



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN,**  
**TELECOMUNICACIONES E INDUSTRIAL**  
**Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones**

**TEMA:**

---

“MONITOREO Y VIDEOVIGILANCIA DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE  
COLECTIVO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO BASADO EN  
IOT”

---

Proyecto de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**      Comunicaciones Inalámbricas

**AUTOR:**                                      Tatiana Katherine Aguilar Arcos

**TUTOR:**                                      Ing. Giovanni Danilo Brito Moncayo

AMBATO- ECUADOR

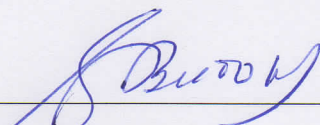
Mayo 2019

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación, sobre el tema: “MONITOREO Y VIDEOVIGILANCIA DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE COLECTIVO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO BASADO EN IOT”, de la señorita TATIANA KATHERINE AGUILAR ARCOS , estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones de la Facultad de Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato mayo, 2019

EL TUTOR

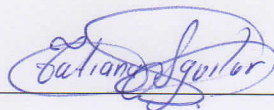
  
\_\_\_\_\_  
Ing. Giovanni Danilo Brito Moncayo, Mg



## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “MONITOREO Y VIDEOVIGILANCIA DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE COLECTIVO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO BASADO EN IOT”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad de autor.

Ambato mayo, 2019



---

Tatiana Katherine Aguilar Arcos

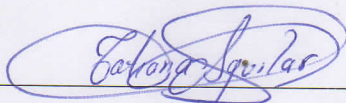
CC: 1804603106

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato mayo, 2019



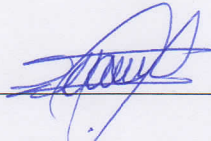
---

Tatiana Katherine Aguilar Arcos

CC: 1804603106

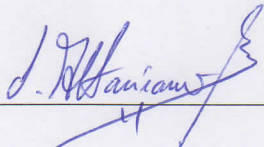
## APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los Señores Docentes Ing. Santiago Altamirano e Ing. Clara Sánchez revisaron y aprobaron el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “MONITOREO Y VIDEOVIGILANCIA DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE COLECTIVO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO BASADO EN IOT”, presentado por la señorita TATIANA KATHERINE AGUILAR ARCOS de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica Ambato.



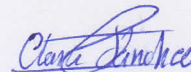
Ing. Pilar Urrutia, Mg. Sc.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Ing. Santiago Altamirano

DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Clara Sánchez

DOCENTE CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

*El esfuerzo y dedicación de mi carrera se lo dedico A mi padre, pilar fundamental en mi vida y quien me ha enseñado a luchar por mis sueños y ser mejor persona, hija y estudiante siempre.*

*A mi madre, quien oriento mis primeros pasos desde pequeña, quien forjó mi carácter y mi forma de ser, quien me apoyó y me cuidó siempre.*

*A mi hermana, mi mejor amiga que me conoce como la palma de su mano y quien me alentó siempre en este recorrido.*

*A mi abuelita Miche que me ha dejado una lección muy grande y a quien extraño mucho.*

***Tatiana Katherine Aguilar Arcos***



## AGRADECIMIENTO

*A Dios, por darme sabiduría en mi vida y a la Virgencita por haberme guiado cada uno de mis pasos y darme la fuerza para superar cada obstáculo que se presentó.*

*A mi familia, por el apoyo incondicional en todo sentido para culminar esta etapa.*

*A los docentes de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial por todos los conocimientos impartidos, de manera especial al Ing. Brito por guiarme para la culminación de este proyecto.*

*Al Ing. Jorge Araujo del departamento administrativo de la Universidad Técnica de Ambato.*

*Andrés Sebastián por el apoyo incondicional.*

*A mis amigos MAGYC por los buenos y malos momentos en nuestra etapa universitaria y a todos quienes me brindaron ayuda cuando más lo necesite.*

***Tatiana Katherine Aguilar Arcos***

## ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR .....	i
AUTORÍA .....	ii
DERECHOS DE AUTOR .....	iii
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
RESUMEN .....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	xviii
CAPITULO I .....	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.3 DELIMITACIÓN .....	4
1.3.2 Delimitación espacial.....	4
1.3.3 Delimitación temporal .....	4
1.3.1 Delimitación de contenidos .....	4
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.5 OBJETIVOS .....	6
1.5.1 Objetivo general.....	6
1.5.2 Objetivos específicos .....	6
CAPITULO II .....	7
MARCO TEÓRICO .....	7
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	7
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	9
2.2.1 Internet de las cosas (IOT).....	9
2.2.2 Tecnologías inalámbricas y sistema de comunicaciones.....	12
2.2.3 Radioenlace.....	15

2.2.4 Cálculo de presupuesto del enlace .....	20
2.2.5 Antenas .....	26
2.2.6 Sistemas de videovigilancia.....	30
2.2.7 Sistemas de monitoreo .....	31
2.2.8 Telefonía móvil.....	35
2.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....	38
CAPITULO III.....	39
METODOLOGÍA.....	39
3.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	39
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	40
3.3 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	44
3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	44
3.5 DESARROLLO DEL PROYECTO .....	44
CAPITULO IV .....	46
DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	46
4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	46
4.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RECORRIDOS .....	46
4.3 SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DEL MONITOREO Y SEGURIDAD ...	59
4.4 PARÁMETROS TÉCNICOS DEL SISTEMA .....	61
4.4.1 Sistema electrónico de las unidades de transporte.....	62
4.4.2 Sistema de alarma .....	67
4.4.3 Sistema de localización.....	69
4.4.4 Dispositivos de red.....	71
4.4.5 Comunicación 3G / 4G .....	73
4.4.6 Sistema de videovigilancia .....	74
4.4.7 Selección de servidor .....	76
4.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO Y VIDEOVIGILANCIA.....	78
4.5.1 Instalación del servidor LAMP .....	78
4.5.2 Configuración del módulo GPS .....	84
4.5.3 Configuración del botón de pánico .....	89
4.5.4 Configuración del sistema de comunicaciones.....	93
4.5.5 Configuración del sistema de videovigilancia .....	98
4.5.6 Sistema de alimentación .....	102
4.6 INTERFAZ GRÁFICA DE LA APLICACIÓN MÓVIL Y WEB.....	103

4.6.1 Portada de la aplicación del sistema de monitoreo y videovigilancia .....	104
4.6.2 Interfaz estudiantes .....	104
4.6.3 Interfaz administrador.....	106
4.7 DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA DE MONITOREO Y VIDEOVIGILANCIA .....	107
4.8 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS .....	107
4.9 PRESUPUESTO DEL PROTOTIPO .....	115
4.10 ANÁLISIS DE ANCHO DE BANDA .....	116
4.10.1 Ancho de banda del acceso a GPS/Ubicación .....	119
4.10.2 Ancho de banda para la transmisión de video .....	119
4.10.3 Dimensionamiento de ancho de banda total .....	119
4.11 CÁLCULOS DE PROPAGACIÓN DE ENLACES DE RADIO .....	120
4.11.1 Selección de puntos de repetición.....	120
4.11.2 Selección de equipos de radiofrecuencia de banda ancha .....	124
4.11.3 Selección de equipos de respaldo e infraestructura .....	126
4.11.4 Topología de la red .....	128
4.11.5 Cálculo de la 1ra zona de fresnel (m): .....	129
4.11.6 Cálculo de pérdidas en el espacio libre.....	130
4.11.7 Cálculo de la potencia recibida .....	131
4.11.8 Cálculo del margen de umbral .....	131
4.11.9 Cálculo del margen de desvanecimiento.....	132
4.11.10 Simulación .....	133
4.11.11 Perfiles de los terrenos de los radioenlaces (Software PTP LINKPlanner).....	136
4.12 PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LOS ENLACES Y UNIDADES DE TRANSPORTE.....	139
4.13 PRESUPUESTO TOTAL.....	143
CAPITULO V .....	144
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	144
5.1 CONCLUSIONES .....	144
5.2 RECOMENDACIONES.....	145
BIBLIOGRAFÍA .....	147
ANEXOS .....	153
ANEXO A.....	153
CONVENIO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL .....	153



