red
Fuente: <http://www.cablingdirect.com.au>

4.1.3.3.7. KIT DE MONTAJE PARA POSTE



Figura 83: Kit de Montaje para Poste Pole Mounting Kit when B = 20.00
Fuente: <https://hoffman.nvent.com>

4.1.3.3.8. POSTES DE C.A.C. DE 15/400/245/435 - LONG-CARGA-DIAMETRO VERTICE MM-DIAMETRO DE BASE

La longitud total de los postes es de 15 metros de altura con una carga de trabajo de 400 KG, puesta a tierra de 1.5m

4.1.3.3.9. POSOS A TIERRA

Deberá de instalarse un sistema de puesta a tierra con tecnología de thorgel, favigel o cemento conductor de ser necesario, debe garantizar 8 ohmios.

Cada pozo a tierra, deberá contar con su elemento eléctrico (electrodo), cable de conexión, conector de seguridad, tapa de concreto de protección, señalización, entubado de metal, tratamiento químico, materia de relleno (tierra de cultivo, sal, carbón y/o algún otro que la contratista determine); todos ellos en perfecto estado de conservación y con las características técnicas reglamentadas en el CNE tomo V.

Las dimensiones mínimas de diseño son 0,60 mt de profundidad por 90 cm. de diámetro en excavación de pozo, dependiendo del diseño y el tratamiento practicado.

El valor total de medición en cada sede será = ó < 8 Ohms de resistencia.

Los tableros del sistema a tierra, serán únicamente de material metálico, galvanizado y con las medidas de seguridad, distribución de borneras, señalización, leyenda y memoria descriptiva para uso del personal técnico de la institución.

Los cables de conexión a tierra, serán de material cúprico, acerados si fuese el caso, entubados, y protegidos herméticamente; ubicados en zonas adecuadas; siempre considerando la seguridad de todos los miembros que laboran en la institución.

4.1.3.4. Evaluación Económica

Costos de los equipos propuestos (Hardware y Recursos Humanos).

Tabla 42: Costos de los equipos propuestos (Hardware y Recursos Humanos)

ITEM	MODELO	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CAMARA	TRAFICAM X-STREAM	UNIDAD	18	S/. 850,00	S/. 15.300,00
CONTROLADOR	CONTROLADOR DE TRÁFICO VANGUARD - CD 300	UNIDAD	10	S/. 32.000,00	S/. 320.000,00
CONECTOR FO	JACK SC-APC FIBRA	UNIDAD	10	S/. 18,00	S/. 180,00
PATCH CORD FO	PATCH CORD SC-APC (1m.) (Jumper)	UNIDAD	10	S/. 30,00	S/. 300,00
PATCH CORD ETH	PATCH CORD CAT 6 (1m.)	UNIDAD	56	S/. 25,00	S/. 1.400,00
CONECTOR ETH	JACK RJ 45 CAT 6	UNIDAD	56	S/. 10,00	S/. 560,00
CAJA TERMICA	CAJA TERMICA	UNIDAD	5	S/. 2.300,00	S/. 11.500,00
PATCH PANEL	PATCH PANEL UTP	UNIDAD	5	S/. 60,00	S/. 300,00
ORDENADOR HORIZONTAL	ORDENADOR HORIZONTAL	UNIDAD	5	S/. 40,00	S/. 200,00
SWITCH	SWITCH INDUSTRIAL EDS-316 16 PORT	UNIDAD	5	S/. 2.500,00	S/. 12.500,00
ONU	FK-ONU-20L	UNIDAD	5	S/. 1.700,00	S/. 8.500,00
BANDEJA PARA ONU	BANDEJA PARA ONU	UNIDAD	5	S/. 30,00	S/. 150,00
PATCH PANEL FO	PATCH PANEL FO	UNIDAD	5	S/. 260,00	S/. 1.300,00
PDU	PDU TRIPP LITE X8	UNIDAD	5	S/. 30,00	S/. 150,00
UPS	SMX1500RM2U	UNIDAD	5	S/. 4.000,00	S/. 20.000,00
INTERRUPTOR	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO AUTOMÁTICO (220VAC / 30A)	UNIDAD	5	S/. 80,00	S/. 400,00
RIEL DE MONTAJE HORIZONTAL	DIN RAIL KIT, (3) DIN3-T35X7.5	UNIDAD	5	S/. 90,00	S/. 450,00
ORDENADOR	HP CORE I7, EMPRESARIAL, 8gb	UNIDAD	1	S/. 1.500,00	S/. 1.500,00
LICENCIA SCATS	LICENCIA CORE SCATS, INCLUYE CAPACITACION Y SOPORTE DE POR VIDA	UNIDAD	1	S/. 1.200.000,00	S/. 1.200.000,00
POSTE	POSTES DE C.A.C. DE 15/400/245/435 - LONG-CARGA-DIAMETRO VERTICE MM-DIAMETRO DE BASE	UNIDAD	5	S/. 3.400,00	S/. 17.000,00
CABLE FO	CABLE DROP FIG 8 FTTH BLI 02F G657 A1 COG PR FURUKAWA	METRO	4000	S/. 3,50	S/. 14.000,00
CABLE ETH	CABLE ETH FURUKAWA	ROLLO (300m)	2	S/. 300,00	S/. 600,00
CAJA NEMA IP 67	12RU 600MM DEEP OUTDOOR DUST PROOF WALL MOUNT SERVER RACK CABINET NON-VENTED	UNIDAD	5	S/. 1.600,00	S/. 8.000,00
POZO A TIERRA	POZO A TIERRA	UNIDAD	5	S/. 2.500,00	S/. 12.500,00

CAJA TERMICA	CAJA TERMICA	UNIDAD	5	S/. 340,00	S/. 1.700,00
KIT DE MONTAJE PARA POSTE	POLE MOUNTING KIT WHEN B=20.00	UNIDAD	5	S/. 400,00	S/. 2.000,00
OBRAS DE INGENIERIA		GLOBAL	1	S/. 19.000,00	S/. 19.000,00
MANO DE OBRA		GLOBAL	1	S/. 18.000,00	S/. 18.000,00
ACCESORIOS DE FIBRA OPTICA Y ETHERNET (Ferreteria)		GLOBAL	1	S/. 6.000,00	S/. 6.000,00
				TOTAL	S/. 1.693.490,00

Fuente: Elaboración Propia

4.1.4. Fase IV: Estimación de Ancho de banda

Finalmente, luego de haber diseñado de la integración de SCATS a la red actual, se estimó el consumo de ancho de banda del sistema de videovigilancia y la solución planteada, comparándolos con la capacidad que podría soportar la red de videovigilancia de Gregorio Albarracín Lanchipa.

Para el cálculo de ancho de banda del se utilizó el simulador de AXIS, la cual se puede acceder en http://www.axis.com/es/products/video/design_tool/v2/, esta herramienta sirve para estimar la velocidad de bits requerida mediante una cámara de video, ingresando especificaciones como fotogramas por segundo, resolución, codificación de video, y compresión de datos.

Al utilizarlo para las cámaras de videovigilancia ya instaladas, se configuró de acuerdo a las especificaciones de la licitación. En la siguiente figura se muestra los detalles.

Figura 84: Configuración del simulador de AXIS

Fuente: <http://www.axis.com>

La simulación respeta el modelo de las cámaras actuales (AXIS Q6045-E), la cantidad de las cámaras instaladas (36), simuladas en un cruce de vehículos.

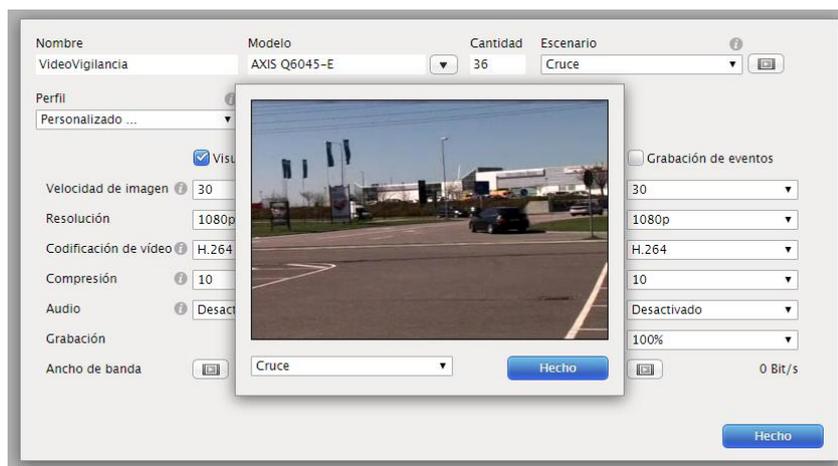


Figura 85: Vista previa del escenario del simulador de AXIS
Fuente: <http://www.axis.com>

Como se desea almacenar las 24 horas la grabación de todas las cámaras y adicional a ello, se pretende ver en tiempo real lo que sucede, se optó por la siguiente configuración.



Figura 86: Resultados específicos del simulador de AXIS ingresando las especificaciones de las cámaras de videovigilancia de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.
Fuente: <http://www.axis.com>

Con una velocidad de imagen de 30fps, una resolución de 1080p, codificación de video H.264, comprimiendo lo mínimo la imagen, visualizándolo en tiempo real, se necesita un aproximado de 5.72 Mbit/s por cámara. De la misma manera para la grabación continua.

En total por las 36 cámaras de seguridad se necesitarían 412 Mbit/s de ancho de banda.

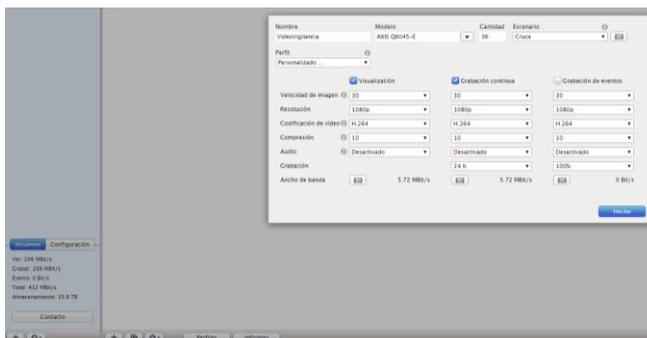


Figura 87: Resultado total del simulador de AXIS ingresando las especificaciones de las cámaras de videovigilancia de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.
Fuente: <http://www.axis.com>

Por otro lado, el cálculo de ancho de banda de las cámaras que cuentan vehículos se utilizó la siguiente configuración que se refleja en las especificaciones técnicas máximas de las cámaras TrafiCam X-Stream. En la siguiente figura se puede ver la configuración del simulador.

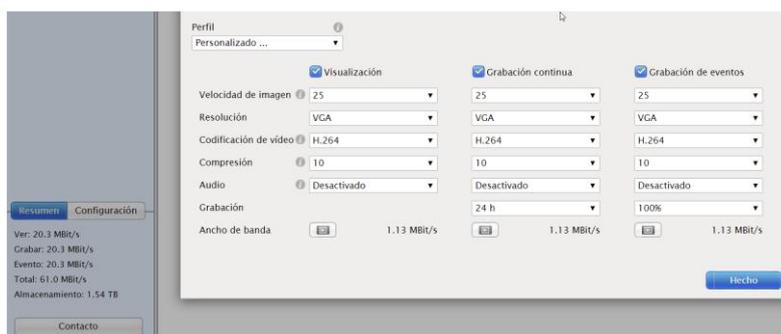


Figura 88: Cálculo de ancho de banda de las cámaras TrafiCam X-Stream con el simulador de AXIS.
Fuente: <http://www.axis.com>

Con una velocidad de imagen de 25fps, una resolución VGA, codificación de video H.264, comprimiendo lo mínimo posible, visualizándolo en tiempo real, se necesita un aproximado de 665 Kbit/s. De la misma manera para la grabación continua.

En total para las 18 cámaras que contarán vehículos 61.0 Mbit/s de ancho de banda para un ideal funcionamiento del servicio.

CAPITULO V RESULTADOS

5.1. RESULTADOS DEL TRABAJO DE ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

5.1.1. VARIABLE DEPENDIENTE: Sistema Inteligente de Control de Tráfico

Como se explicó en el capítulo III, para la variable dependiente, se tomó una muestra intencional de 50 personas para la aplicación del instrumento, el cual constó de 10 preguntas que se detallarán a continuación.

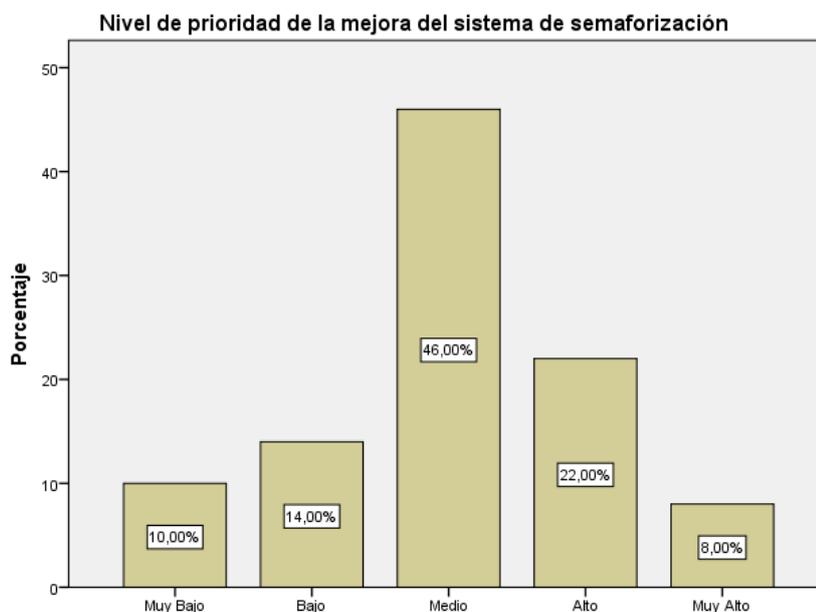
5.1.1.1. Indicador: Nivel de necesidad de actualizar el sistema semafórico [Pregunta N.º 3, 6 y 7]

Pregunta N.º 03: ¿Qué tan importante cree usted que signifique priorizar el mejoramiento del tráfico vehicular mediante la corrección del actual sistema de semaforización?, la especificación de los resultados se contrasta en la siguiente tabla.

Tabla 43: Tabla de frecuencia del nivel de prioridad para la modificación y o mejora del actual sistema de semaforización

Nivel de prioridad de la mejora del sistema de semaforización					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy Bajo	5	10,0	10,0	10,0
	Bajo	7	14,0	14,0	24,0
	Medio	23	46,0	46,0	70,0
	Alto	11	22,0	22,0	92,0
	Muy Alto	4	8,0	8,0	100
	Total	50	100	100	

Fuente: Elaboración Propia



*Figura 89: Gráfico Estadístico del nivel de prioridad para la modificación y o mejora del actual sistema de semaforización
Fuente: Elaboración Propia*

Interpretación: Según los encuestados, un 10 % clasifica como una prioridad **MUY BAJA** a la modificación del actual sistema de semaforización de la zona en estudio, muy distinto al 14%, que lo señala como prioridad **BAJA**, por otro lado, el mayor porcentaje de encuestados (46%) lo catalogan como una prioridad **MEDIA**, seguidamente, 22% le asignan una prioridad **ALTA**, y finalmente un 8% categorizan como prioridad **MUY ALTA**, a la modificación del actual sistema de semaforización para la zona en estudio.

Pregunta N.º 06: ¿Cuál es el nivel de importancia que le daría usted a lo siguiente? Desearía que los semáforos detecten la cantidad de vehículos y de acuerdo a ello aumente el cronometro de las fases (VERDE, ÁMBAR, ROJO), seguidamente, mediante una figura, se detallará los resultados conseguidos.

Tabla 44: Tabla de Frecuencia de la importancia de aplicar un sistema de semaforización inteligente en la zona de estudio

Nivel de importancia a la aplicación de un sistema inteligente de semaforización					
Válido		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
				válido	acumulado
	Muy Bajo	2	4,0	4,0	4,0
	Bajo	6	12,0	12,0	16,0
	Medio	9	18,0	18,0	34,0
	Alto	18	36,0	36,0	70,0
	Muy Alto	15	30,0	30,0	100
	Total	50	100	100	

Fuente: Elaboración Propia

Nivel de importancia a la aplicación de un sistema inteligente de semaforización

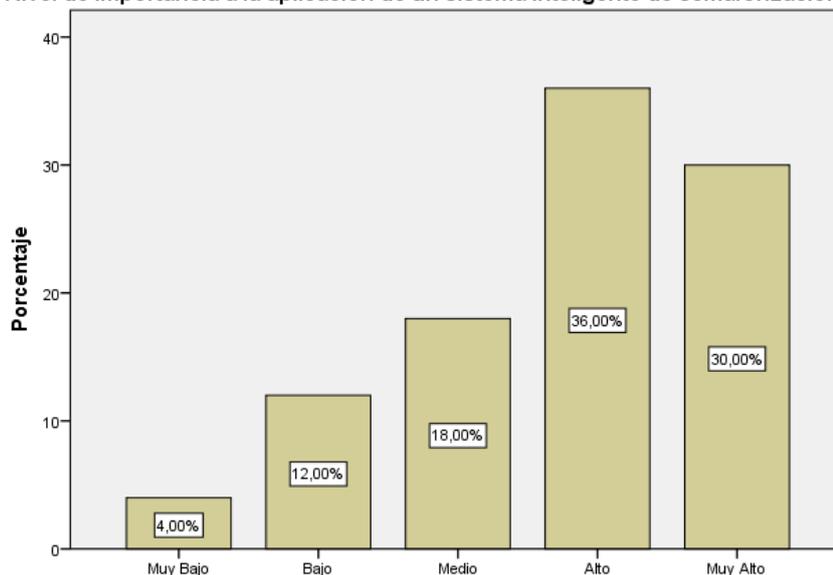


Figura 90: Gráfico Estadístico de la importancia de aplicar un sistema de semaforización inteligente en la zona de estudio

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Para el nivel de importancia a la aplicación de un sistema inteligente de semáforos, un 4% lo clasifica como prioridad **MUY BAJA**, distinto del 12%, que lo señala como prioridad **BAJA**, por otro lado, un 18% lo cataloga como una prioridad **MEDIA**, sin embargo, el mayor porcentaje radica en un 36% que le asigna una prioridad **ALTA**, y finalmente el 30% de la muestra categoriza como prioridad **MUY ALTA**, a la aplicación de sistema inteligente de semaforización para la zona en estudio.

Pregunta N.º 07: En comparación con otras ciudades del Perú, ¿Cuál cree usted que es el nivel de actualización del sistema semafórico de TACNA?

La siguiente tabla detallará los resultados adquiridos.

Tabla 45: Tabla de Frecuencia de la percepción de la población respecto a la actualización del sistema de semaforización en la zona de estudio comparándola con otras ciudades del Perú

Nivel de actualización del sistema de semaforización dentro del Perú					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy Bajo	11	22,0	22,0	22,0
	Bajo	18	36,0	36,0	58,0
	Medio	12	24,0	24,0	82,0
	Alto	7	14,0	14,0	96,0
	Muy Alto	2	4,0	4,0	100
	Total	50	100	100	

Fuente: Elaboración Propia

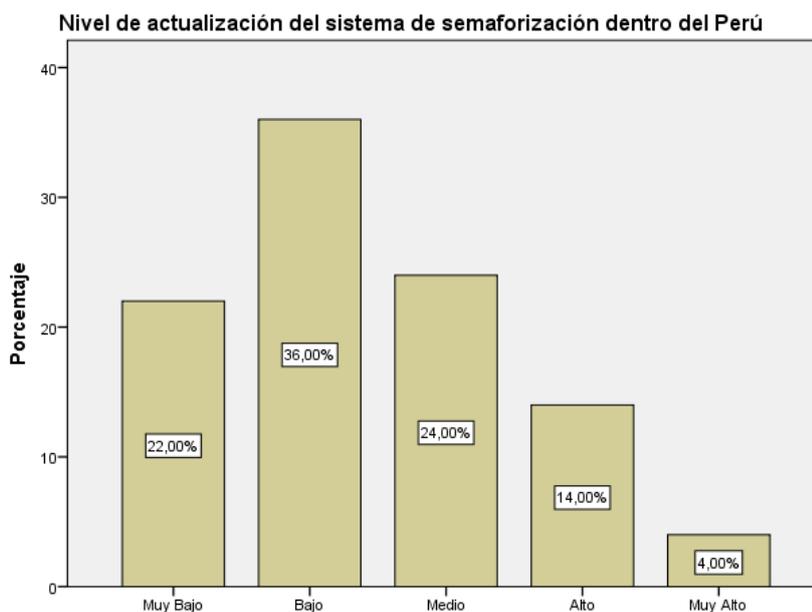


Figura 91: Gráfico Estadístico de la percepción de la población respecto a la actualización del sistema de semaforización en la zona de estudio comparándola con otras ciudades del Perú
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Del total de la muestra, se puede identificar a un 22 % de encuestados que consideran que la actualización del sistema semafórico en la zona de estudio tiene un nivel **MUY BAJO**, sin embargo el mayor porcentaje radica en el 36% que

cataloga la actualización del sistema con un nivel **BAJO**, de otro modo, lo considera un 24%, que lo describe como un nivel **MEDIO**, al mismo tiempo el 14% de colaboradores lo señalan como un nivel **ALTO** y finalmente una mínima cantidad (4%), lo señala como **MUY ALTO**.

5.1.1.2. Indicador: Nivel de satisfacción con el actual programa de tráfico vehicular [Pregunta N.º 2, 5 y 10]

Pregunta N.º 02: ¿Cuál es el nivel de satisfacción que tiene Ud. con el sistema de semaforización de la zona? (ubicación, cantidad, tiempo del cronometro, etc.), la tabla siguiente especifica los resultados que se obtuvieron.

Tabla 46: Tabla de Frecuencia de la percepción de la población con el actual sistema de semaforización en la zona de estudio.

Nivel de satisfacción con el actual sistema de semaforización					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy Bajo	20	40,0	40,0	40,0
	Bajo	15	30,0	30,0	70,0
	Medio	8	16,0	16,0	86,0
	Alto	7	14,0	14,0	100
	Total	50	100	100	

Fuente: Elaboración Propia

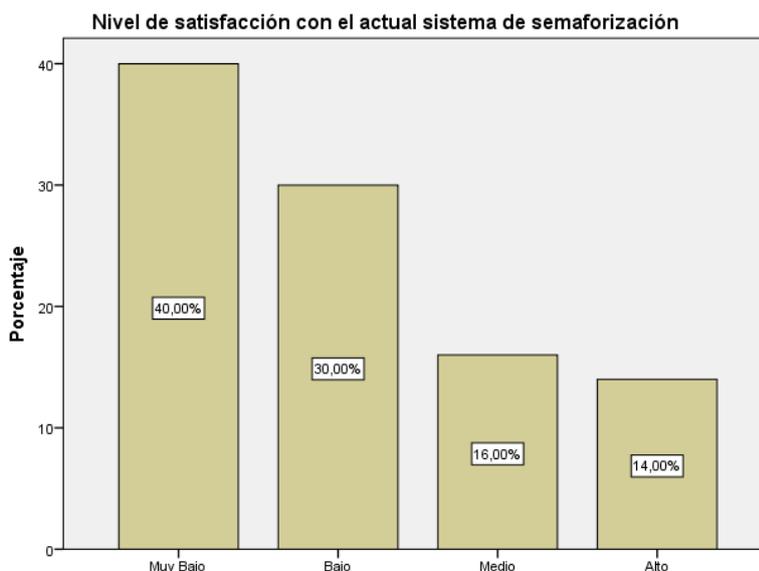


Figura 92: Gráfico Estadístico de la percepción de la población con el actual sistema de semaforización en la zona de estudio.

Fuente: Elaboración Propia

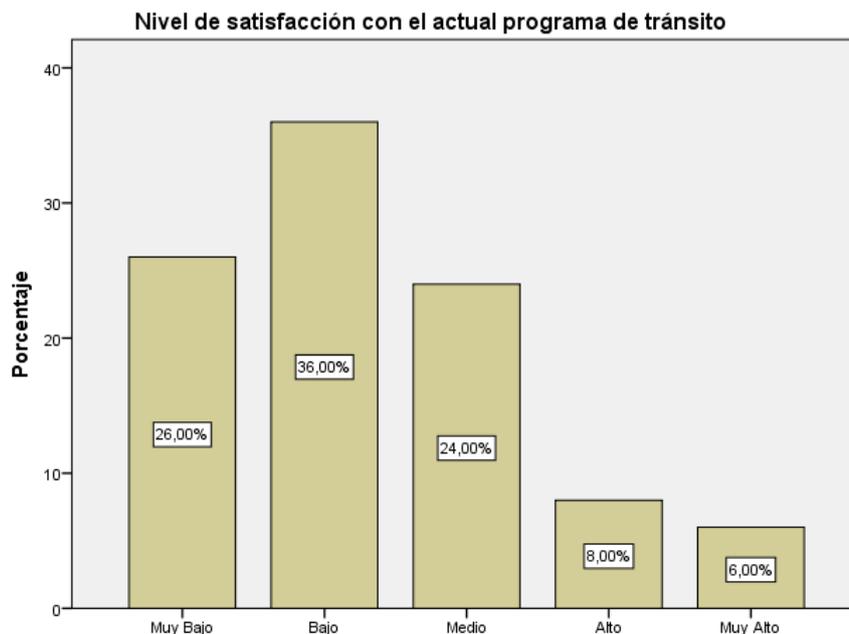
Interpretación: Para el caso de la percepción del sistema de semaforización, la mayoría de personas encuestadas (40%) lo clasifican como **MUY BAJO**, al mismo tiempo, el 30% de la muestra lo cataloga con un nivel **BAJO**, por otro lado, un 18% asegura que el sistema de semaforización de la zona en estudio tiene un nivel **MEDIO**, y finalmente solo 14% lo afirma como nivel **ALTO**

Pregunta N.º 05: ¿Cuál es el nivel de satisfacción que tiene con el actual programa de tránsito vehicular de la zona (señalización, peatones, vehículos, calles, etc.) ?, la tabla siguiente especifica los resultados que se obtuvieron.

Tabla 47: Tabla de Frecuencia de la percepción de la población con el programa de tránsito vehicular en la zona de estudio

Nivel de satisfacción con el actual programa de tránsito					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy Bajo	13	26,0	26,0	26,0
	Bajo	18	36,0	36,0	62,0
	Medio	12	24,0	24,0	86,0
	Alto	4	8,0	8,0	94,0
	Muy Alto	3	6,0	6,0	100
	Total	50	100	100	

Fuente: Elaboración Propia



*Figura 93: Gráfico Estadístico de la percepción de la población con el programa de tránsito vehicular en la zona de estudio.
Fuente: Elaboración Propia*

Interpretación: Según los resultados del instrumento, un 26% de la muestra indica que la pérdida de tiempo estancado en el tráfico vehicular, dentro de la zona de estudio es **MUY BAJO**, también se puede notar que el mayor porcentaje (36%) lo califica como **BAJO**, distinto del 24%, que lo clasifica como nivel **MEDIO**, por su parte, un 8% afirma que su pérdida de tiempo estancado en el tráfico vehicular dentro de la zona de estudio es **ALTO**, y finalmente el 6% lo toma como un nivel **MUY ALTO**.

Pregunta N.º 10: ¿Qué nivel de responsabilidad cree usted que tiene el sistema de semaforización con respecto a los accidentes de tránsito?

La siguiente tabla detallará los resultados adquiridos.

Tabla 48: Tabla de Frecuencia de la percepción de la población respecto al nivel de responsabilidad que tiene el sistema de semaforización con los accidentes de tránsito

Nivel de responsabilidad del sistema de semaforización con respecto a los accidentes de tránsito					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy Bajo	3	6,0	6,0	6,0
	Bajo	9	18,0	18,0	24,0
	Medio	9	18,0	18,0	42,0
	Alto	16	32,0	32,0	74,0
	Muy Alto	13	26,0	26,0	100
Total		50	100	100	

Fuente: Elaboración Propia

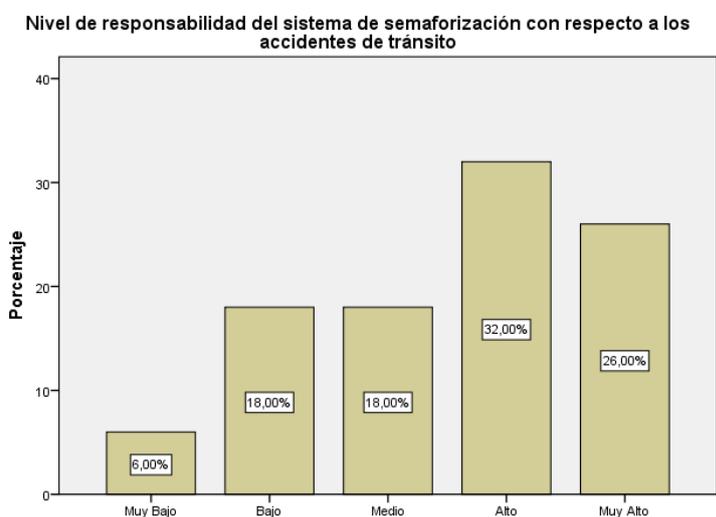


Figura 94: Gráfico Estadístico de la percepción de la población respecto al nivel de responsabilidad que tiene el sistema de semaforización con los accidentes de tránsito.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados calculados por el cuestionario, solo un 6% indica que la responsabilidad del sistema de semáforos con los accidentes de tránsito es de nivel **MUY BAJO**, muy distinto al 18% de la muestra, que le otorga un nivel **BAJO**, exactamente el mismo porcentaje se toma como nivel **MEDIO**.