ANEXO B.....	155
RECORRIDO DE LAS 11 UNIDADES .....	155
ANEXO C.....	166
REGLAMENTO PARA EL CONTROL DE VEHÍCULOS DEL SECTOR PÚBLICO .....	166
ANEXO D.....	168
CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN.....	168
ANEXO E.....	171
INFORME DE LAS PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO .....	171
ANEXO F .....	181
ENLACE –CAMPUS-UTA-LINK PLANNER .....	181

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1.- Comparativa entre tecnologías de redes WPAN .....	13
Tabla 2. 2.- Comparativa de las variaciones del estándar 802.11x.....	13
Tabla 2. 3.- Altura de curvatura terrestre.....	22
Tabla 2. 4.- Pérdida de cables de acuerdo a la frecuencia .....	23
Tabla 2. 5.- Valores del factor de rugosidad de acuerdo al tipo de terreno .....	25
Tabla 2. 6.- Factor climático .....	25
Tabla 2. 7.- Cuadro comparativo de los parámetros técnicos de los tipos de antenas ....	29
Tabla 2. 8.- Características técnicas del módulo GPS u-blox NEO-6M.....	34
Tabla 4. 1.- Listado de vehículos de la Universidad Técnica de Ambato .....	48
Tabla 4. 2.- Código de trabajo por conductor de cada unidad de la Universidad Técnica de Ambato.....	48
Tabla 4. 3.- Cronograma de trabajo septiembre -diciembre 2018 .....	49
Tabla 4. 4.- Horarios de recorrido para el personal de la Universidad Técnica de Ambato.....	49
Tabla 4. 5.- Costo anual de las unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato .....	50
Tabla 4. 6.- Recorrido 1 .....	51
Tabla 4. 7.- Recorrido 2 .....	52
Tabla 4. 8.- Recorrido 3 .....	53
Tabla 4. 9.- Recorrido 4 y Recorrido 5 .....	54
Tabla 4. 10.- Recorrido 6 y Recorrido 7 .....	55
Tabla 4. 11.- Recorrido 8 .....	56
Tabla 4. 12.- Recorrido 9 y Recorrido 10 .....	57
Tabla 4. 13.- Recorrido 11 .....	58
Tabla 4. 14.- Tabla comparativa de puertos de comunicación .....	63
Tabla 4. 15.- Cuadro comparativo de los procesadores.....	63
Tabla 4. 16.- Cuadro comparativo de la unidad de almacenamiento.....	64
Tabla 4. 17.- Comparación de modelos actuales de Raspberry .....	66
Tabla 4. 18.- Cuadro comparativo de los sistemas de alarma.....	68
Tabla 4. 19.- Cuadro comparativo de módulos GPS .....	70
Tabla 4. 20.- Cuadro comparativo de los dispositivos de red.....	72
Tabla 4. 21.- Cuadro comparativo de los equipos de comunicación 3G y 4G .....	73
Tabla 4. 22.- Comparación de cámaras IP .....	75
Tabla 4. 23.- Equipos grabadores de video DVR .....	76
Tabla 4. 24.- Parámetros de operadoras del Ecuador .....	94
Tabla 4. 25.- Parámetros del router para administrador y usuario.....	96
Tabla 4. 26.- Valores medidos por el módulo y dispositivo android.....	109
Tabla 4. 27.- Elementos utilizados en el prototipo .....	116
Tabla 4. 28.- Consumo de ancho de banda de las aplicaciones .....	117
Tabla 4. 29.- Dimensionamiento de ancho de banda .....	120

Tabla 4. 30.- Distancias de los enlaces entre campus.....	121
Tabla 4. 31.- Canales de frecuencia disponibles en Ecuador.....	121
Tabla 4. 32.- Coordenadas geográficas de los puntos de repetición.....	122
Tabla 4. 33.- Distancias entre estación A y estación B.....	123
Tabla 4. 34.- Selección de equipos de radiofrecuencia para el enlace.....	124
Tabla 4. 35.- Selección de antenas sectoriales.....	125
Tabla 4. 36.- Selección de antenas omnidireccionales.....	125
Tabla 4. 37.- Equipos de infraestructura para el enlace.....	126
Tabla 4. 38.- Cálculo de la zona de fresnel.....	129
Tabla 4. 39.- Cálculo de pérdidas en el espacio.....	130
Tabla 4. 40.- Cálculo de potencia recibida.....	131
Tabla 4. 41.- Cálculo del margen de umbral.....	132
Tabla 4. 42.- Cálculo del margen de desvanecimiento.....	132
Tabla 4. 43.- Cuadro comparativo de software para realizar radioenlaces.....	133
Tabla 4. 44.- Presupuesto de equipos de los puntos de repetición.....	139
Tabla 4. 45.- Presupuesto de arrendamiento.....	140
Tabla 4. 46.- Presupuesto de equipos de los puntos de repetición.....	140
Tabla 4. 47.- Presupuesto de arrendamiento.....	141
Tabla 4. 48.- Presupuesto de equipos de los puntos de repetición.....	141
Tabla 4. 49.- Presupuesto de equipos para la unidad de transporte.....	142
Tabla 4. 50.- Presupuesto total del prototipo.....	143
Tabla 4. 51.- Presupuesto total del sistema con el radio enlace.....	143

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1.- Ejemplo de la internet de las cosas (IoT) [11] .....	9
Figura 2. 2.- Arquitectura de la internet de las cosas (IoT) [12].....	10
Figura 2. 3.- Esquemas de conexión de (IoT) [12] .....	11
Figura 2. 4.- Protocolos de IoT [13] .....	11
Figura 2. 5.- Pronóstico del crecimiento masivo del IoT [14] .....	12
Figura 2. 6.- Tecnologías inalámbricas [15] .....	12
Figura 2. 7.- Arquitectura de LMDS [19] .....	15
Figura 2. 8.- Estructura de sistemas MMDS [20] .....	15
Figura 2. 9.- Elementos de radioenlace [22] .....	16
Figura 2. 10.- Topología punto a punto [24].....	17
Figura 2. 11.- Topología punto a multipunto [24] .....	17
Figura 2. 12.- Modelo de una red Mesh [25] .....	18
Figura 2. 13.- Modelos de propagación [26] .....	18
Figura 2. 14.- Modelo de propagación Walfisch [26].....	19
Figura 2. 15.- Parámetros de modelo Hata [26].....	20
Figura 2. 16.- Zona de fresnel [29] .....	21
Figura 2. 17.- Patrón de radiación.....	27
Figura 2. 18.- Antena dipolo simple [33].....	28
Figura 2. 19.- Antena omnidireccional [33] .....	28
Figura 2. 20.- Antena sectorial.....	29
Figura 2. 21.- Sistemas de videovigilancia [35] .....	30
Figura 2. 22.- Arquitectura de una cámara IP [34] .....	31
Figura 2. 23.- Sistema de cámaras para transporte público [37].....	31
Figura 2. 24.- Sistema de cámaras para transporte público[38].....	32
Figura 2. 25.- A) Constelaciones de satélites de la Tierra B) Método matemático trilateración .....	32
Figura 2. 26.- Coordenadas geográficas de GPS .....	33
Figura 2. 27.- Módulo GPS u-blox NEO-6M .....	34
Figura 2. 28.- Conexiones del módulo GPS U-BLOX NEO-6M [39] .....	35
Figura 2. 29.- Generaciones de la telefonía móvil .....	35
Figura 4. 1.- Unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato..	47
Figura 4. 2.- Sistema de monitoreo Hunter.....	59
Figura 4. 3.- Sistema Hunter con conexión al correo .....	60
Figura 4. 4.- Alerta del botón de pánico hacia el correo del administrador por Hunter .	60
Figura 4. 5.- Botón de pánico .....	61
Figura 4. 6.- Diagrama de bloques del sistema electrónico de las unidades y el sistema de monitoreo .....	62
Figura 4. 7.- Diagrama de pines de Raspberry PI 3 + .....	64
Figura 4. 8.- Configuración BCM y BOARD.....	65
Figura 4. 9.- Esquema del modo de trabajo del botón de pánico [43] .....	69



Figura 4. 10.- Interfaz de Hostinger Manage Databases.....	77
Figura 4. 11.- Programas para trabajar con la SD.....	79
Figura 4. 12.- Configuración del sistema operativo por medio de raspi-config.....	80
Figura 4. 13.- Instalación de apache.....	81
Figura 4. 14.- Configuración de phpmyadmin.....	82
Figura 4. 15.- Configuración de PHP.....	83
Figura 4. 16.- Conexión del módulo GPS a la Raspberry.....	84
Figura 4. 17.- Datos geográficos en NMEA.....	86
Figura 4. 18.- Adquisición de coordenadas geográficas desde GPS y Raspberry pi.....	87
Figura 4. 19.- Selección de latitud longitud desde la Raspberry.....	87
Figura 4. 20.- Diagrama de flujo del archivo ta.py.....	88
Figura 4. 21.- Visualización de las coordenadas desde la API de Google.....	89
Figura 4. 22.- Conexión del botón de pánico a la Raspberry.....	90
Figura 4. 23.- Esquema de funcionamiento de SMTP.....	90
Figura 4. 24.- Configuración del archivo ssmtp.conf.....	91
Figura 4. 25.- Diagrama de flujo del archivo BOTON.py.....	92
Figura 4. 26.- Visualización de envío de alerta por correo institucional.....	93
Figura 4. 27.- Diagrama de conexión a internet de las unidades de transporte.....	93
Figura 4. 28.- Interfaz de configuración acceso 3G/4G.....	95
Figura 4. 29.- Diagrama de conexión a internet en el sistema de monitoreo.....	97
Figura 4. 30.- Port Forwarding.....	98
Figura 4. 31.- Conexión de la cámara DCS 932l.....	98
Figura 4. 32.- Enlace directo a la interfaz de la cámara.....	99
Figura 4. 33.- Acceso a internet por medio de módem 3G.....	100
Figura 4. 34.- Configuración servidor FTP.....	100
Figura 4. 35.- Diagrama de flujo de la visualización de la cámara.....	101
Figura 4. 36.- Convertidor voltaje DC-DC Step-Down 3A LM2596.....	102
Figura 4. 37.- Diseño del sistema de potencia.....	102
Figura 4. 38.- Esquema de los elementos e impresión de la placa de potencia.....	103
Figura 4. 39.- Árbol del sitio web y aplicación.....	103
Figura 4. 40.- Interfaz de portada.....	104
Figura 4. 41.- Interfaz gráfica de acceso estudiantes.....	105
Figura 4. 42.- Interfaz gráfica de acceso administrador.....	106
Figura 4. 43.- Diagrama general del sistema de monitoreo y videovigilancia.....	107
Figura 4. 44.- Instalación del sistema de monitoreo y videovigilancia en la unidad de transporte.....	107
Figura 4. 45.- Consola de Raspberry Pi.....	108
Figura 4. 46.- A) Datos por UBLOX NEO 6M B) Smartphone Android.....	108
Figura 4. 47.- Ciclo de trabajo de las bases de datos.....	110
Figura 4. 48.- Comparación de bases de datos.....	111
Figura 4. 49.- Ventana de localización de la unidad y paradas cercanas.....	112
Figura 4. 50.- Recorrido de la unidad en ventana localización.....	112
Figura 4. 51.- Sistema propio de prueba de la cámara DCS 932l.....	113
Figura 4. 52.- Sistema de cámara en funcionamiento.....	113
Figura 4. 53.- Usuario pulsando el botón de pánico.....	114

Figura 4. 54.- Alerta de botón de pánico y envío por correo electrónico .....	114
Figura 4. 55.- Test de la velocidad de ancho de banda en la página Speed Test For Ookla.....	115
Figura 4. 56.- Variación del consumo por aplicación.....	118
Figura 4. 57.- Promedio de las aplicaciones por usuario .....	118
Figura 4. 58.- Diseño de enlace entre los 3 campus de la Universidad Técnica de Ambato.....	121
Figura 4. 59.- Puntos de repetición de Campus Ingahurco, Campus Huachi y Campus Querochaca .....	122
Figura 4. 60.- Captura de air-Link de Ubiquiti .....	123
Figura 4. 61.- Esquema de conexión en cada torre del punto de repetición .....	128
Figura 4. 62.- Esquema de conexión de la unidad de transporte y equipos de telecomunicaciones.....	128
Figura 4. 63.- Topología de la red .....	129
Figura 4. 64.- Simulación de la radio enlace en Link Planner.....	135
Figura 4. 65.- Enlace de la Universidad Técnica de Ambato Campus Ingahurco y Villa LAURITA .....	136
Figura 4. 66.- Enlace Uta Ingahurco-Villa LAURITA.....	136
Figura 4. 67.- Detalles de rendimiento del enlace .....	137
Figura 4. 68.- Área de cobertura de Ingahurco .....	137
Figura 4. 69.- Área de cobertura de Villa LAURITA.....	138
Figura 4. 70.- Nodo Ingahurco en Google Maps .....	138
Figura 4. 71.- Nodo Villa LAURITA en Google Maps.....	138

## RESUMEN

El internet de las cosas (IoT) es la nueva tendencia en cuanto a tecnología y el futuro de las telecomunicaciones. Promete ofrecer un mundo revolucionario, “inteligente” y totalmente conectado a medida que las relaciones entre los objetos, su entorno y las personas estén cada vez más entrelazadas. La tecnología IoT tiene mayor aplicación actualmente en el área del transporte, permite monitorizar en tiempo real la posición de los vehículos, alertar de imprevistos o predecir la llegada al destino con gran precisión. Este trabajo de investigación presenta un sistema de monitoreo y videovigilancia de las unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato. El sistema se basa en: a) proveer de servicio de internet, b) la obtención de información de recorridos y localización y c) monitoreo y videovigilancia de las unidades. Estos servicios se visualizan en una aplicación móvil que cumple el papel de interfaz para los estudiantes y el administrador.

El proceso inicia al recibir información de los satélites de posicionamiento global (GPS), luego se envía los registros a un servidor web para extraer los datos en el computador de placa simple (SBC) del módulo administrador. Además, en una situación de riesgo el botón de pánico emite una alerta de correo electrónico la cual es verificada por el administrador por medio del sistema de videovigilancia.

Finalmente se realizó un estudio técnico para extender la cobertura de internet a cada uno de los recorridos de las unidades de transporte, con equipos disponibles en el mercado y el análisis de lugares estratégicos para obtener una mejor recepción de las antenas.

**Palabras Clave:** IoT, Videovigilancia, Redes, Alertas, Sistema de Comunicaciones, Android.

## ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) is the new trend in terms of technology and the future of telecommunications. It promises to offer a revolutionary world, "intelligent" and totally connected as the relations between objects, their environment and people are increasingly intertwined. The IoT technology has more application in the transport area, it allows to monitor in real time the position of the vehicles, to alert of unexpected events or to predict the arrival to the destination with great precision. This paper presents a monitoring and video streaming system of the collective transport units of the Technical University of Ambato. The system is based on: a) providing internet service, b) obtaining information on routes and location, c) monitoring and video streaming of the units. These services are displayed in a mobile application, which is interface for the students and the administrator.

The process begins to receive information from the global positioning satellites (GPS), then the coordinates are sent to a web server to extract the data on the single-board computer (SBC) of the administrator module. In addition, in a situation of risk the panic button issues an email alert which is verified by the administrator through the video streaming system.

Finally, a technical study was carried out to extend the internet coverage to each of the routes of the transport units, with equipment available in the market and the analysis of strategic locations to obtain a better reception of the antennas.

**Key Words:** IoT, Video Streaming, Networks, Alerts, Communications System, Android.



## INTRODUCCIÓN

La evolución del transporte colectivo se relaciona con la contribución de diversos avances tecnológicos, debidamente acoplados al desarrollo de la infraestructura de las ciudades. Por lo tanto se acelera el proceso de modernización y al mismo tiempo se ofrece un servicio de calidad que se ajusta a las nuevas exigencias del mundo moderno. Estas exigencias se encaminan a los sistemas de vigilancia, monitoreo, y conectividad englobadas en el concepto de Internet de las cosas (IoT). Buscando la mejora o solución de poder integrar estas necesidades a servicios en una sola infraestructura.