Por otro lado, la mayor cantidad de encuestados afirma que la responsabilidad del sistema de semáforos con los accidentes de tránsito es **ALTOS**, muy cercano al 26% que lo señala como nivel **MUY ALTO**

5.1.1.3. Indicador: Nivel de caos vehicular [Pregunta N.º 1, 4, 8 y 9]

Pregunta N.º 01: ¿Cuál es el nivel de caos vehicular que considera Ud., tiene la Av. Municipal desde el Ovalo Cusco hasta el Servicentro la Esperanza?

La siguiente tabla detallará los resultados adquiridos.

Tabla 49: Tabla de Frecuencia del nivel de Caos Vehicular en la Av. Municipal entre el Ovalo Cusco y el Grifo: Servicentro la Esperanza

		Nivel de caos vehicular			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy Bajo	5	10,0	10,0	10,0
	Bajo	5	10,0	10,0	20,0
	Medio	11	22,0	22,0	42,0
	Alto	17	34,0	34,0	76,0
	Muy Alto	12	24,0	24,0	100
Total		50	100	100	

Fuente: Elaboración Propia

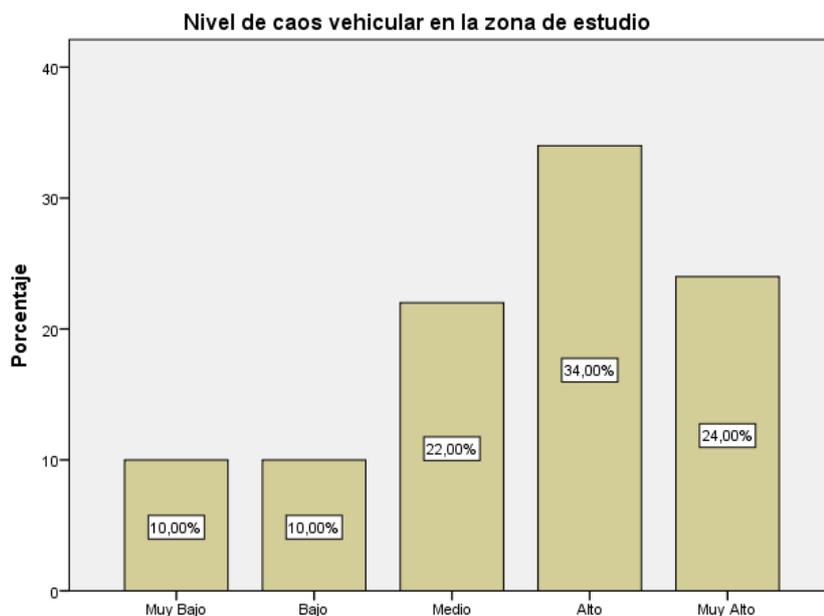


Figura 95: Gráfico estadístico del nivel de Caos Vehicular en la Av. Municipal entre el Ovalo Cusco y el Grifo: Servicentro la Esperanza.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados del instrumento aplicado, un 10% afirma que existe un caos vehicular a una escala **MUY BAJA**, de igual manera con el nivel **BAJO** (10%), por su parte un

22% lo califica con un nivel **MEDIO**, sin embargo, el mayor porcentaje (34%) lo clasifica como **ALTO**, y finalmente un gran 24% afirma que el caos vehicular en la zona de estudio es **MUY ALTO**

Pregunta N.º 04: ¿Diariamente cuál es el nivel de pérdida de tiempo que sufre usted estancado en el tráfico vehicular?

La siguiente tabla detallará los resultados adquiridos.

Tabla 50: Tabla de Frecuencia del tiempo que pierden los ciudadanos estancados en el tráfico en la zona de estudio

Nivel de pérdida de tiempo estancado en el tráfico vehicular					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy Bajo	3	6,0	6,0	6,0
	Bajo	16	32,0	32,0	38,0
	Medio	15	30,0	30,0	68,0
	Alto	8	16,0	16,0	84,0
	Muy Alto	8	16,0	16,0	100
	Total	50	100	100	

Fuente: Elaboración Propia

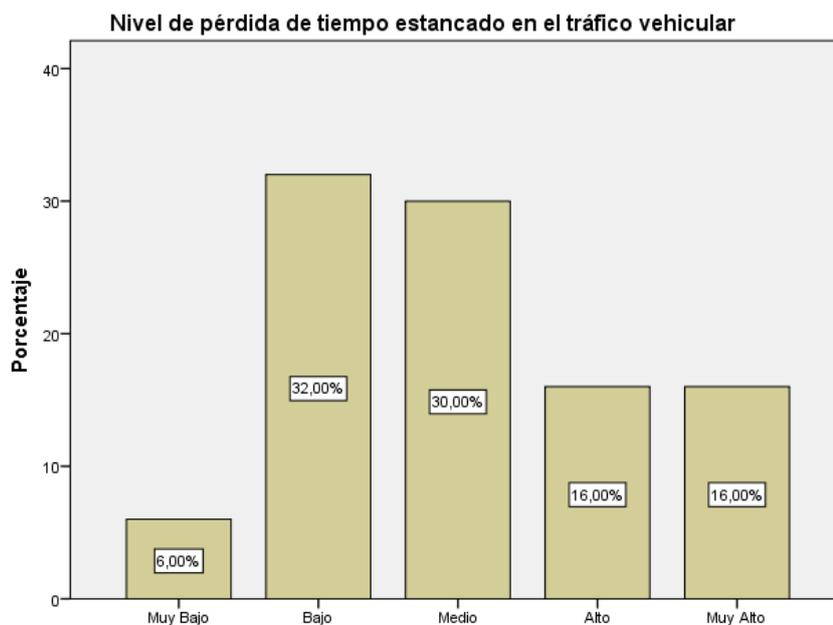


Figura 96: Gráfico Estadístico del tiempo que pierden los ciudadanos estancados en el tráfico en la zona de estudio.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Para el nivel de tiempo que pierden los ciudadanos estancados en el tráfico dentro de la zona de estudio, solo un 6% indica que es **MUY BAJO**, distinto a la mayoría de encuestados (32%), que lo califican como nivel **BAJO**, muy cerca de esa magnitud, esta el 30% que afirma la pérdida de tiempo estancado como nivel **MEDIO**, por su parte un 16% del total de la muestra cataloga como **ALTO** el nivel de pérdida, de igual forma al nivel **MUY ALTO**, que otro 16% lo señala.

Pregunta N.º 08: ¿Cuál cree usted que es el nivel de contaminación ambiental producido por el tráfico vehicular?, la tabla siguiente especifica los resultados que se obtuvieron.

Tabla 51: Tabla de Frecuencia de la percepción de la población respecto al nivel de contaminación ambiental en la zona de estudio, producido por el tráfico vehicular

Nivel de contaminación ambiental producido por el tráfico vehicular					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy Bajo	2	4,0	4,0	4,0
	Bajo	8	16,0	16,0	20,0
	Medio	8	16,0	16,0	36,0
	Alto	19	38,0	38,0	74,0
	Muy Alto	13	26,0	26,0	100
	Total	50	100	100	

Fuente: Elaboración Propia

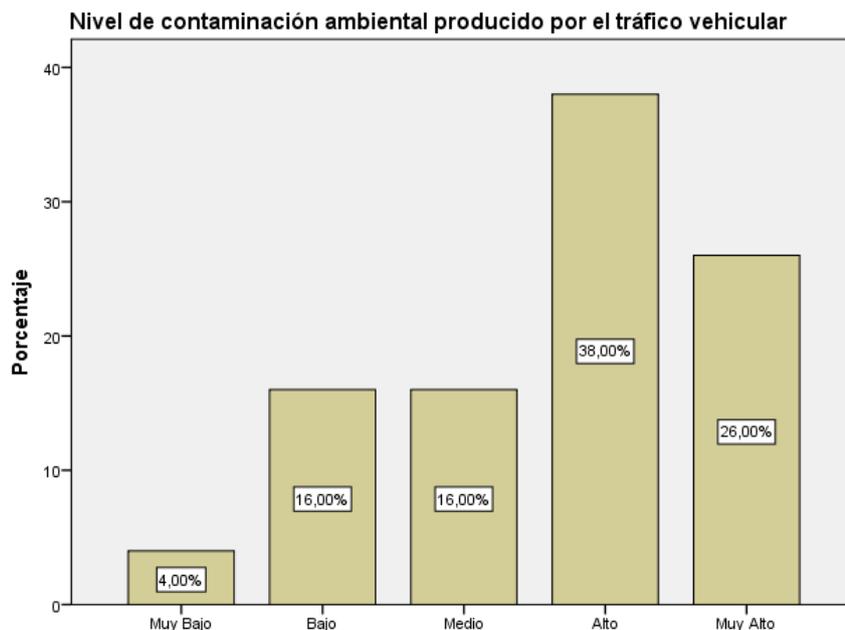


Figura 97: Gráfico Estadístico de la percepción de la población respecto al nivel de contaminación ambiental en la zona de estudio, producido por el tráfico vehicular.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Para el caso de la contaminación ambiental producida por el tráfico vehicular, solo un 4% lo cataloga como **MUY BAJO**, lejano a ello está el 16% de la muestra que lo califica como nivel **BAJO**, al igual que otro 16% lo señala como nivel **MEDIO**.

Por otro lado, está un gran 38%, que afirma que la contaminación ambiental producida por el tráfico vehicular está a un nivel **ALTO**, muy cercano a ello, está el 26% del total de la muestra que indica como **MUY ALTO** el nivel de contaminación por el tráfico en la zona de estudio.

Pregunta N.º 09: ¿Cuál cree usted que es el nivel de pérdida de combustible al estar estancado en el tráfico?, la especificación de los resultados se contrasta en la siguiente tabla.

Tabla 52: Tabla de Frecuencia de la percepción de la población respecto a la pérdida de combustible, estancado en el tráfico, dentro de la zona de estudio.

Nivel de pérdida de combustible ocasionado por el tráfico vehicular					
Válido		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
				válido	acumulado
	Muy Bajo	3	6,0	6,0	6,0
	Bajo	10	20,0	20,0	26,0
	Medio	18	36,0	36,0	62,0
	Alto	15	30,0	30,0	92,0
	Muy Alto	4	8,0	8,0	100
	Total	50	100	100	

Fuente: Elaboración Propia

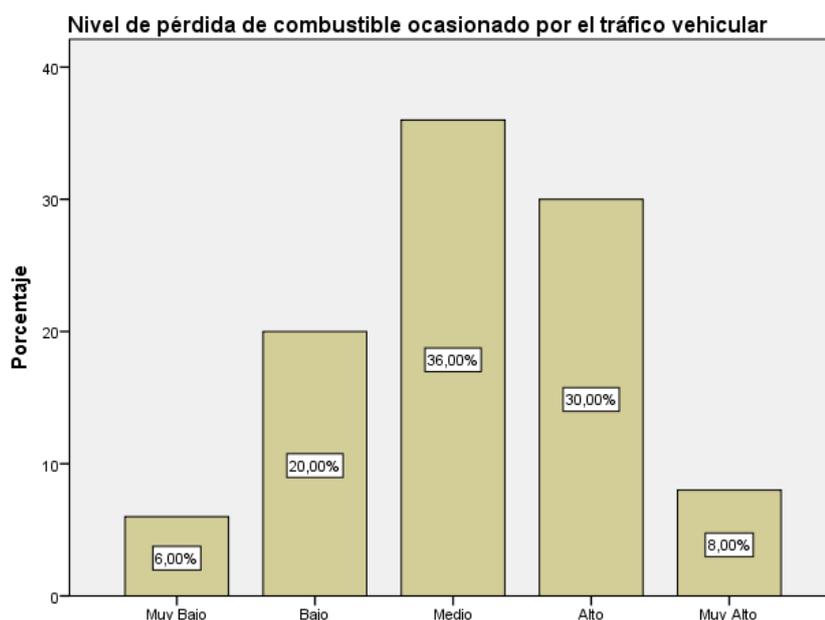


Figura 98: Gráfico Estadístico de la percepción de la población respecto a la pérdida de combustible, estancado en el tráfico, dentro de la zona de estudio.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según el instrumento aplicado, el 6% de la población afirma que la pérdida de combustible que se sufre, estancado en el tráfico dentro de la zona de estudio, tiene un nivel **MUY BAJO**, una gran diferencia se aprecia para los encuestados que señalan que el nivel es **BAJO** (20%), por su parte, la mayoría de colaboradores (36%) lo catalogan como nivel **MEDIO**, no muy lejos de esa cantidad, está el 30% que clasifican como **ALTO** el nivel de pérdida de combustible, estancado en el tráfico dentro de la zona de estudio, y finalmente un 8% lo clasifica como **MUY ALTO**.

5.1.2. VARIABLE INDEPENDIENTE: Red de Videovigilancia de la Municipalidad Gregorio Albarracín Lanchipa

Para el caso de la variable independiente, se tomó una muestra de 07 personas para la aplicación de dos instrumentos (cuestionario), uno para la percepción de la red actual y otro para la expectativa red propuesta, los dos cuestionarios constaron de 11 preguntas c/u, las cuales se detallarán a continuación.

5.1.2.1. Indicador: Nivel de aprovechamiento de los beneficios que puede brindar la red [Pregunta N.º 1, 3, 5, 6, 7 y 9]

Pregunta N.º 01: Nivel de aprovechamiento de ancho de banda.

Para este trabajo de investigación se define como la cantidad de ancho de banda suficiente para mantener operativo el actual sistema de videovigilancia contrastado con la capacidad máxima de la red.

Tabla 53: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al Nivel de aprovechamiento de ancho de banda

	NADA ACEPTABLE		MEDIANAMENTE ACEPTABLE		ACEPTABLE		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
CONDICION DE LA RED ACTUAL	6	86%	1	14%	0	0%	7	100%
EXPECTATIVA DE LA RED	0	0%	3	43%	4	57%	7	100%

Fuente: Elaboración Propia

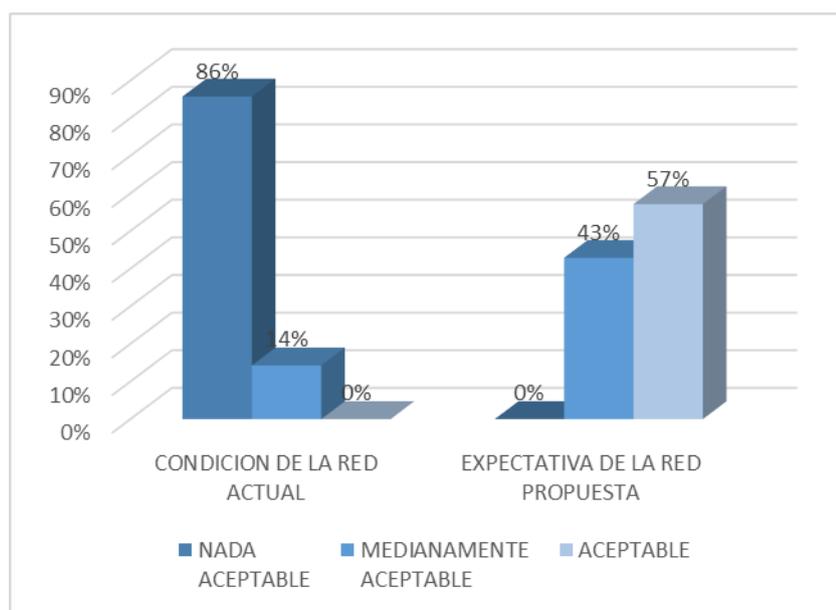


Figura 99: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al Nivel de aprovechamiento de ancho de banda

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: De las personas encuestadas se observa que para el nivel de aprovechamiento de ancho de banda se puede destacar que la mayoría lo considera **NADA ACEPTABLE** (86%) y el resto (14%) como **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**, por otro lado, al someter el cuestionario de la expectativa de la red propuesta, la mayor parte (57%) percibió un nivel **ACEPTABLE** de aprovechamiento de ancho de banda, y el resto (43%) un nivel **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**.