En el Ecuador, aún queda mucho por avanzar, se tienen proyectos planteados para la construcción de una Smart City en la ciudad de Cuenca, Loja y Guayaquil, pero por el momento ninguno de ellos están realizados debido a los altos costos de inversión y a la existencia de programas gubernamentales como el coordinado por el ECU 911, que no brinda información relevante a la ciudadanía.

Por otro lado, uno de los factores que se ha tomado en cuenta es la inseguridad que se presentan en los medios de transporte. Enfocándose principalmente en la escasa gestión operativa de los autobuses públicos para el control y seguridad del pasajero. Por estas razones se prevé reforzar las capacidades de los servicios de transporte, a través de un sistema capaz de monitorizar el recorrido y poder determinar si cumple con lo establecido en las normas regidas para el transporte colectivo.

En el presente proyecto se implementa un prototipo para el monitoreo y videovigilancia de las unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato, que se encuentra construido con hardware y software libre. El proyecto establece los parámetros técnicos de desarrollo y construcción del prototipo, así como también las pruebas realizadas de su funcionamiento.

El trabajo investigativo consta de cinco capítulos estructurados de la siguiente manera:

En el capítulo uno, se describe los problemas existentes con las unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato y se detalla el proceso y objetivos a desarrollarse.

En el capítulo dos, se expone investigaciones realizadas en otros países y las desarrolladas en Ecuador respecto a soluciones móviles, la fundamentación teórica que sustenta su desarrollo y la propuesta que da solución al problema planteado.

El capítulo tres, cuenta con la metodología utilizada para la ejecución del proyecto.

En el capítulo cuatro, se detalla el diseño, implementación y pruebas de funcionamiento del prototipo de monitoreo y videovigilancia de unidades de transporte colectivo y el estudio realizado para el radioenlace inalámbrico propuesto.

En el capítulo cinco, se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación.

# **CAPITULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN**

“Monitoreo y Videovigilancia de las unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato basado en IoT.”

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El transporte público resulta de vital importancia para la circulación de un gran número de personas a un lugar o destino determinado. De igual manera el transporte colectivo es un servicio de modo privado que brinda algunas universidades del mundo, con el propósito de cubrir necesidades de traslado de los estudiantes universitarios durante el desempeño de la vida académica.

El transporte colectivo es uno de los temas más difíciles de gestionar y de tratar porque al incumplir con todos los parámetros de evaluación establecidos por la Unión Internacional de Transporte Público (UITP) no brinda un servicio eficiente, seguro y de calidad; declinando el desarrollo y progreso global[1].

EUROTEST presentó un informe donde realizó un análisis del transporte público en 23 de las ciudades más importantes de Europa, los puntos de evaluación fueron señalización e indicaciones, información antes y después del viaje, noticias, visualizaciones y avisos en paradas, posibilidades de comprar billetes e información online. Los resultados muestran grandes diferencias, destacando a la ciudad de Múnich (Alemania) como la mejor porque el sistema presenta conexiones rápidas, abundante información en las paradas y una página web impresionante, sin embargo, los costos del servicio son elevados. Zagreb (Croacia) fue determinada como la peor debido que

las conexiones entre terminales son lentas, la infraestructura no cuenta con seguridad apropiada para viajes a largas distancias, las frecuencias no siempre cumplían con el trayecto determinado, las paradas son escasas sin visualización dinámica y los usuarios no tenían la suficiente información de costos, rutas, ni servicios que ofrece [2].

Según los estudios del sistema de transporte público en la Zona Metropolitana de Cancún (ZMC), realizados por Roberto Orán Roque, Juan Roberto Calderón Maya y Héctor Campos Alanís se determinó algunos problemas que presenta el transporte público de esta ciudad tales como la falta de instrumentos para un adecuado diseño de las rutas, ausencia de supervisión por parte de instituciones en materia de normatividad vial, mal estado de las unidades de servicio de transporte, congestión vial y contaminación atmosférica lo que dado pauta a una lenta modernización y organización territorial del servicio[3].

La calidad del servicio del transporte público en Ecuador es uno de los temas que menos se ha tratado por lo que se ha dado mayor importancia a determinar el precio de la tarifa que se dará al servicio mas no a mejorarlo. Mientras los transportistas argumentan que no cuentan con los fondos necesarios para optimizar su servicio, los pasajeros -principalmente estudiantes- rechazan el posible incremento de pasajes, los usuarios se quejan del exceso de pasajeros en los buses, la falta de unidades, el maltrato, el largo viaje y la vetustez de los mismos [1].

Según el presidente de la Cámara Nacional de Fabricantes de Carrocerías, Luis Jácome menciona que 46 empresas de carrocerías funcionan de acuerdo a las normas de calidad y seguridad que regula el Instituto Ecuatoriano de Normalización, de estos datos se sabe que en Guayaquil circulan unas 3 800 unidades, incluidas las de la metro vía, sin embargo, para este sistema los usuarios presentan mayor inconformidad especialmente en las horas pico, los bus buses presentan exceso de velocidad e inseguridad en el trayecto hasta sus domicilios [1].

La provincia de Tungurahua es un área urbana con un crecimiento demográfico sustancial, donde el transporte público es uno de los principales medios de movilización especialmente para los ocho cantones que promueven el comercio, la gastronomía y turismo, el medio de transporte que se utiliza presenta problemas como la deficiente cantidad de unidades para cubrir con la urbe, exceso de pasajeros y un sin

número de accidentes de tránsito por no cumplir los rangos de velocidad en carreteras. La cabecera cantonal de la provincia es la ciudad de Ambato que según el análisis de la Unidad de Transporte Municipal ha determinado que alrededor de 172.000 personas viajan por día en 459 buses de cuatro cooperativas (Unión, Libertadores, Jerpazsol, Tungurahua) teniendo alta incidencia la doble jornada de trabajo que ocasiona cuatro picos de viaje diarios [1].

En cuanto al sistema de transporte escolar de colegios y escuelas en la ciudad de Ambato es también particular, es decir los usuarios seleccionan la mejor alternativa para movilizarse a cada una de las instituciones; las unidades de transporte de muchas cooperativas de transporte escolar no cuentan con sistemas de monitoreo, ni equipos que brinden la seguridad adecuada, solo se basan en una ruta aleatoria de acuerdo al lugar de vivienda de los estudiantes y una estimación de tiempo según el horario de clases y el número de ocupantes en ese transporte escolar.

Con relación al transporte colectivo en la ciudad de Ambato se encuentra tres establecimientos educativos de tercer nivel, una pública, la Universidad Técnica de Ambato (UTA) y dos privadas, la Universidad Regional Autónoma de Los Andes (UNIANDES) y la Universidad Tecnológica Indoamérica (UTI). De estas tres universidades la primera ofrece el servicio de transporte colectivo gratuito, con recorridos en las jornadas de la mañana y tarde mientras que la segunda cubre recorridos limitados porque cuenta con solo dos unidades, además no tiene un sistema de seguridad ni monitoreo y la tercera universidad no posee el servicio; con estos antecedentes podemos determinar que en Ambato el nivel de transporte colectivo cumple con los requerimientos mínimos.

La Universidad Técnica de Ambato ofrece transporte colectivo gratuito con recorridos desde las 6h00 hasta las 23h00, para facilitar la movilización de los estudiantes y personal administrativo, sin embargo, gran cantidad de estudiantes en especial de los primeros años de carrera universitaria desconocen del servicio y los diferentes recorridos que las unidades realizan por la ineficiente socialización, poca información de las rutas o por las frecuencias desordenadas de las unidades que no permite al estudiante medir sus tiempos. Muchos de los universitarios no ingresan a clases, en las primeras horas de la jornada de 7h00 y 14h00 porque conseguir el transporte colectivo que ofrece la universidad resulta difícil. En varias ocasiones las unidades se

retrasan o por problemas externos no llegan a las paradas del recorrido establecido por la Universidad Técnica de Ambato en consecuencia, los atrasos y falta a clases perjudica el nivel académico.

Actualmente las unidades no disponen de un sistema de monitoreo y videovigilancia, ocasionando que personas externas a la universidad utilicen el servicio, presentándose pérdida de objetos e inseguridad, los estudiantes y personal reciben poca información de los recorridos lo que incurre en preguntar a dónde se dirige la unidad antes de tomarla generando molestias en las dos partes, además hay un retardo de asistencia en caso de emergencias y escasa comunicación entre unidades y la administración.

### **1.3 DELIMITACIÓN**

El presente proyecto se desarrolló bajo los siguientes lineamientos.

#### **1.3.2 Delimitación espacial**

El proyecto se realizó en la Universidad Técnica de Ambato.

#### **1.3.3 Delimitación temporal**

El proyecto se desarrolló en el periodo septiembre 2018 -mayo 2019 de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

#### **1.3.1 Delimitación de contenidos**

**Área académica:** Comunicaciones.

**Línea de investigación:** Tecnologías de la Información y de la Comunicación.

**Sub- línea:** Comunicaciones Inalámbricas

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

La Universidad Técnica de Ambato cuenta con once unidades de transporte colectivo, las mismas que trabajan en las jornadas de la mañana y tarde circulando los campus de Ingahurco, Huachi Chico y Querochaca. Los problemas que presentan actualmente el transporte colectivo de la universidad inducen al desaprovechamiento del servicio, por tanto, la importancia del proyecto se basó en brindar un servicio cómodo, seguro, accesible que cumpla con el recorrido y frecuencias establecidas, que apoye con una

mejor información de los recorridos y una alerta de llegada a las paradas para evitar atrasos o falta a clases. La posibilidad de que la comunidad estudiantil universitaria, se sienta seguro con un sistema de videovigilancia en todo el trayecto y solo preocuparse en rendir mejor en el ámbito académico. Además, el sistema de monitorización debe ser constante lo que permite a la parte administrativa llevar un mejor control del cumplimiento de rutas y anunciar a los estudiantes universitarios si el transporte no cubre una ruta o si el mismo está atrasado, con la finalidad de brindar un servicio de calidad.

El presente proyecto analiza la factibilidad de entregar el servicio de internet a las unidades de transporte colectivo que tiene la institución, sin importar el lugar en el que se movilen, siempre y cuando se encuentre dentro del área de cobertura (Tres Campus). El sistema de videovigilancia propuesto prevendrá daños a las unidades, brindando seguridad y gestionando diferentes procesos o requerimientos que se presenten como: controlar que se cumpla los recorridos establecidos, que los usuarios tengan un correcto trato, que el servicio sea de uso exclusivo para personas de la universidad y en caso de emergencias o socorro poder generar alarmas instantáneas estableciendo la comunicación entre unidad y administración. Con el concepto de internet para las cosas (IoT) se insertó un modelo de monitoreo donde el administrador puede localizar a las unidades en tiempo real con la utilización del sistema de posicionamiento global (GPS) y los estudiantes posean una aplicación sincronizada con cada unidad, para conocer la posición exacta y el tiempo de las frecuencias, para evitar atrasos y contratiempos, además se diseñó un servidor que administra toda la información.

Los beneficiarios son todos los estudiantes, personal y departamento administrativo de la Universidad Técnica de Ambato, quienes tienen acceso al aplicativo móvil que brinda información del estado de recorrido de las unidades en tiempo real y contribuye a la seguridad de los usuarios.

La investigación fue factible, por la existencia de una gama de dispositivos electrónicos y de comunicación, fuentes bibliográficas, físicas y digitales, disponibilidad del investigador y los recursos económicos necesarios para el cumplimiento del proyecto. También con el apoyo de la Universidad Técnica de Ambato se realizó la instalación y pruebas de funcionamiento del prototipo.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo general**

Implementar un prototipo para el Sistema de Monitoreo y Videovigilancia en tiempo real de las unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato basado en IoT.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Analizar la situación actual de monitoreo y seguridad de las unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato.
- Determinar las tecnologías que serán aplicadas para el Monitoreo y Videovigilancia en las unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato.
- Diseñar el prototipo y aplicación móvil para el Sistema de Monitoreo y Videovigilancia en tiempo real de las unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato.



## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Utilizar un medio de transporte terrestre hoy en día es algo muy común y se ha convertido en un servicio necesario para la humanidad, desde que nos levantamos para ir al trabajo, universidad o incluso para desempeñar tareas sencillas como ir al supermercado, tanto así que gran parte de la vida gira en torno a la movilización.

Con el avance de la tecnología se busca soluciones que ayuden a mejorar el contexto social del transporte público, por esta razón y con la utilización de tecnologías inalámbricas se desarrolla en el año 2010 el trabajo de investigación con el tema “Control y Monitorización del recorrido de los buses de transporte público mediante tecnología GPS y GSM”, elaborado por Pedro Alzamora y Alex Bautista en la Universidad Politécnica Salesiana de la ciudad de Quito, donde como objetivo principal trata de innovar el transporte urbano, con la utilización de elementos asociados como son los módem GSM y GPS. El proyecto permite obtener datos de manera precisa como longitud, latitud y velocidad del vehículo monitoreado, todos estos almacenados en una base de datos local, que permitirá al operador extraer información y generar alertas al transportista para prevenir accidentes de tránsito causados por la imprudencia de los conductores de transporte público[4].

En el año 2015 en la conferencia denominada “Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON)”, José Soto, Álvaro Orozco y Sandra Estrada exponen el artículo con el tema “Technological Web Platform for Integrated Public Transport System (SITP) of the West Center Metropolitan Area in Colombia”, el cual explica un sistema que se basa en una plataforma tecnológica web llamada Megaruta.co que permite administrar la planeación, el control, la gestión y la información del sistema integrado del transporte

público del área metropolitana centro en Colombia de esta manera el usuario puede proyectar la ruta desde su origen hasta el destino mostrando los trayectos, estaciones y/o paraderos donde debe realizar transbordos y presentando un tiempo estimado de llegada ya sea caminando en vehículo, en bus alimentador o en bus articulado mientras que al administrador realiza la función de configuración y parametrización del sistema con la ayuda de los dispositivos GPS para realizar el seguimiento del bus en las rutas establecidas donde la programación se lo realizó de forma automática con ayuda de los modelos de optimización [5].

En el año 2016, se presenta el proyecto de investigación con el tema: “Diseño del sistema de video vigilancia y Seguridad para el sistema integrado de transporte urbano de la ciudad de Loja (situ)” desarrollado en la Universidad Nacional de Loja por Paula Veintimilla, el cual tiene como objetivo monitorear y administrar de forma remota los sistemas de seguridad de instalados en las unidades de transporte urbano de la ciudad de Loja, para disminuir la delincuencia; para lograr con lo propuesto se utiliza redes de fibra óptica GPON, además de las tecnologías DAS (Almacenamiento Directamente Conectado), SAN (Almacenamiento por bloques) y NAS (Almacenamiento conectado a la red) que al operar sincronizadamente se puede cumplir con tareas como almacenamiento de datos, reproducción en tiempo real de las cámaras, realizar funciones de control por IP[6].

En la conferencia de IEEE 2016 COLCOM desarrollada en Colombia, Francisco Soriano, Javier Samper, y Juan J. Martínez presentan el artículo científico con el tema “Tecnologías de las Smart Cities aplicadas al transporte sostenible. Open Data Management”, en el cual se busca herramientas para obtener un transporte eficiente y sostenible, es por eso, que se plantea un sistema que permita la publicación de datos en diferentes plataformas utilizando la tecnología CKAN (gestionar el contenido de bases de datos) para administrar y controlar los datos enviados de las unidades de transporte hacia el administrador. Con esto se pretende regular y administrar los datos de accidentes, incidentes y estado del tráfico, acceso al usuario a datos de manera ágil y transparente. El sistema está desarrollado en con una arquitectura cliente / servidor, separando el servidor de datos con el de aplicaciones utilizando HTTP y lógica de datos, esto permite generar un sistema estable y escalable mejorando representativamente su rendimiento[7].