Pregunta N.º 03: Nivel de aprovechamiento de los divisores de la red. Es la cantidad de puertos utilizados por divisor referentes a la capacidad máxima de los mismos.

Tabla 54: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de aprovechamiento de los divisores.

	NADA ACEPTABLE		MEDIANAMENTE ACEPTABLE		ACEPTABLE		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
CONDICION DE LA RED ACTUAL	1	14%	3	43%	3	43%	7	100%
EXPECTATIVA DE LA RED	0	0%	1	14%	6	86%	7	100%

Fuente: Elaboración Propia

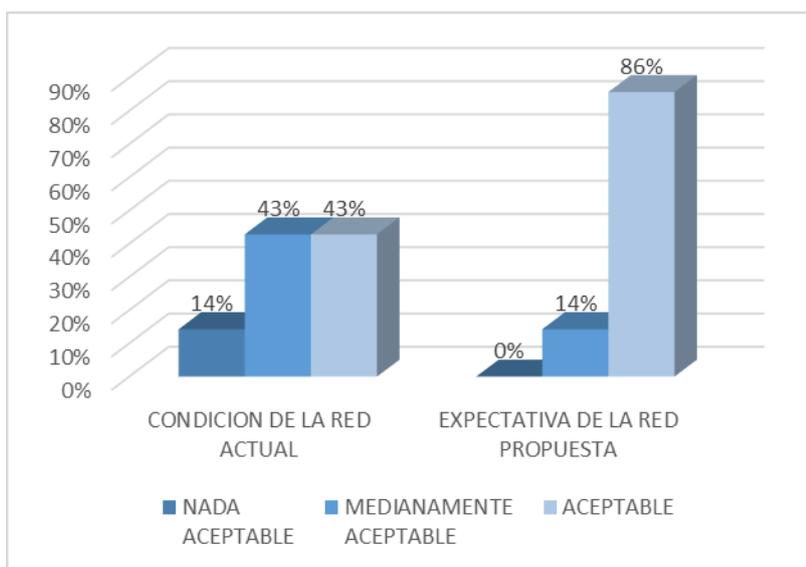


Figura 100: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de aprovechamiento de los divisores.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: De las personas encuestadas un 43% encuentran que el nivel de aprovechamiento de divisores del sistema de videovigilancia es **ACEPTABLE**, de la misma manera un 43% lo considera como **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**, y el resto (14%), lo cataloga como **NADA ACEPTABLE**, diferente de ello, al aplicar el cuestionario de la expectativa de la red propuesta, un 86% de la muestra indica **ACEPTABLE** el nivel de aprovechamiento de los divisores y el resto (14%) **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**.

Pregunta N.º 05: Nivel de convergencia de la Red. Se define como convergente a la red que transporta por el mismo medio varios servicios de voz, video y datos, mayormente conocido como Triple Play.

Tabla 55: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al Nivel de convergencia.

	NADA ACEPTABLE		MEDIANAMENTE ACEPTABLE		ACEPTABLE		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
CONDICION DE LA RED ACTUAL	6	86%	1	14%	0	0%	7	100%
EXPECTATIVA DE LA RED	0	0%	3	43%	4	57%	7	100%

Fuente: Elaboración Propia

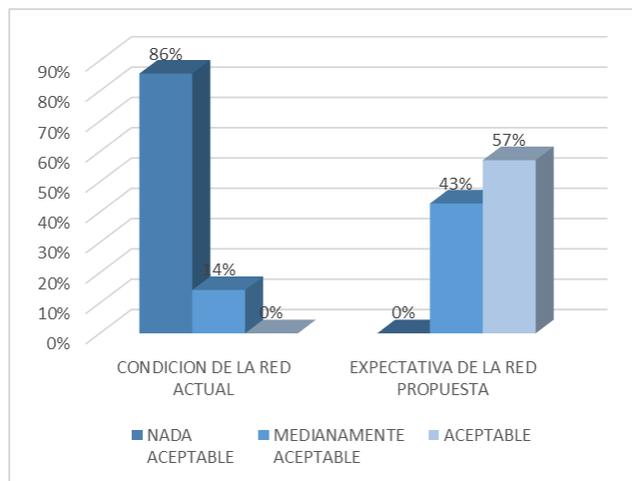


Figura 101: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al Nivel de convergencia.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según el total de encuestados, la mayoría (86%) indica que el nivel de convergencia de la red es **NADA ACEPTABLE**, y el resto (14%) lo considera **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**, por otro lado, al aplicar el cuestionario de la expectativa de la red propuesta, la mayoría (57%) señala que el nivel de convergencia de la red es **ACEPTABLE**, y el resto (43%), **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**.

Pregunta 06: Nivel Disponibilidad de la Red. Es la capacidad de la red en responder óptimamente ante fallos o exigencias de los usuarios, garantizando una continuidad operacional.

Tabla 56: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto a la Disponibilidad de los servicios.

	NADA ACEPTABLE		MEDIANAMENTE ACEPTABLE		ACEPTABLE		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
CONDICION DE LA RED ACTUAL	1	14%	0	0%	6	86%	7	100%
EXPECTATIVA DE LA RED	0	0%	1	14%	6	86%	7	100%

Fuente: Elaboración Propia

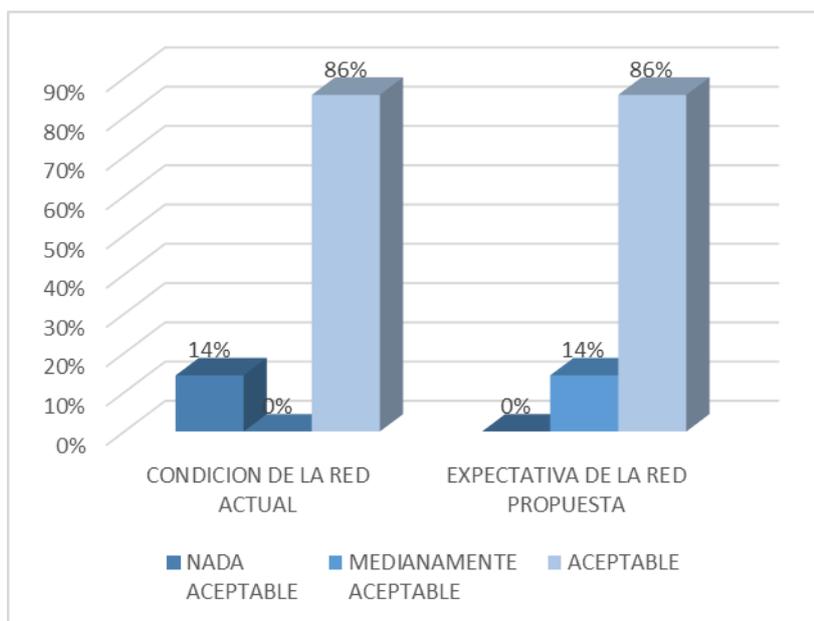


Figura 102: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto a la Disponibilidad de los servicios

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Para el caso de disponibilidad de la red, el mayor porcentaje de encuestados (86%) indica que es **ACEPTABLE**, y el resto (14%), **NADA ACEPTABLE**, seguidamente, al aplicar el cuestionario de la expectativa de la red propuesta permanece el 86% señalando que es **ACEPTABLE** y el resto (14%) **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**.

Para el caso de disponibilidad de la red actual, frente a la expectativa de la red propuesta, es similar.

Pregunta 07: Cantidad de servicios brindados considerando la capacidad de la red. Se define el punto de vista del encuestado respecto a la cantidad de servicios que tiene la red teniendo en cuenta la capacidad total de la red para alojar distintos servicios.

Tabla 57: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto a la cantidad de servicios brindados considerando la capacidad total de la red.

	NADA ACEPTABLE		MEDIANAMENTE ACEPTABLE		ACEPTABLE		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
CONDICION DE LA RED ACTUAL	5	71%	2	29%	0	0%	7	100%
EXPECTATIVA DE LA RED	1	14%	4	57%	2	29%	7	100%

Fuente: Elaboración Propia

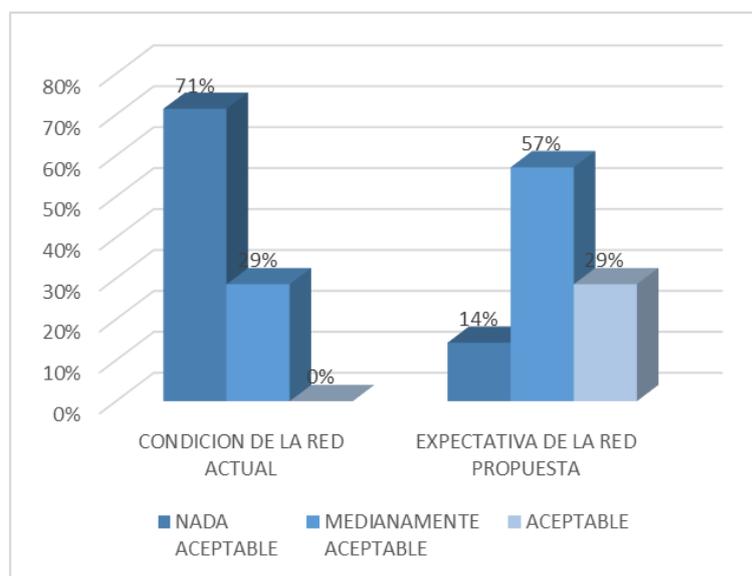


Figura 103: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto a la cantidad de servicios brindados considerando la capacidad total de la red.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Para este caso, del total de encuestados, la mayoría (71%) indica que la cantidad de servicios brindados considerando la capacidad de la red, es **NADA ACEPTABLE**, y el resto (29%) señala que el nivel es **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**, al aplicar la encuesta de la expectativa de la red propuesta, surge un cambio de opinión, dado que un 14% clasifica como **NADA ACEPTABLE** la cantidad de servicios brindados considerando la capacidad de la red, por otro parte, la mayoría (57%), lo clasifica como un nivel **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**, y finalmente, un 29% indica que es **ACEPTABLE**.

Pregunta 09: Nivel de aprovechamiento de almacenamiento de la red. Es el nivel de aprovechamiento que tiene el actual sistema de videovigilancia con respecto al almacenamiento.

Tabla 58: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de aprovechamiento del almacenamiento de la red

	NADA ACEPTABLE		MEDIANAMENTE ACEPTABLE		ACEPTABLE		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
CONDICION DE LA RED ACTUAL	6	86%	1	14%	0	0%	7	100%
EXPECTATIVA DE LA RED	2	29%	4	57%	1	14%	7	100%

Fuente: Elaboración Propia

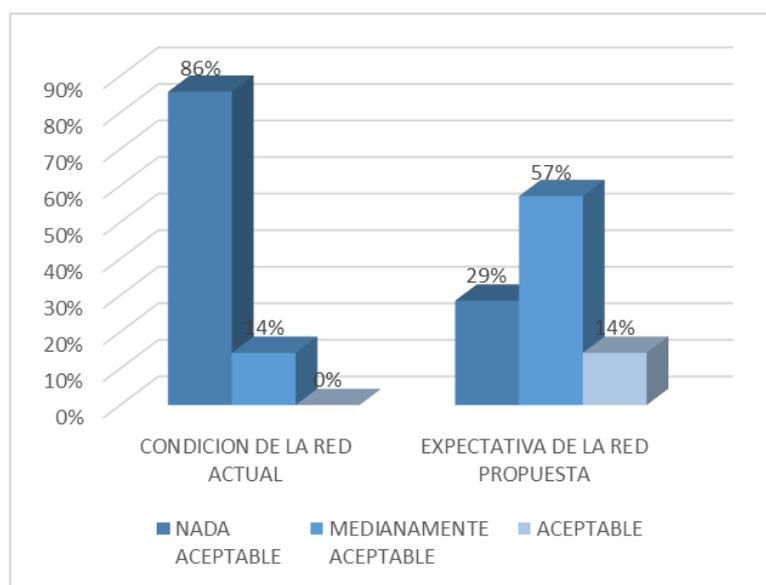


Figura 104: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de aprovechamiento del almacenamiento de la red

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Para el nivel de aprovechamiento del almacenamiento, los encuestados, en su mayoría clasifican como **NADA ACEPTABLE**, y el resto (14%), lo cataloga como **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**, pero al aplicar el otro cuestionario, el 29% de encuestados indican que el nivel de aprovechamiento de almacenamiento es **NADA ACEPTABLE**, y la mayoría (57%), lo toma como **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**, finalmente, el resto de colaboradores (14%) lo exponen como **ACEPTABLE**.

5.1.2.2. Indicador: Nivel de satisfacción de usuarios por los servicios de la red [Pregunta N.º 2, 4, 8, 10 y 11]

Pregunta N.º 02: Nivel de apoyo a la población con los servicios actuales.

Tabla 59: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de apoyo a la población con los servicios actuales

	NADA ACEPTABLE		MEDIANAMENTE ACEPTABLE		ACEPTABLE		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
CONDICION DE LA RED ACTUAL	4	57%	2	29%	1	14%	7	100%
EXPECTATIVA DE LA RED	2	29%	4	57%	1	14%	7	100%

Fuente: Elaboración Propia

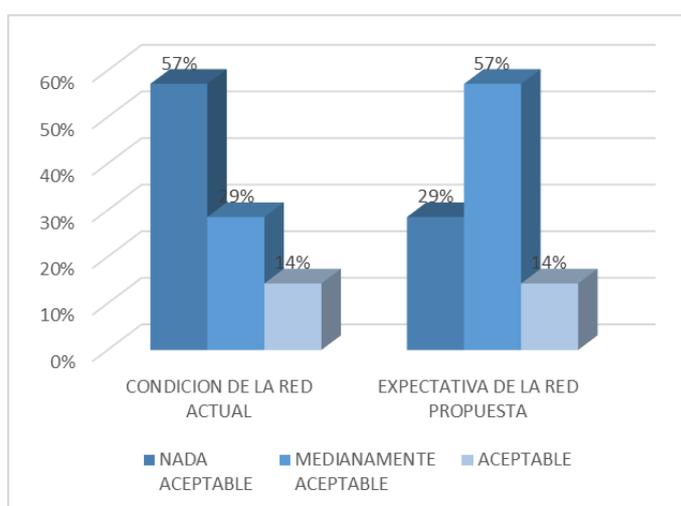


Figura 105: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de apoyo a la población con los servicios actuales

Interpretación: De toda la muestra, la gran mayoría (57%) clasifican como **NADA ACEPTABLE** el nivel de apoyo de los servicios de red, un 29% señala como **MEDIANAMENTE ACEPTABLE** y el 14% como **ACEPTABLE**, diferente es el caso de la expectativa de la red propuesta, en donde el 29% lo califica como **NADA ACEPTABLE**, pero un 57% lo clasifica como **MEDIANAMENTE ACEPTABLE** y finalmente un 14% lo cataloga como **ACEPTABLE**.