En Ecuador se vienen desarrollando proyectos en los cuales se buscan maneras de utilizar la tecnología IoT y aplicarla al transporte público como en la provincia de Loja, Liliana Enciso, Luis Barba, José Sánchez y Pablo Quezada en junio del 2018 pusieron en marcha el proyecto llamado Sistema Integrado de Transporte Urbano “SITU” que tiene la finalidad de dar solución a las aglomeraciones de personas en horas pico y para ello se utilizó un contador de personas basado en la técnica de sensor visual o sensor cámara aplicando el algoritmo de detección de rostros Viola-Jones donde toda la información adquirida desde las imágenes es almacenada en una infraestructura basada en una nube IoT y con simulaciones del proceso de dicho algoritmo en el software MATLAB para comprobar su exactitud, todo esto para asegurar un transporte rápido, seguro, confortable y eficiente para la ciudad [8].

## 2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.2.1 Internet de las cosas (IOT)

Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) se lo puede definir como un sistema de dispositivos interrelacionados donde los escenarios son la conectividad de red y la capacidad de procesamiento que se extiende a objetos, sensores y artículos de uso diario, permitiendo que estos dispositivos generen, intercambien y consuman datos con una mínima intervención humana. La integración de internet de las cosas con la nube Cloud-IoT, permite transferir tareas de almacenamiento y procesamiento de datos para la ejecución de múltiples aplicaciones, monitorización, control y gestión de un sistema en general como se observa en la figura 2.1. [9] [10].



Figura 2. 1.- Ejemplo de la internet de las cosas (IoT) [11]

Para que el mundo del IoT sea posible son necesarias 3 elementos principales: El hardware compuesto por sensores, middleware que son sistemas de almacenamiento,

la presentación de interfaces y plataformas que permiten entender y visualizar la información [9][10].

### **Ventajas y Desventajas**

Dentro de las ventajas de IoT se puede enviar y recibir información a altas velocidades usando una infraestructura global para poder monitorizar y controlar automáticamente dispositivos con gran facilidad y a distancia, además estos sistemas son capaces de procesar esta información para tomar decisiones por sí mismos permitiendo ahorrar tiempo y dinero. Por otro lado, entre las desventajas de IoT es la escasa interoperabilidad de equipos, ocasionando que el trabajo sea complejo y exista problemas de seguridad y privacidad [10].

### **Campos de aplicación de IoT**

Los principales campos de aplicación de acuerdo a los proveedores de la tecnología IoT actualmente son: Industria, agricultura inteligente, transporte inteligente, redes inteligentes, protección ambiental inteligente, medicina, casas y edificios inteligentes.

### **Arquitectura**

El sistema es de arquitectura orientada a eventos, como se visualiza en la figura 2.2 construida de abajo hacia arriba (basada en el contexto de procesos y operaciones, en tiempo real), además las capas se pueden identificar como tecnologías específicas, y diversos componentes[12].

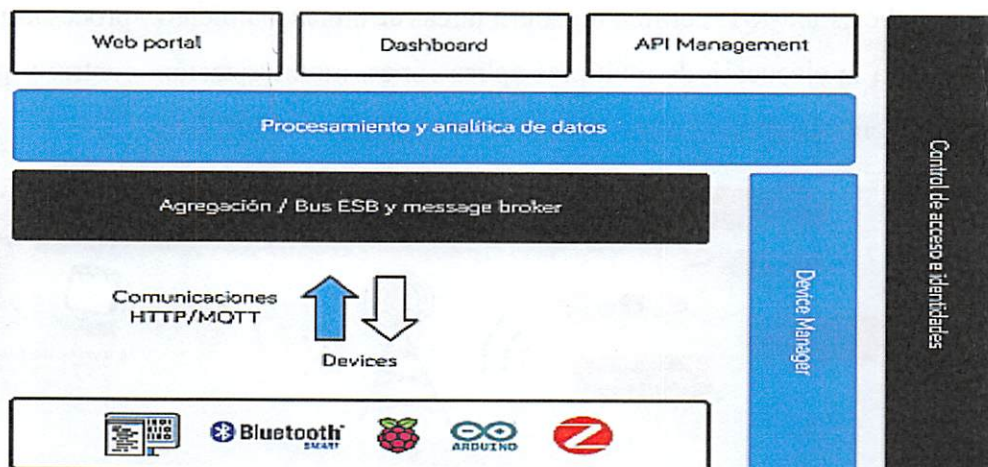


Figura 2. 2.- Arquitectura de la internet de las cosas (IoT) [12]

La primera capa usa un portal web, interfaces web y APIs, para luego procesar y analizar datos mediante comunicaciones como MQTT, HTTP, XMPP, AMQP, entre



otros, dirigido a varios dispositivos como Arduino, Raspberry, equipos con Bluetooth y sensores.

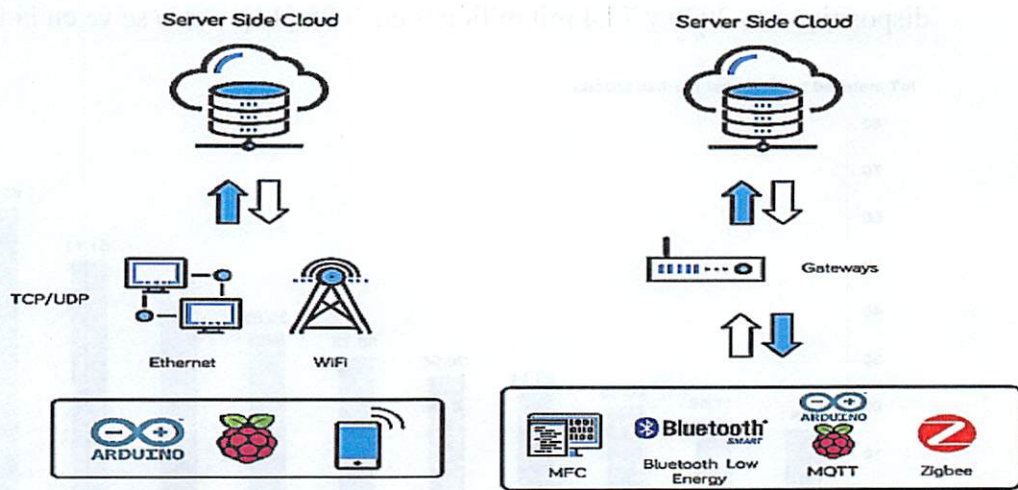


Figura 2. 3.- Esquemas de conexión de (IoT) [12]

La figura 2.3 muestra los dos modos de conectividad más comunes: el primero con los protocolos TCP o UDP y el segundo con la utilización de Gateway.

### Protocolos de comunicación

En la figura 2.4 se representa los protocolos más utilizados por la tecnología IoT, diferenciados por la capa física, red, transporte y aplicación.

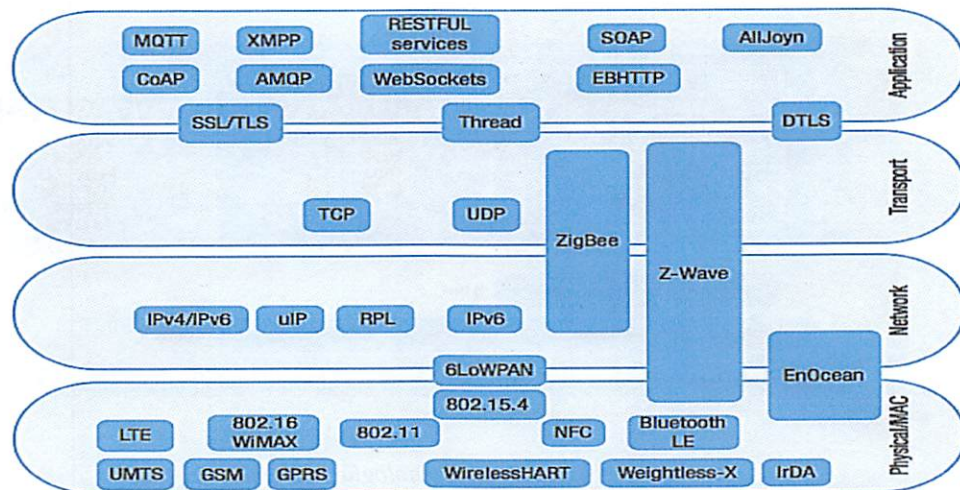


Figura 2. 4.- Protocolos de IoT [13]

### Pronóstico del crecimiento masivo del IoT

Kevin Ashton un británico, profesor del MIT usó la expresión por primera vez en 1999 pero no fue hasta el 2015 aproximadamente considerando así que hay más cosas conectadas al internet que personas en la tierra[14].