Pregunta 04: Nivel de monitoreo de las calles del distrito. Se entiende por nivel de monitoreo al nivel de acceso que llegan a tener de los operadores de videovigilancia a las distintas calles del distrito.

Tabla 60: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de monitoreo de las calles del distrito por parte de los operadores de la red.

	NADA ACEPTABLE		MEDIANAMENTE ACEPTABLE		ACEPTABLE		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
CONDICION DE LA RED ACTUAL	3	43%	4	57%	0	0%	7	100%
EXPECTATIVA DE LA RED PROPUESTA	2	29%	2	29%	3	43%	7	100%

Fuente: Elaboración Propia

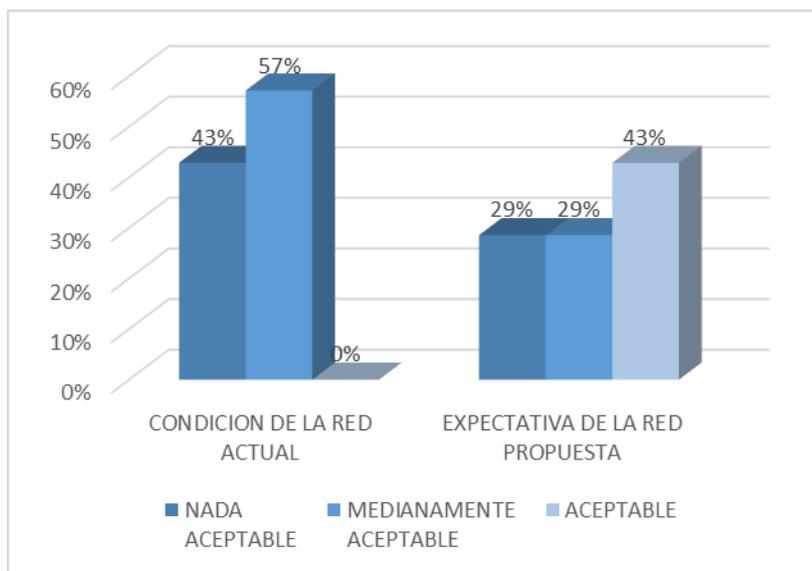


Figura 106: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de monitoreo de las calles del distrito por parte de los operadores de la red

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Para el caso del nivel de monitoreo de las calles del distrito por parte de los operadores de la red, un 43% lo clasifica como **NADA ACEPTABLE**, y el resto (53%) lo cataloga como **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**, sin embargo al aplicar el segundo instrumento, se reduce el nivel **NADA ACEPTABLE**, quedando como 29%, la misma cantidad que la categoría **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**, y finalmente la mayor cantidad de encuestados catalogan como **ACEPTABLE** el nivel de monitoreo de las calles del distrito por parte de los operadores de la red.

Pregunta 08: Nivel de apoyo a los pedidos de auxilio que la población emite con la configuración actual de las cámaras de vigilancia de la red.

Tabla 61: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al Nivel de apoyo a los pedidos de auxilio que la población emite con la configuración actual de las cámaras de vigilancia de la red

	NADA ACEPTABLE		MEDIANAMENTE ACEPTABLE		ACEPTABLE		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
CONDICION DE LA RED ACTUAL	4	57%	3	43%	0	0%	7	100%
EXPECTATIVA DE LA RED	1	14%	3	43%	3	43%	7	100%

Fuente: Elaboración Propia

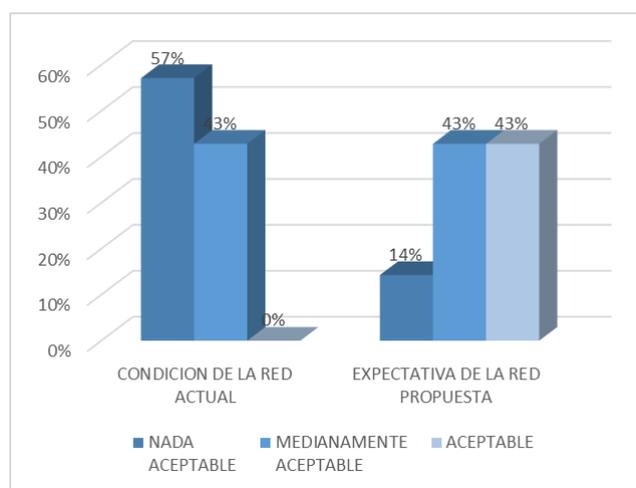


Figura 107: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al Nivel de apoyo a los pedidos de auxilio que la población emite con la configuración actual de las cámaras de vigilancia de la red
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: De toda la muestra, para el caso del nivel de apoyo a los pedidos de auxilio que la población emite con la configuración actual de las cámaras de vigilancia de la red, un 57% lo señala como **NADA ACEPTABLE**, y el resto (43%) lo cataloga como **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**, pero, otro es el escenario, al aplicar el cuestionario de expectativa de la red propuesta, en donde solo un 14% señala como **NADA ACEPTABLE** el nivel de apoyo a los pedidos de auxilio que la población emite, un 43% lo cataloga como **MEDIANAMENTE ACEPTABLE** y finalmente otro 43% lo toman como **ACEPTABLE**.

Pregunta 10: Nivel de detección de incidencias de seguridad ciudadana en el distrito.

Tabla 62: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de detección de incidencias de seguridad ciudadana en el distrito

	NADA ACEPTABLE		MEDIANAMENTE ACEPTABLE		ACEPTABLE		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
CONDICION DE LA RED ACTUAL	1	14%	2	29%	4	57%	7	100%
EXPECTATIVA DE LA RED	0	0%	1	14%	6	86%	7	100%

Fuente: Elaboración Propia

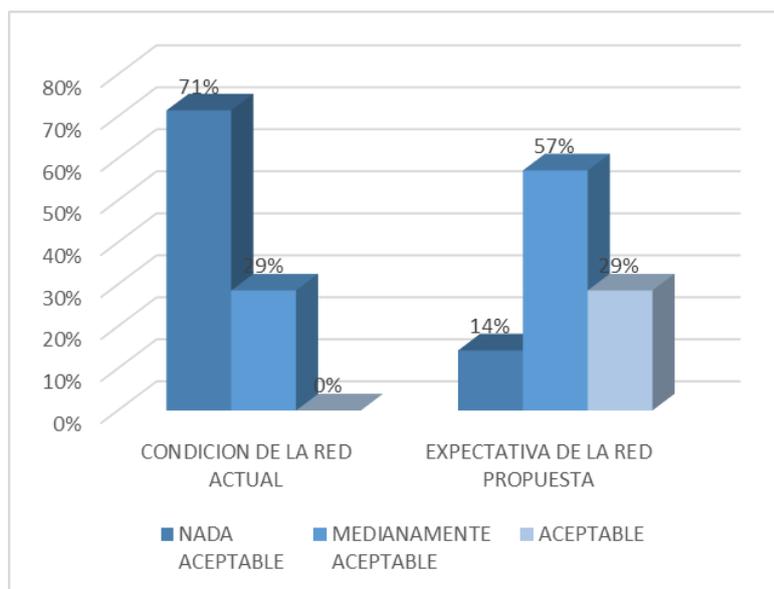


Figura 108: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de detección de incidencias de seguridad ciudadana en el distrito.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados de la pregunta N.º 10, sobre el nivel de detección de incidencias de seguridad ciudadana en el distrito, un 71% lo indica como **NADA ACEPTABLE**, seguidamente el 29% lo toma como **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**, por otro lado, al aplicar el segundo cuestionario, solo el 14% lo considera **NADA ACEPTABLE**, pero la gran mayoría de colaboradores señalan que el nivel de detección de incidencias de seguridad ciudadana en el distrito es **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**, y el resto (29%) lo destaca como **ACEPTABLE**.

Pregunta 11: Nivel de detección de infracciones de tránsito optimizando la red.

Tabla 63: Tabla de Frecuencia de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de detección de infracciones de tránsito optimizando la red

	NADA ACEPTABLE		MEDIANAMENTE ACEPTABLE		ACEPTABLE		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
CONDICION DE LA RED ACTUAL	2	29%	2	29%	3	43%	7	100%
EXPECTATIVA DE LA RED	1	14%	2	29%	4	57%	7	100%

Fuente: Elaboración Propia

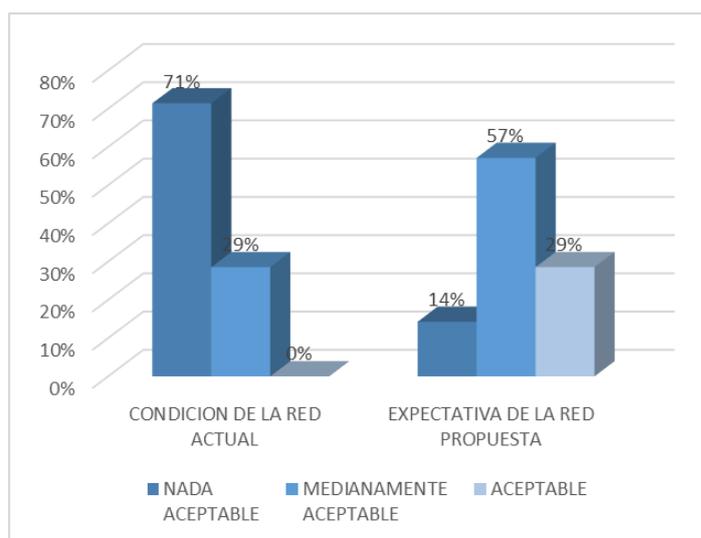


Figura 109: Gráfico Estadístico de la percepción de la red actual y la expectativa de la red propuesta, respecto al nivel de detección de infracciones de tránsito optimizando la red.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados de la pregunta N.º 11, sobre el nivel de detección de infracciones de tránsito optimizando la red, un 71% lo toma como **NADA ACEPTABLE**, seguidamente el 29% lo toma como **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**, pero al aplicar el cuestionario de la expectativa de la red propuesta, se reduce significativamente el nivel **NADA ACEPTABLE**, dado que solo un 14% lo considera así, al mismo tiempo, un 57% del total de encuestados lo toman como **MEDIANAMENTE ACEPTABLE** (29%) y el resto (29%) lo destaca como **ACEPTABLE**.

5.2. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Todo instrumento a utilizar en un trabajo o proyecto de investigación es necesario comprobar la confiabilidad de los resultados obtenidos, para ello existen varias fórmulas, las cuales expresan a través de coeficientes de confiabilidad el nivel del instrumento, los valores de los coeficientes están entre 0 y 1 siendo el valor 0 confiabilidad nula y el 1 la máxima confiabilidad (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, & BAPTISTA, 2010).

En el presente trabajo de investigación se utilizó el alfa de Cronbach para medir la confiabilidad del instrumento, el procesamiento se hizo mediante SPSS v23, utilizando la siguiente fórmula.

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

En donde:

K = Cantidad de ítems
 S_i^2 = Sumatoria de las varianzas de los ítems
 S_T^2 = Varianza de la sumatoria de los ítems

Utilizando esta fórmula se calculó el coeficiente de confiabilidad del instrumento para las siguientes variables.

- Variable Dependiente: Sistema Inteligente de Control de Tráfico.
 Según los resultados obtenidos del cuestionario, que constó de 10 preguntas, se consiguió un coeficiente de 0.799, significando un resultado aceptable.

Tabla 64: Análisis de Confiabilidad del Instrumento (Variable Dependiente)

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,795	10

Fuente: Elaboración Propia

- Variable Independiente: Red de Videovigilancia del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa

Para este caso, se utilizaron dos instrumentos, un cuestionario para evaluar la funcionalidad de la red actual y otro cuestionario evaluando la red propuesta, ambos de 11 preguntas c/u, dichos resultados se muestran en las siguientes figuras.

Tabla 65: Análisis de Confiabilidad del Instrumento (Variable Independiente), Cuestionario para la Red Actual

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,775	11

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 66: Análisis de Confiabilidad del Instrumento (Variable Independiente), Cuestionario para la Red Propuesta

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,783	11

Fuente: Elaboración Propia

5.3. ESTADÍSTICAS POR VARIABLES

5.3.1. Variable Dependiente: Sistema Inteligente de Control de Tránsito

La aplicación principal de un ITS consiste en regular el tránsito peatonal y vehicular, principalmente, en intersecciones en la zona urbana, estableciendo prioridades de paso y mejorando con ello la seguridad y fluidez del tránsito. En la actualidad, se evoluciona a redes

de semáforos controlados de forma dinámica, de acuerdo al estado de determinadas variables de tránsito (sistema adaptativo), siendo éste el sistema más eficiente para obtener un tránsito más fluido por adaptarse a las necesidades reales de la vía en cada momento.

Dentro de los diferentes sistemas de Control Semafórico existe el Sistema adaptativo, donde no se definen planes horarios, si no que el funcionamiento y estado del semáforo se gestiona de forma dinámica, de acuerdo a ciertas variables que determinan el estado y necesidades del tránsito en todo momento (esta información se obtiene en tiempo real a través de sensores o cámaras existentes en el entorno del semáforo) y teniendo en cuenta la red de semáforos relacionados (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014) .

5.3.1.1. Indicador: Nivel de necesidad de actualizar el sistema semafórico

Tabla 67: Tabla de Frecuencia del Nivel de necesidad de actualizar el sistema semafórico en la zona de estudio

Nivel de necesidad de actualizar el sistema semafórico			
		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Muy Bajo	6	12,0
	Bajo	10	20,0
	Medio	15	30,0
	Alto	12	24,0
	Muy Alto	7	14,0
Total		50	100

Fuente: Elaboración Propia

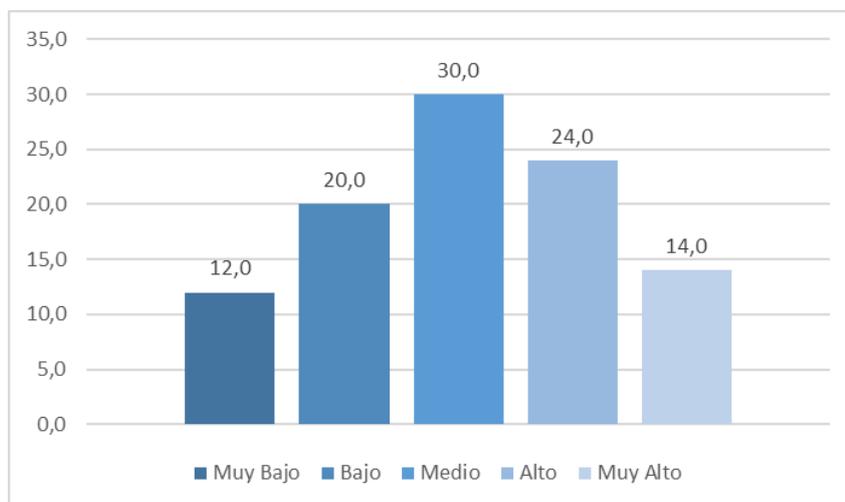


Figura 110: Gráfico Estadístico del nivel de necesidad de actualizar el sistema semafórico en la zona de estudio

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos de las distintas preguntas del cuestionario dirigido a este indicador, se puede identificar que un 12% considera **MUY BAJO**, la necesidad de actualizar el sistema semafórico en la zona de estudio, al mismo tiempo el 20% lo considera como un nivel **BAJO**, no obstante la mayoría de encuestados (30%) lo señalan como un nivel **MEDIO**, por otro lado el 24% asegura que la necesidad de actualizar el sistema semafórico es **ALTO**, y finalmente el 14% del total de la muestra identifica como nivel **MUY ALTO** realizar esta actualización.