Information Handling Services (IHS) Markit pronostica que el mercado de IoT crecerá de una base instalada de 15,4 mil millones de dispositivos en 2015 a 30,7 mil millones de dispositivos en 2020 y 75,4 mil millones en 2025 [14], como se ve en la figura 2.5.

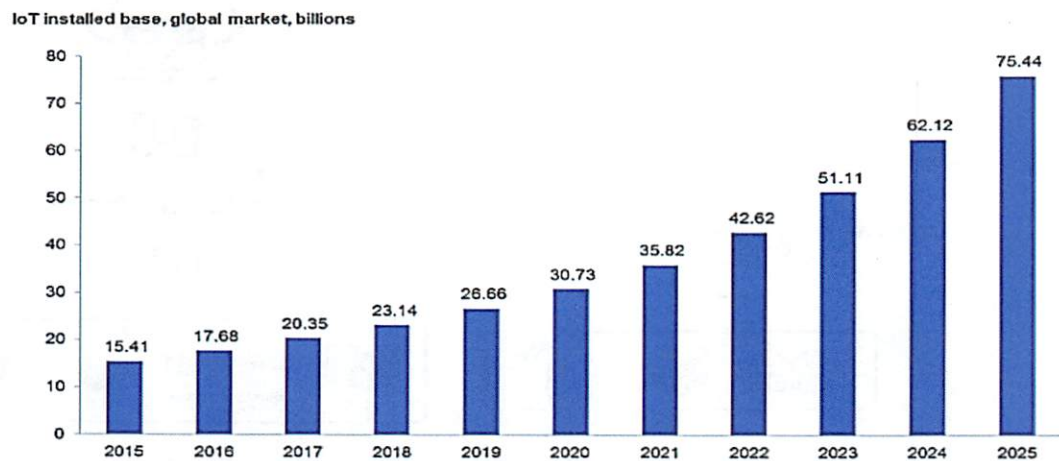


Figura 2. 5.- Pronóstico del crecimiento masivo del IoT [14]

### 2.2.2 Tecnologías inalámbricas y sistema de comunicaciones

Las tecnologías inalámbricas que presenta la figura 2.6 buscan alternativas a las redes LAN cableadas para la comunicación entre equipos como son telefonía móvil, televisión y redes de datos [15].

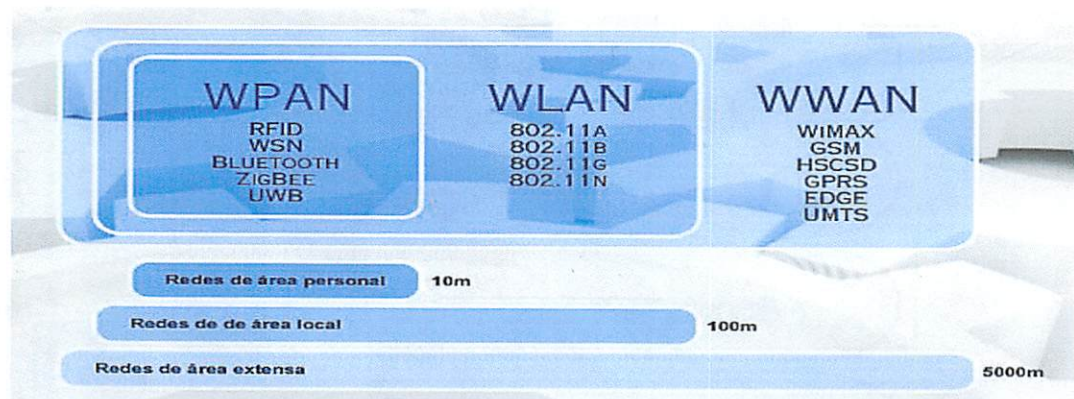


Figura 2. 6.- Tecnologías inalámbricas [15]

Un sistema de comunicación de datos inalámbrico tiene como principio básico de funcionamiento utilizar ondas de radio para llevar información de un punto a otro sin necesidad de un medio físico guiado.

#### Redes de área personal inalámbrica WPAN

La red de área personal inalámbrica WPAN (Personal Área Network) es una red de transferencia de datos para comunicaciones entre dispositivos localizados a distancias cortas, entre los estándares se puede identificar en la tabla 2.1 donde los más utilizados en esta tecnología tenemos infrarrojos, RFID, TAG, UWB, ZigBee, bluetooth regulados por el estándar IEEE 802.15[16].

*Tabla 2. 1.- Comparativa entre tecnologías de redes WPAN*

TECNOLOGÍA	BANDA DE FRECUENCIA	ALCANCE	TASA DE TX	APLICACIONES
Bluetooth	2.4 GHz	25 m	24 Mbps	Evitar el uso de cables en todo tipo de dispositivos móviles
ZigBee	2.4 GHz	75 m	250 kbps	Domótica, videovigilancia, redes de sensores
IrDA	Infrarrojos	30 cm	4 Mbps	Mandos a distancia
RFID	2,4 GHz/ 13,56 MHz / 125-148,5KHz	3cm	106 kbps	Control de inventario, seguridad, identificación.
NFC	13,56 MHz	20 cm	424 kbps	Sistemas de pago, tarjetas para el autobús.

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Fuente: "Estudio Sobre Tecnologías De Red [17]"

### Redes de área personal inalámbrica WLAN

Las redes WLAN (Wireless local área network) permiten a los usuarios acceder a la información en cualquier lugar dentro de una organización, además aportan facilidad de escalamiento y expansión gracias a su sencilla instalación y con ello poder generar más puntos de conexión especialmente con áreas de difícil acceso. En la tabla 2.2 se presenta las variaciones del estándar 802.11.

*Tabla 2. 2.- Comparativa de las variaciones del estándar 802.11x*

ESTÁNDAR	BANDA	VELOCIDAD MÁXIMA	MODULACIÓN	DESCRIPCIÓN	DESVENTAJAS
802.11	2.4 GHz ISM	2 MBIT/S	CSMA/CA	Estándar internacional que define las características de una red de área local inalámbrica (WLAN).	Muy propensas a las interferencias
802.11a	5 GHz U-NII	54 MBIT/S	OFDM	El estándar 802.11a provee ocho canales de radio en la banda de frecuencia de 5 GHz.	No es compatible con estándares 802.11b y 802.11g

802.11b	2.4 GHz	11 MBIT/S	DSSS	Tiene un alcance de hasta 300 metros. Utiliza el rango de frecuencia de 2,4 GHz con tres canales de radio	Puede ocasionar interferencias.
802.11d	2.4 MHz	1 MBIT/S 2 MBIT/S	CSMA/CA	Permite que distintos dispositivos intercambien información en rangos de frecuencia según lo que se permite en el país de origen del dispositivo.	Dificultades de interoperabilidad entre equipos de diferentes marcas
802.11g	2.4 GHz	54 MBIT/S	OFDM	Ofrece un ancho de banda elevado en el rango de frecuencia de 2,4 GHz. pueden funcionar con el 802.11b. Permite comunicación hasta 50 km con antenas parabólicas	En redes bajo el estándar g la presencia de nodos bajo el estándar b reduce significativamente la velocidad de transmisión
802.11n	2.4 GHz 5 GHz	540 MBIT/S	OFDM Mejorado	El WiFi 802.11n fue diseñado para reemplazar por completo la actual tecnología alámbrica (Ethernet) y convertirse en la tecnología dominante en redes de área local.	Será sustituido por el 802.11ac con tasas de transferencia superiores a 1 Gbps
802.11ac	5 GHz	870 MBIT/S	256 QAM	El WiFi 802.11ac es una mejora de 802.11n, la distancia con antenas puede llegar a 8 km	Será sustituido por el 802.11ad con tasas de transferencia superiores a 7 Gbps

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

*Fuente: "Cuadro Comparativo del Estándar 802.11" [18]*

### **Redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN)**

La tecnología WMAN (Wireless Metropolitan Area Network) utiliza ondas de radio o luz infrarroja para transmitir datos y permitir a los usuarios establecer conexiones inalámbricas entre varias ubicaciones dentro de un área metropolitana, sin el alto costo que supone la instalación de cables de fibra o cobre y el alquiler de las líneas. Las tecnologías más utilizadas son de distribución multipunto de canal múltiple (MMDS) y los servicios de distribución multipunto locales (LMDS).