5.3.1.2. Indicador: Nivel de satisfacción con el programa de tráfico vehicular

Tabla 68: Tabla de Frecuencia del nivel de satisfacción con el programa de tráfico vehicular en la zona de estudio

Nivel de satisfacción con el programa de tráfico vehicular			
		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Muy Bajo	12	24,0
	Bajo	14	28,0
	Medio	10	20,0
	Alto	9	18,0
	Muy Alto	5	10,0
	Total	50	100

Fuente: Elaboración Propia

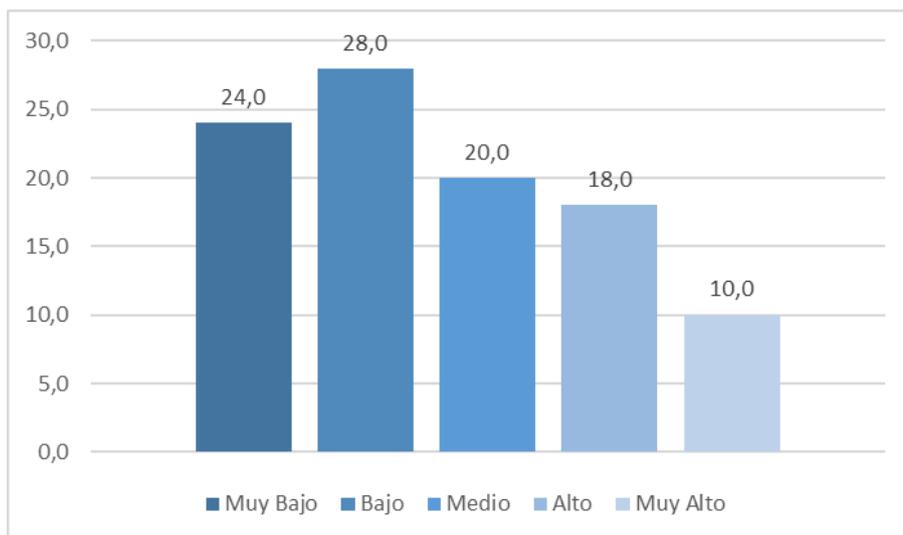


Figura 111: Gráfico Estadístico del nivel de satisfacción con el programa de tráfico vehicular en la zona de estudio
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Para el caso del nivel de satisfacción del programa de tráfico vehicular en la zona de estudio, un 24% lo considera un nivel **MUY BAJO**, pero el mayor porcentaje radica en el nivel **BAJO** (28%), al mismo tiempo, un 20% asegura que solamente se podría categorizar como un nivel **MEDIO**. En tal sentido, un 18% indica que el nivel de satisfacción del programa de tránsito vehicular es **ALTO**, y finalmente solo un 10% prefiere conceder el nivel **MUY ALTO**.

5.3.1.3. Indicador: Nivel de caos vehicular

Tabla 69: Tabla de frecuencia del nivel de caos Vehicular en la zona de estudio

Nivel de caos vehicular			
		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Muy Bajo	3	6,0
	Bajo	10	20,0
	Medio	13	26,0
	Alto	15	30,0
	Muy Alto	9	18,0
	Total	50	100

Fuente: Elaboración Propia

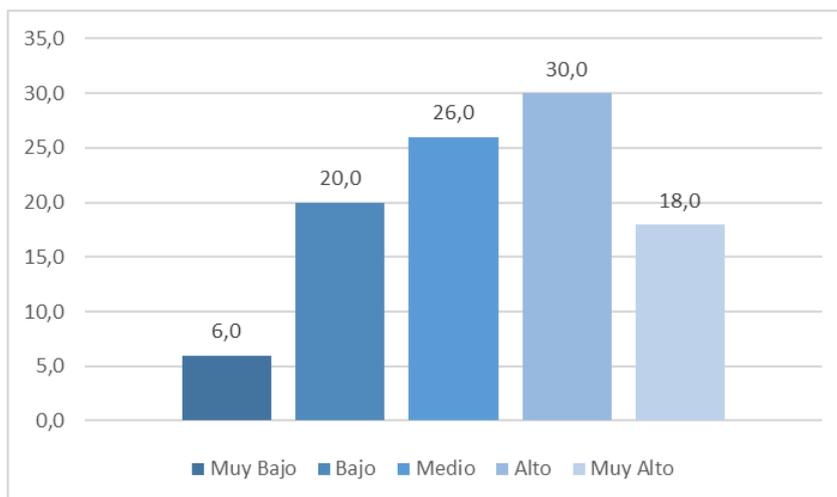


Figura 112: Gráfico Estadístico del nivel de caos vehicular en la zona de estudio
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Del total de la muestra, solamente un 6% afirma que el nivel de caos vehicular en la zona de estudio es **MUY BAJO**, diferente del 20%, que asegura es **BAJO**, al mismo tiempo un 26% lo cataloga como **MEDIO**, pero el mayor porcentaje de personas encuestadas lo plantean como un nivel **ALTO**, y finalmente un 18% lo identifica como **MUY ALTO**.

5.3.2. Variable Independiente: Red de Videovigilancia del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa.

5.3.2.1. Indicador: Nivel de aprovechamiento de los beneficios que puede brindar de la red

Tabla 70: Tabla de Frecuencia del nivel de aprovechamiento que puede brindar la red

	NADA ACEPTABLE		MEDIANAMENTE ACEPTABLE		ACEPTABLE		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
CONDICION DE LA RED ACTUAL	4,17	59,5%	1,33	19,0%	1,50	21,4%	7	100%
EXPECTATIVA DE LA RED	0,50	7,1%	2,67	38,1%	3,83	54,8%	7	100%

Fuente: Elaboración Propia

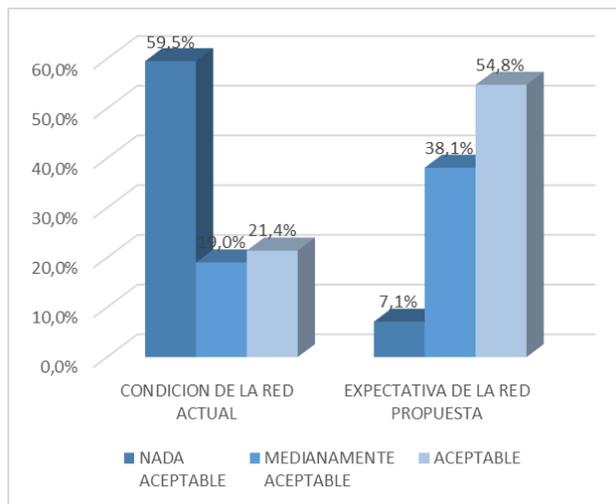


Figura 113: Gráfico Estadístico nivel de aprovechamiento de los beneficios que puede brindar la red
 Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Del total de la muestra, un 59.2% afirma que el nivel de optimización de recursos de la red es **NADA ACEPTABLE**, por otro lado, un 20,4% asegura que es **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**, y finalmente el otro 20.4% señala que el nivel de optimización de recursos de la red es **ACEPTABLE**, pero al aplicar el segundo instrumento solamente un 10.2% considera el nivel de optimización como **NADA ACEPTABLE**, muy lejano a ello, el 40.8% lo destaca como **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**, y la mayoría indica que la optimización de recursos de la red es **ACEPTABLE** (49%) .

5.3.2.2. Indicador: Nivel de satisfacción de usuarios por los servicios de la red

Tabla 71: Tabla de Frecuencia del nivel de satisfacción de usuarios por los servicios de la red

	NADA ACEPTABLE		MEDIANAMENTE ACEPTABLE		ACEPTABLE		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
CONDICION DE LA RED ACTUAL	2,80	40,0%	2,60	37,1%	1,60	22,9%	7	100%
EXPECTATIVA DE LA RED	1,20	17,1%	2,40	34,3%	3,40	48,6%	7	100%

Fuente: Elaboración Propia

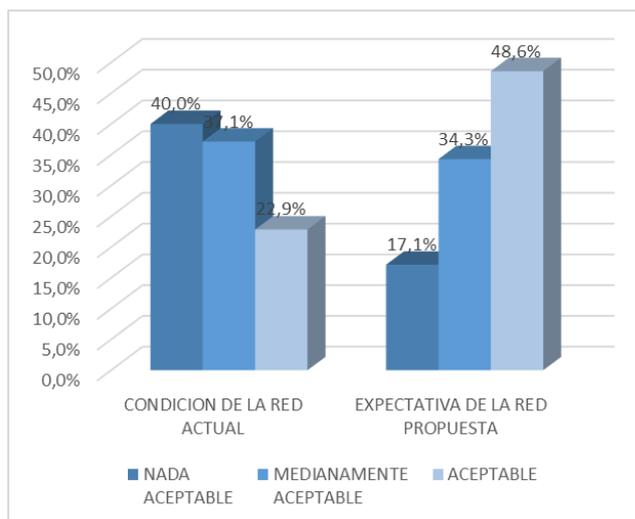


Figura 114: Gráfico Estadístico del Nivel de satisfacción de usuarios por los servicios de la red
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Para el caso del nivel de satisfacción de usuarios por los servicios de la red, un 35,7% lo considera como **NADA ACEPTABLE**, por otro lado, un 20,4% asegura que es **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**, y finalmente el otro 20,4% señala que el nivel de optimización de recursos de la red es **ACEPTABLE**, sin embargo al aplicar el cuestionario de la red propuesta, solamente un 14,3% de encuestados asegura que el nivel de satisfacción de usuarios por los servicios de la red es **NADA ACEPTABLE**, muy lejano a ello, un 28,6% lo describe como **MEDIANAMENTE ACEPTABLE**, y la mayoría lo clasifica como **ACEPTABLE**.

5.4. ESTADÍSTICA GENERAL

Según los datos obtenidos de la aplicación de los instrumentos se confirma que existe una necesidad **MEDIA ALTA** de aplicar “Sistema inteligente de Control de Tránsito” en la zona de estudio; por otro lado, consideran **ACEPTABLE** la optimización de la red de datos de la MDCGAL

CAPÍTULO VI DISCUSIÓN

En la presente tesis se optimizó la red de datos GEPON con la que cuenta el distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, integrando, en beneficio de la población del distrito, un sistema inteligente de control de tráfico llamado SCATS.

Para el desarrollo de la misma se tomó en cuenta el ancho de banda actual de la red (1Gbit/s) y la cantidad utilizada actualmente por las 36 cámaras instaladas (412 Mbit/s), cifras que indican su bajo aprovechamiento. Asimismo, se determinaron los inconvenientes que tiene el distrito con el tráfico vehicular y los problemas subyacentes que causan malestar entre la población, se investigó también, cual sería una buena alternativa para combatir la congestión vehicular, para lo cual se estableció a SCATS 6 como respuesta.

De esta manera se observó la subutilización del ancho de banda de la red y el bajo nivel de satisfacción de los pobladores con el actual sistema de semaforización del distrito.

Al diseñar la plataforma de conectividad para proponer SCATS 6 como solución al tráfico vehicular, se optó por integrar de la mejor manera posible las conexiones y dispositivos necesarios, porque principalmente se busca reducir el costo del despliegue al utilizar la red ya construida.

Mediante los resultados obtenidos de la aplicación de instrumentos, se puede apreciar que, con la integración del sistema inteligente de control de tráfico vehicular, el nivel de aprovechamiento de la red ascendería aproximadamente un 30%, lo mismo que el nivel de satisfacción de los usuarios, dado que aumentaría alrededor de un 24%, por lo que se confirma la calificación ACEPTABLE de la optimización de la red de datos de la MDGCAL.

También se puede señalar que existe una necesidad de actualizar el sistema semafórico por parte de la población, dado que lo califican como una necesidad MEDIA ALTA (54%), por otro lado, un 52% indica que no está satisfecho con el programa vehicular actual, ya que lo califican como BAJO y/o MUY BAJO, lo que conlleva a que el 56% califique el caos vehicular como MEDIO ALTO. De esta manera se confirma la necesidad de aplicar un sistema inteligente de control de tránsito en la zona de estudio.

De esta manera se puede comprobar que se pudo optimizar la red actual con la integración del sistema inteligente de control de tráfico vehicular, de la misma manera se confirmó que la utilización de recursos de la red actual es menor comprándola con la red propuesta.

Adicionalmente, se realizó una comparación de los resultados de la tesis con los antecedentes expuestos, los cuales se describen a continuación.

Antecedente 01:

Autor: GAONA ROMÁN, LUIS ALFONSO; SANTILLÁN SARMIENTO, LORENA PAOLA

Título: Análisis de factibilidad del área técnica y diseño de una red FTTH GPON en el sector de Cumbayá

Culminando con su estudio, identifican que, cabe la posibilidad de ofrecer nuevos servicios a los clientes a parte de los que ya se han visto, tan solo requieren un gran alto ancho de banda permitiendo brindar un servicio con escalabilidad, disponibilidad y estándares de calidad.

Con este trabajo de investigación se aprovechó el ancho de banda que existe sin utilizar, de la misma manera se ubican distribuidores con puertos vacíos los cuales pueden servir para conectar más semáforos y cámaras para integrarlos a SCATS.

Antecedente 02:

Autor: LEON ARAUJO, CARLOS MARCELO

Título: Análisis y diseño de la red FTTH con Tecnología GPON para el ISP Troncalnet en el Cantón Cañar

Al finalizar su trabajo, indican que se debe tener muy en cuenta que el dimensionamiento y proyecciones de crecimiento a futuro en la red de acceso debe estar relacionado a la realidad de la zona sin sobredimensionar los recursos a utilizar, caso contrario la red no sería viable por los costos, el diseño de la red GPON es escalable tanto en cobertura para potenciales clientes de la zona urbana y poblados rurales cercanos. En el presente trabajo de estudio se consideró una proyección de crecimiento a futuro sobre la realidad del distrito tratando de integrar de la mejor manera posible el diseño de la propuesta referente a los costos de despliegue. De la misma manera se describe que es posible que se pueda agregar más controladores y más dispositivos de detección de vehículos.

Antecedente 03:

Autor: PÉREZ, ROSALÍA

Título: Desarrollo de un sistema de conteo y monitoreo de para tráfico vehicular

Como resultado de su trabajo de investigación dio a conocer las bondades de los sistemas de monitoreo de tráfico vehicular existentes en el mercado actual, de la misma manera indica que los sensores de tecnología no intrusiva son los indicados para desarrollar un sistema de conteo y monitoreo para tráfico vehicular, dado que estos no interfieren con la circulación normal del tráfico a la hora de su instalación mantenimiento y reparación.

De la misma manera el presente trabajo de investigación se plantea utilizar el mismo tipo de dispositivo para el conteo de tráfico por ser un aparato que no interfiere con la circulación de tráfico, para la recolección de información de conteo de vehículos, al igual que a la hora de instalarlo, darle mantenimiento o alguna reparación

Antecedente 04:

Autor: CHÁVEZ, CARLA

Título: Sistema de Semaforización Inteligente para el Control de Flujo Vehicular mediante el Procesamiento de Imágenes

Mediante su trabajo de investigación realizado sobre el tráfico vehicular concluyó que el porcentaje más alto de tráfico no responde a las horas pico ya que este varía dependiendo del día y el lugar, determinó la fórmula para la distancia focal de la cámara a utilizar en dependencia a la altura y el área focal que se desea cubrir y el

prototipo se ve afectado directamente por la luminosidad existente. Esta es una variable que no se puede controlar ya que esta varía en el transcurso de las horas y por el clima.

Por lo tanto, en la presente tesis de investigaron se buscaron aparatos de detección y conteo de vehículos que no sufran este tipo de problemas y que la luz no afecte directamente la luminosidad al momento del conteo de vehículos. En igual forma, tomando como premisa que la congestión vehicular no responde a las horas pico porque este varía dependiendo del día y el lugar, se optó por seleccionar un sistema adaptativo que modifique el tiempo de fase dependiendo de la densidad vehicular de la ruta.

CAPÍTULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El principal objetivo del presente trabajo de investigación, fue demostrar que la Integración de un sistema inteligente de control de tránsito puede optimizar el flujo de datos de la red para mejorar el tráfico vehicular, el que se diseñó. Con el instrumento aplicado, se pudo comprobar que se logró el objetivo dado que existe un aumento del nivel de aprovechamiento de la red y también el nivel de satisfacción de los usuarios, por otro lado, la población apoya a que se tomen medidas necesarias para mejorar el tránsito vehicular.

- El diseño propuesto de la red cumple con las expectativas necesarias, dado que se propone una integración de servicios. Al proponer incluir servicio se potencia la red, para que opere de forma convergente y de cabida a múltiples servicios tecnológicos, no solamente el de videovigilancia.

- Durante el desarrollo del trabajo, se pudo calcular el nivel de utilización de los recursos de la red actual, para compararla con la red propuesta, dando como resultado un aumento de recursos utilizados y satisfacción de usuarios, por lo que se confirmó que la red actual es significativamente menor aprovechada que la propuesta.
Por otro lado, los estudios de estos problemas serán de gran ayuda para las posibles obras que se puedan desarrollar, por el principal motivo, que significa dejar al alcance público este tipo de investigación.

RECOMENDACIONES

- Antes de integrar el sistema inteligente, es necesario identificar el momento adecuado para iniciar con la actualización de los semáforos y los demás dispositivos, puesto que el sistema actual de semaforización soporta la demanda de congestión vehicular que tiene la zona las 24 horas al día, los 7 días de la semana, es necesario interrumpir lo menos posible el trabajo del actual sistema.
- Para coordinar con la aplicación del diseño, se recomienda primero coordinar con la Gerencia de Ingeniería y Obras, para poder tener un conocimiento de las bases y/o reglamentos del distrito y la ciudad en general. Si bien es cierto, hoy en día la mayoría de trabajos de cableado estructurado contemplan la certificación, se recomienda que el nivel de certificación sea lo mayor posible, requiriendo alto nivel de desempeño, dado que, es distinto un puntaje promedio que uno alto, por más que en ambos casos se apruebe la certificación, puesto que con el pasar del tiempo, por el desfase y desgaste de los equipos y tecnología, estos puntajes tienden a caer.

Recordar que el tendido de fibra óptica es aéreo, lo que significa, que es muy sensible a robos y algunos percances climáticos, por ello, se recomienda tener un alto grado de disponibilidad en los servicios, sobre todo en los de prioridad alta. Considerar que no sirve de mucho tener la última tecnología al alcance de las manos sin una capacitación constante, por lo que se recomienda capacitaciones para los responsables de la administración de la red, sobre las nuevas tecnologías que están siendo tendencia y se están desarrollando, las cuales puedan ayudar no solamente a los servicios actuales, sino, este tipo de eventos pueden ser inicio de propuestas muy interesantes utilizando los recursos que ya se tienen, sin necesidad de desarrollar desde un inicio los proyectos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALCÁNTARA VASCONCELLOS, E. (2010). *ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA. ESPACIO MEDIO AMBIENTE Y EQUIDAD*. Bogota: Corporación Andina de Fomento.
2. ARANDIA, J. T., & BALTA, R. V. (2006). APOYO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE INGENIERÍA DE TRÁFICO. Cochabamba.
3. AREVALO ABAD, C. P., & YUNGA ZHIPSON, C. A. (2011). ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED CON TECNOLOGÍA PON PARA LA CIUDAD DE BIBLIAN, PROVINCIA DEL CAÑAR. Cuenca.
4. ASOCIACIÓN UNACEM. (2016). ENCUESTA LIMA COMO VAMOS. VI INFORME DE PERCEPCIÓN SOBRE CALIDAD DE VIDA. Lima: RAFAEL PHUÑO CCALA.
5. ASOCIACIÓN UNACEM. (2016). EVALUANDO LA GESTIÓN EN LIMA. SEXTO INFORME DE RESULTADOS SOBRE CALIDAD DE VIDA. Lima: RAFAEL PHUÑO CCALA.
6. AXIS COMMUNICATIONS. (21 de Agosto de 2017). AXIS Oficial Page. Obtenido de AXIS Pagina Oficial:
https://www.axis.com/files/datasheet/ds_high_poe_midspans_60593_en_14_12_lo.pdf
7. AXIS COMMUNICATIONS. (19 de Septiembre de 2017). AXIS Oficial Page. Obtenido de AXIS Oficial Page:
https://www.axis.com/files/datasheet/ds_q6045e_mkii_1537931_es_1511.pdf
8. BANCES SANTAMARÍA, M. V., & RAMOS MOSCOL, M. F. (2014). SEMÁFOROS INTELIGENTES PARA LA REGULACIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR. REVISTA CIENTÍFICA INGENIERÍA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN, 37-45.
9. BBVA RESEARCH. (2010). LATINOAMÉRICA. SITUACIÓN AUTOMOTRIZ.
10. BBVA RESEARCH. (2015). SITUACIÓN AUTOMOTRIZ DICIEMBRE 2015 (Perú).
11. BULL COMPILADOR, A. (2003). CONGESTIÓN DE TRÁNSITO: EL PROBLEMA Y CÓMO ENFRENTARLO. Santiago.
12. CEVALLOS R., R., MONTALVO E., R., & VINUEZA R., M. (17 de Marzo de 2017). RESEARCHGATE. RED SOCIAL DE CIENTIFICA. Obtenido de RESEARCHGATE:
https://www.researchgate.net/publication/45204646_Estudio_y_diseno_de_u

na_red_de_ultima_milla_utilizando_la_tecnologia_G-
 PON_para_el_sector_del_nuevo_aeropuerto_de_Quito?enrichId=rgreq-
 d6ddcf8f7b2c602f237c2d4687d4f4ae-
 XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzQ1MjA0

13. CHÁVEZ, C. (2015). SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN INTELIGENTE PARA EL CONTROL DE FLUJO VEHICULAR MEDIANTE EL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES. Ambato.
14. CHAYÑA BURGOS, J. P. (2017). DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO FTTH UTILIZANDO EL ESTANDAR GPON PARA LA EMPRESA AMITEL S.A.C, PUNO. Puno.
15. CISCO SYSTEMS, INC. (22 de Abril de 2017). CISCO. Obtenido de CISCO: http://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/switches/metro/me46xx/software/release/v3_4/user/guide/cisco_ME4601_OLT_User_Manual_V3_4-10.pdf
16. DASAN. (12 de Marzo de 2017). DASAN Stands at the Center of Network Technology. Obtenido de DASAN: <http://www.multicominc.com/wp-content/uploads/V1908RT.pdf>
17. DE LA ROCHA GOMEZ, E. (2009). MEJORA DEL TRÁFICO EN UN CRUCE REGULADO POR SEMÁFOROS MEDIANTE UN SISTEMA BASADO EN VISIÓN ARTIFICIAL. Madrid.
18. DE LEON, D. (9 de Abril de 2017). PORTAL WEB LIBERA NETWORKS. Obtenido de LIBERA NETWORKS: http://www.libera.net/uploads/documents/whitepaper_rfid.pdf
19. DIGICON. (2 de Octubre de 2017). DIGICON Oficial Page. Obtenido de DIGICON: http://www.digicon.com.br/site/images/stories/download/transito/catalogos/trafico_esp.pdf
20. ESPINOZA VENTURA, R. (22 de Junio de 2017). PROVIAS NACIONAL. Obtenido de PROVIAS NACIONAL Sitio Web: http://www.proviasnac.gob.pe/Archivos/file/Documentos_de_Interes/ITS-UGOP2.pdf
21. FUNDACIÓN TRANSITEMOS. (2014). MOVILIDAD EN ZONAS URBANAS. Lima.
22. FURUKAWA ELECTRIC. (1 de Septiembre de 2017). FURUKAWA Oficial Page. Obtenido de FURUKAWA Oficial Page: http://www.furukawalatam.com/_php/downloadIndireto.php?numeracao=2559&idioma=3.
23. FURUKAWA INDUSTRIAL S.A. (30 de Agosto de 2017). COMUNITEL LIDERES EN SOLUCIONES INTEGRALES. Obtenido de COMUNITEL LIDERES EN SOLUCIONES INTEGRALES:

[http://www.comunitelsa.com.ar/admin_temp/5196%205197%20ET2341-1.0-DROP_TIGHT_BUFFER_FIG._8\[2\]\[1\].pdf](http://www.comunitelsa.com.ar/admin_temp/5196%205197%20ET2341-1.0-DROP_TIGHT_BUFFER_FIG._8[2][1].pdf)

24. GAONA ROMÁN, L. A., & SANTILLÁN SARMIENTO, L. P. (2013). ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL ÁREA TÉCNICA Y DISEÑO DE UNA RED FTTH GPON EN EL SECTOR DE CUMBAYÁ. Quito.
25. GARCÍA YAGÜE, A. (29 de Abril de 2017). CCÁPITALIA. Obtenido de CCÁPITALIA: <http://www.ccapitalia.net/descarga/docs/2012-gpon-introduccion-conceptos.pdf>
26. GÓMEZ SANTOS, C. A. (2011). EL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA CIUDAD DE GUATEMALA. Guatemala.
27. GOMEZ VALLEJOS, S. J. (2014). DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL ANILLO VIAL DEL ÓVALO GRAU - TRUJILLO - LA LIBERTAD. Trujillo.
28. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., & BAPTISTA, M. (2010). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Metodología de la Investigación. MEXICO: McGRAW-HILL.
29. HEXATRONIC CABLES & INTERCONNECT SYSTEMS AB. (27 de Abril de 2017). HEXATRINIC. Obtenido de HEXATRINIC: http://hexatronic.com/media/85917/28701-rdj901200_fiber-optic-splitter-modules.pdf
30. IBM. (2013). SMARTER NETWORKS WITH PASSIVE OPTICAL LANS. INNOVATING ENTERPRISE INFRAESTRUCTURE LOWERING TCO.
31. INEI. (2016). INFORME TÉCNICO Nº 12 - DICIEMBRE. Lima.
32. INEI. (12 de Abril de 2017). PORTAL WEB: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística e Informática: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/indices_tematicos/libro30_2.xls
33. INEI. (12 de Marzo de 2017). PORTAL WEB: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística e Informática: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/indices_tematicos/c33.xls
34. INSTITUTE FOR HEALT METRICS AND EVALUATION / THE WORLD BANK. (2010). TRANSPORT FOR HEALT. THE GLOBAL BURDEN OF DISEASE FROM MOTORIZED ROAD TRANSPORT.
35. JIMÉNEZ LLATAS, C. L., & PRETELL CABRERA, V. H. (2013). SISTEMA INTELIGENTE DE IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN VEHICULAR UTILIZANDO RFID EN UNA RED INTEGRADA ZIGBEE Y GPRS. Lima.

36. JORDÁN, V., GALPERIN, H., & PERES, W. (2013). BANDA ANCHA EN AMÉRICA LATINA: MÁS ALLÁ DE LA CONECTIVIDAD. Santiago.
37. KPMG S.A. (2015). ESTRATEGIAS Y TENDENCIAS EN EL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES.
38. LATTANZI, M., & GRAF, A. (17 de Abril de 2017). CICOMRA: CÁMARA INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. Obtenido de CICOMRA:
<http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/expocomm/tutorial%209%20lattanzi%20y%20graf-%20ieee.pdf>
39. LEON ARAUJO, C. M. (2015). ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED FTTH CON TECNOLOGÍA GPON PARA EL ISP TRAONCALNET EN EL CANTON CAÑAR. Quito.
40. LINARES, R. M., & SÁNCHEZ, J. G. (2013). CONTROL DE TRÁFICO VEHICULAR POR MEDIO DE SEMÁFOROS INTELIGENTES. Maracaibo.
41. LOOR DÍAZ, M., & NOVOA COX, R. (7 de Marzo de 2010). DISEÑO DE UNA RED ÓPTICA PASIVA DE ACCESO PARA UNA URBANIZACIÓN UBICADA EN LA VÍA SAMBORONDÓN. Guayaquil. Obtenido de REPOSITORIO DE ESPOL:
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24231/1/D-90414.pdf>
42. LÓPEZ POLO, E. D. (2016). DISEÑO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN EL SERVICIO DE BANDA ANCHA COISHCO (ANCASH). Lima.
43. LOZANO, A., TORRES, V., & ANTÚN, J. P. (Abril - Junio de 2003). CIENCIAS REVISTA DE CULTURA CIENTÍFICA. Obtenido de CIENCIAS 70: <http://www.revistaciencias.unam.mx/en/83-revistas/revista-ciencias-70/691-trafico-vehicular-en-zonas-urbanas.html>
44. MACHACA NINANCASAYA, A. R. (2016). ANALISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TRÁFICO VEHICULAR UTILIZANDO SEMÁFOROS INTELIGENTES CON TECNOLOGÍA ARDUINO. Puno.
45. MAHMOUD M., A.-Q. (12 de ABRIL de 2017). DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A FIBER TO THE HOME FTTH ACCESS NETWORK BASED ON GPON. INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER APPLICATION, 1-13. Obtenido de INTERNATI:
<http://www.ijcaonline.org/>
46. MANTILLA SANTA CRUZ, L. J., & MÁRQUEZ ZAVALA, E. S. (2014). SISTEMA DE CONTROL DIFUSO DE SEMÁFOROS PARA MEJORAR EL TRÁFICO VEHICULAR EN EL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO. TRUJILLO.

47. MARTÍNEZ ANOROZO, M. (12 de Abril de 2017). <http://jeuazarru.com>. Obtenido de SITIO OFICIAL DE JUAN DE URRAZA: http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/semaforos_inteligentes.pdf
48. MDGAL. (19 de Abril de 2017). MUNICIPALIDAD DISTRITAL CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA Sitio Web. Obtenido de MUNICIPALIDAD DISTRITAL CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA: <http://www.munialbarracin.gob.pe/pagina/distrito/historia>
49. MILLÁN TEJEDOR, R. J. (2008). GPON (GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK). Madrid.
50. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2014). DESARROLLO DE LA ARQUITECTURA Y PLAN DE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE (ITS) DE PERÚ. Lima.
51. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (30 de Enero de 2017). MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Obtenido de MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES Portal Web: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3106.pdf
52. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (2015). MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN LA PROVINCIA DE TACNA. Tacna.
53. MOLINA VALLE, K. D., & CERDA GONZALES, V. D. (2013). METODOLOGÍA PARA DISEÑO DE PROYECTOS VIALES. Managua.
54. MUNICIPALIDAD DISTRITAL CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA. (2012). ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CÁMARAS DE VIDEO VIGILANCIA - PROYECTO AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO GREGORIO ALBARRACÍN-TACNA. Tacna.
55. MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CRNL. GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA - Gerencia de Desarrollo Urbano. (2016 - 2021). MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO DEL DISTRITO GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA DIAGNOSTICO - PROPUESTA. Tacna.
56. MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CRNL. GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA - Gerencia de Desarrollo Urbano. (2016). MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO DEL DISTRITO GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA - TACNA. Tacna.
57. MUNICIPALIDAD DISTRITAL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA. (2016 - 2021). PLAN URBANO DISTRITAL CRNL. GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA 2016 - 2021 DIAGNOSTICO - PROPUESTA. Tacna.

58. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA - Gerencia de Desarrollo Urbano. (2 de 22 de 2014 - 2023). PLAN DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE TACNA 2014 – 2023 - Vol 1 - Diagnostico. Tacna. Obtenido de 2: 2
59. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA - Gerencia de Desarrollo Urbano. (2014 - 2023). PLAN DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE TACNA 2014 – 2023 - Vol 2 - Propuesta. Tacna.
60. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA. (2014 - 2023). PLAN DE ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL DE LA PROVINCIA DE TACNA 2014 - 2023 Cap 1-4. Tacna.
61. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA. (2014 - 2023). PLAN DE ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL DE LA PROVINCIA DE TACNA 2014 - 2023 Cap 5-8. Tacna.
62. NAVARRETE, N. M. (2014). EVALUACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE OPTIMIZACIÓN DE LA CAPACIDAD VIAL, CONGESTIÓN VEHICULAR Y ANÁLISIS DEL FLUJO VEHICULAR EN LAS PRINCIPALES INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS DEL CENTRO HISTÓRICO DEL DISTRITO DE SANTIAGO Y AVENIDAS ALEDAÑAS AL MERCADO SAN PEDRO. Cusco.
63. NAVARRO, S. R., JOYANES AGUILAR, L., PÉREZ MÉNDEZ, L., & CAMILO, W. (30 de Marzo de 2017). LATIN AMERICAN AND ARIBBEAN CONSORTIUM OF ENGINEERING INSTITUTIONS. Obtenido de LACCEI: http://www.laccei.org/LACCEI2011-Medellin/published/EN165_Navarro.pdf
64. NIEVES, J. C. (3 de Noviembre de 2015). SUBUTILIZADA, LA RED DE FIBRA ÓPTICA DE QUERÉTARO. (S. ROSAS, Entrevistador)
65. NTCU - National Taichung University of Education. (30 de Agosto de 2017). NTCU - CURSOS ABIERTOS. Obtenido de NTCU - CURSOS ABIERTOS: <http://ocw.nctu.edu.tw/course/sc011/2012-08-21.pdf>
66. ONLINE BUSINESS SCHOOL. (2016). ESTUDIOS OBS: BIG DATA 2016.
67. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. (2015). INFORME SOBRE LA SITUACIÓN MUNDIAL DE LA SEGURIDAD VIAL. Inis Communication.
68. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. (2016). LESIONES CAUSADAS POR EL TRÁNSITO.
69. OSIPTEL. (2014). EL BOOM DE LAS TELECOMUNICACIONES. Lima: Gráfica Biblos S.A.
70. OSIPTEL. (11 de Mayo de 2017). OSIPTEL: EL REGULADOR DE TELECOMUNICACIONES. Obtenido de OSIPTEL SITIO WEB: https://www.osiptel.gob.pe/Archivos/Sector_telecomunicacionOSIPTELes/Le gislacion_Telecom/DS_0032007_MTC.pdf

71. OVERTEK. (21 de Abril de 2017). OVERTEK. Obtenido de OVERTEK: https://downloads.overttek.com.br/ONU-OLTS/E4020/OverTek_OT-4020VW_User_Maual.pdf
72. PARRA, A., & FIGUEROA, O. (2015). LOS PROBLEMAS DE LA MOVILIDAD. SCIELO.
73. PÉREZ, R. (2012). DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTEO Y MONITOREO PARA TRÁFICO VEHICULAR. Caracas.
74. PLANZER, R. (2005). LA SEGURIDAD VIAL EN LA REGIÓN DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. SITUACIÓN ACTUAL Y DESAFIOS. Santiago: Naciones Unidas.
75. RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, R. A. (2011). MODELO DE GESTIÓN DE CONSERVACIÓN VIAL PARA REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO VIAL Y OPERACIÓN VEHICULAR EN LOS CAMINOS RURALES DE LAS POBLACIONES DE RIOBAMBA, SAN LUIS, PUNÍN, FLORES, CEVADAS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO. Ambato.
76. RUIZ DE SOMOCURCIO SALAS, A. E. (2008). CONTROL DE TRÁFICO VEHICULAR AUTOMATIZADO UTILIZANDO LÓGICA DIFUSA. Lima.
77. SILVA, D., HENEAO, J., PEDRAZA, C., & VEGA, F. (2015). USO DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES PARA EL MONITOREO DEL TRÁFICO VEHICULAR. INSTITUTO ANTIOQUEÑO DE INVESTIGACIÓN, 139-144.
78. TEC CORPORATION. (19 de Septiembre de 2017). TEC CORPORATION Pagina Oficial. Obtenido de TEC CORPORATION Pagina Oficial: <http://www.tec-corp.com.pe/sites/default/files/tyco-scats.pdf>
79. TEC CORPORATION. (21 de Junio de 2017). Traffic Engineering & Control Corporation S.A. Obtenido de Traffic Engineering & Control Corporation S.A.: http://www.tec-corp.com.pe/sites/default/files/descargas/an_introduction_to_scats_6.pdf
80. TEC CORPORATION. (12 de Agosto de 2017). Traffic Engineering & Control Corporation S.A. Obtenido de Traffic Engineering & Control Corporation S.A.: <http://www.tec-corp.com.pe/sites/default/files/scatsbooklet.pdf>
81. THOMSON, I., & BULL, A. (2002). LA CONGESTIÓN DEL TRÁNSITO URBANO: CAUSAS Y CONSECUENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES. REVISTA DE LA CEPAL, 109-121.
82. TOLENTINO C., M. (2014). ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO A NIVEL NACIONAL. I TRIMESTRE 2014 VS 2013. Lima.
83. UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. (30 de ABRIL de 2012). REDES ÓPTICAS PASIVAS CON CAPACIDAD DE GIBABIT:

CARACTERÍSTICAS GENERALES. Obtenido de UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES.

84. UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA. (2013). PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA (Versión Preliminar). Tacna.
85. VARA HORNA, A. A. (2012). 7 PASOS PARA UNA TESIS EXITOSA 3a edición. Lima: Universidad San Martin de Porres.
86. VASCONCELLOS, E. A., & MENDONÇA, A. (2015 - 2016). OBSERVATORIO DE MOVILIDAD URBANA. Caracas.

ANEXOS**ENCUESTA PARA LA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR DE LA AV MUNICIPAL ENTRE EL OVALO CUSCO Y EL SERVICENTRO LA ESPERANZA.**

Estimado ciudadano, tenga Ud. un buen día, la siguiente encuesta servirá para reunir cierta información que personalmente opina sobre el tráfico vehicular y las acciones que se deben tomar para mejorarlo, sírvase a responder de la manera más sincera posible las siguientes preguntas.

1. ¿Cuál es el nivel de caos vehicular que considera Ud., tiene la Av Municipal desde el Ovalo Cusco hasta el Servicentro la Esperanza? [I.03]
 - a) Muy alto
 - b) Alto
 - c) Regular
 - d) Bajo
 - e) Nada

2. ¿Cuál es el nivel de satisfacción que tiene Ud. con el sistema de semaforización de la zona? (ubicación, cantidad, tiempo del cronometro, etc.) [I.02]
 - a) Muy alto
 - b) Alto
 - c) Regular
 - d) Bajo
 - e) Nada

3. ¿Qué tan importante cree usted que signifique priorizar el mejoramiento del tráfico vehicular mediante la corrección del actual sistema de semaforización? [I.01]
 - a) Muy alto
 - b) Alto
 - c) Regular
 - d) Bajo
 - e) Nada

4. ¿Diariamente cuál es el nivel de pérdida de tiempo que sufre usted estancado en el tráfico vehicular? [I.03]
 - a) Muy alto
 - b) Alto
 - c) Regular
 - d) Bajo
 - e) Nada

5. ¿Cuál es el nivel de satisfacción que tiene con el actual programa de tránsito vehicular de la zona (señalización, peatones, vehículos, calles, etc)? [I.02]
 - a) Muy alto
 - b) Alto
 - c) Regular
 - d) Bajo
 - e) Nada

6. ¿Cuál es el nivel de importancia que le daría usted a lo siguiente? Desearía que los semáforos detecten la cantidad de vehículos y de acuerdo a ello aumente el cronometro de las fases (VERDE, ÁMBAR, ROJO) [I.01]
 - a) Muy alto
 - b) Alto

- c) Regular
 - d) Bajo
 - e) Nada
7. En comparación con otras ciudades del Perú, ¿Cuál cree usted que es el nivel de actualización del sistema semafórico de TACNA? [I.01]
- a) Muy alto
 - b) Alto
 - c) Regular
 - d) Bajo
 - e) Nada
8. ¿Cuál cree usted que es el nivel de contaminación ambiental producido por el tráfico vehicular? [I.03]
- a) Muy alto
 - b) Alto
 - c) Regular
 - d) Bajo
 - e) Nada
9. ¿Cuál cree usted que es el nivel de pérdida de combustible al estar estancado en el tráfico? [I.03]
- a) Muy alto
 - b) Alto
 - c) Regular
 - d) Bajo
 - e) Nada
10. ¿Qué nivel de responsabilidad cree usted que tiene el sistema de semaforización con respecto a los accidentes de tránsito? [I.02]
- a) Muy alto
 - b) Alto
 - c) Regular
 - d) Bajo
 - e) Nada

ENCUESTA PARA EL DIAGNOSTICO DE LA RED DE CONECTIVIDAD DE DATOS DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA.

La siguiente encuesta tiene como finalidad, evaluar la actual red de conectividad de datos de la Municipalidad Distrital Coronel Gregorio Albarracin Lanchipa, sírvase a responder de la manera más sincera posible las siguientes preguntas.

Interrogante	0% - 20% 1 Nada aceptable	20% - 40% 2 Poco aceptable	40% - 60% 3 Medianamente aceptable	60% - 80% 4 Aceptable	80% - 100% 5 Muy aceptable
1. ¿Cuál es el nivel de aprovechamiento de ancho de banda de la red? [I.01]					
2. ¿Cuál es el nivel de apoyo a la población con los servicios actuales? [I.02]					
3. ¿Cómo considera el nivel de aprovechamiento de los divisores de la red? [I.01]					
4. Como operador de videovigilancia, ¿Cuál es el nivel de monitoreo de las calles del distrito? [I.02]					
5. ¿Cómo considera el nivel de convergencia de la red actual? [I.01]					
6. ¿Cuál es nivel de disponibilidad de los servicios actuales? [I.01]					
7. ¿Cómo calificaría la cantidad de servicios que brinda la red, teniendo en cuenta la capacidad total que soporta? [I.01]					
8. ¿Cuál es el nivel de apoyo a los pedidos de auxilio que la población emite con la configuración actual de cámaras de vigilancia de la red? [I.02]					
9. ¿Cómo considera el nivel de aprovechamiento de almacenamiento de la red? [I.01]					
10. ¿Cómo considera usted el nivel de detección de incidencias de seguridad ciudadana del distrito con la red actual? [I.02]					
11. ¿Cuál cree usted que es el nivel de detección de infracciones de tránsito con la red actual? [I.02]					

ENCUESTA PARA EL DIAGNOSTICO DE LA RED DE CONECTIVIDAD DE DATOS PROPUESTA PARA LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA.

La siguiente encuesta tiene como finalidad, evaluar la red de conectividad de datos que se propone, para la Municipalidad Distrital Coronel Gregorio Albarracin Lanchipa, sírvase a responder de la manera más sincera posible las siguientes preguntas.

Interrogante	0% - 20% 1 Nada aceptable	20% - 40% 2 Poco aceptable	40% - 60% 3 Medianamente aceptable	60% - 80% 4 Aceptable	80% - 100% 5 Muy aceptable
1. Con la red propuesta ¿Cuál será el nivel de aprovechamiento del ancho de banda utilizado por todos los servicios? [I.01]					
2. ¿Cuál será el nivel de apoyo a la población con la integración del servicio de semaforización inteligente? [I.02]					
3. ¿Cómo considera el nivel de aprovechamiento de los divisores con la red propuesta? [I.01]					
4. Con la red propuesta, como operador de videovigilancia, ¿Cuál es el nivel de monitoreo de las calles del distrito? [I.02]					
5. ¿Cuál es el nivel de convergencia de la red propuesta? [I.01]					
6. ¿Cómo calificaría la disponibilidad de los servicios de la red propuesta? [I.01]					
7. ¿Cómo calificaría la cantidad de servicios que brinda la red propuesta, teniendo en cuenta la capacidad total que soporta? [I.01]					
8. Con la red propuesta, ¿Cuál es el nivel de apoyo a los pedidos de auxilio que la población emite con la configuración actual de cámaras de vigilancia de la red? [I.02]					
9. ¿Cómo considera el nivel de aprovechamiento de almacenamiento de la red propuesta? [I.01]					
10. Con la red propuesta, ¿Cómo considera usted el nivel de detección de incidencias de seguridad ciudadana del distrito con la red actual? [I.02]					
11. Con la red propuesta, ¿Cuál cree usted que es el nivel de detección de infracciones de tránsito? [I.02]					