#### **a) Sistema de distribución local multipunto (LMDS)**

Es una tecnología de conexión vía radio inalámbrica que permite gracias a su ancho de banda el despliegue de servicios fijos de voz, acceso a internet, comunicaciones de datos en redes privadas y video bajo demanda. Este sistema se encuentra regulado por el estándar 802.16.3.



Los sistemas LMDS como se muestra en la figura 2.7 constituyen por estaciones base distribuidas a lo largo de la región que se desea cubrir, y de células, también llamadas áreas de servicio, donde cada célula tiene un radio de aproximadamente de 4 kilómetros [19].

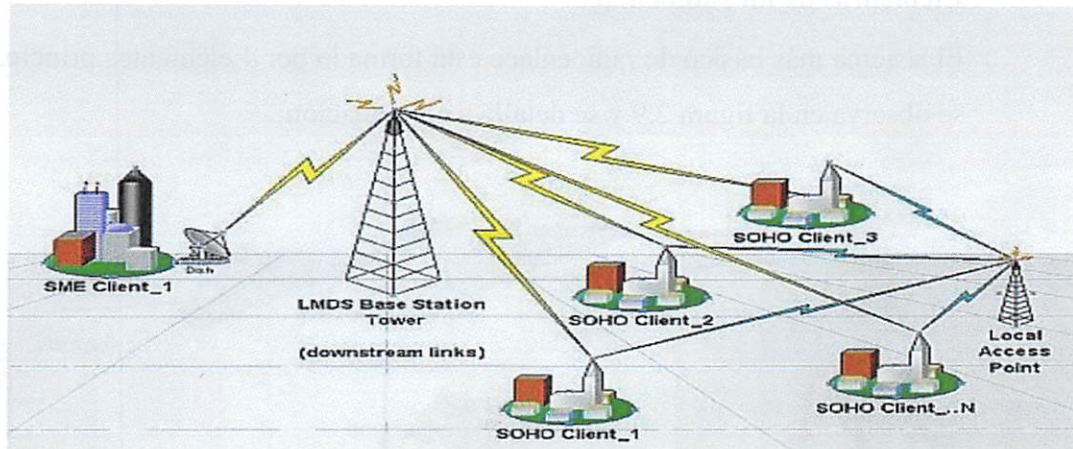


Figura 2. 7.- Arquitectura de LMDS [19]

### b) Servicio de distribución multipunto multicanal (MMDS)

Este servicio identifica a una tecnología inalámbrica para distribuir servicios de voz, video y datos sobre frecuencias de microondas en la banda de 2.600 a 2700 MHz regulada con el estándar 802.16.3 que ofrece gran cantidad de ancho de banda, de esta manera resulta sencillo la instalación como la figura 2.8 [20].

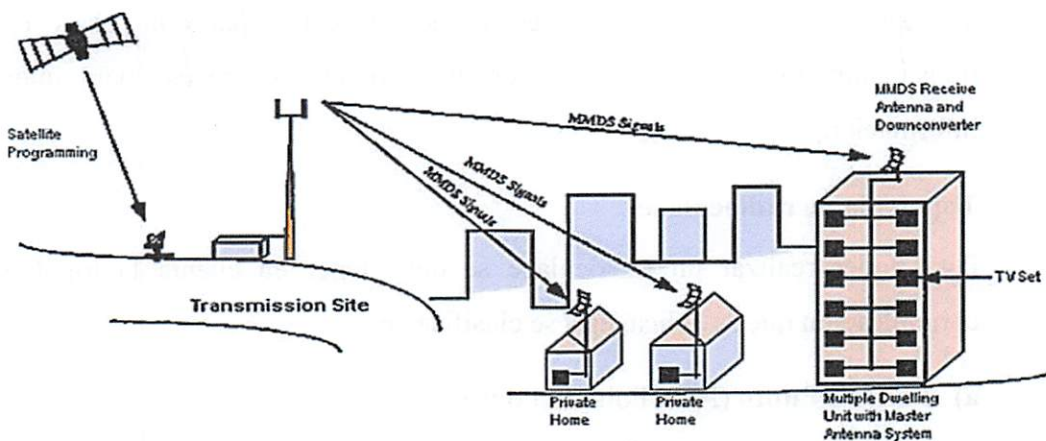


Figura 2. 8.- Estructura de sistemas MMDS [20]

### 2.2.3 Radioenlace

Un radioenlace es un sistema electrónico de comunicación que permite una conexión entre diferentes terminales de telecomunicaciones usando ondas electromagnéticas a

través de un medio no guiado, la frecuencia en que trabajan estas ondas, se sitúan en el rango de las microondas, es decir en el espectro de las altas frecuencias de 300 MHz a 300 GHz con una longitud de onda entre 1m a 1 mm[21].

### Elementos de un radioenlace

El sistema más básico de radioenlace está formado por 4 elementos principales como se observa en la figura 2.9 y se detalla a continuación:

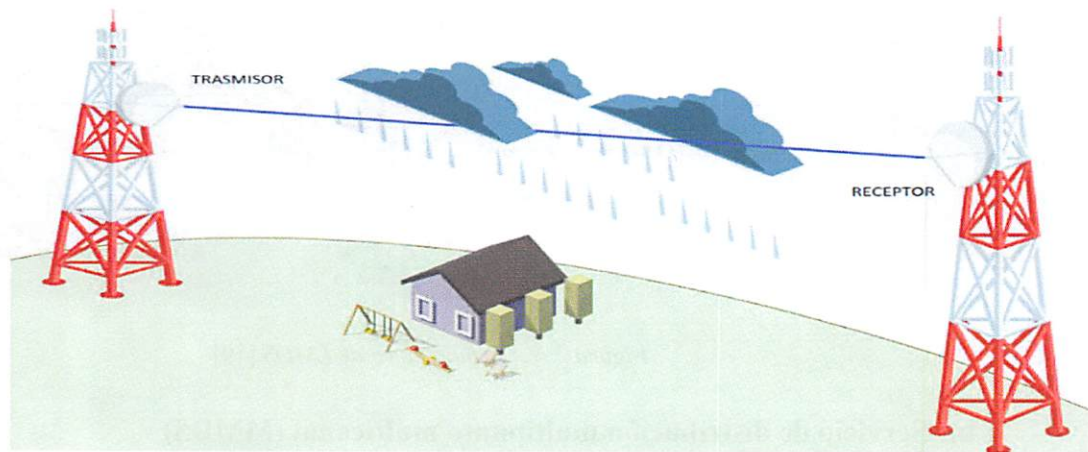


Figura 2. 9.- Elementos de radioenlace [22]

El transmisor produce una señal de microondas de una frecuencia y potencia determinada, modulada en la línea de transmisión, normalmente un cable coaxial, y llega a la antena, que emite la señal hacia el espacio libre[23]. La antena del receptor, que apunta a la del emisor, recoge la energía de la señal y la pasa a la línea de transmisión que conecta al receptor, la demodula y procesa para interpretar la información[22].

### Topología de radioenlace

Para poder realizar un radioenlace se debe tener en cuenta la topología de la comunicación que se aplica, ésta se clasifica en:

#### a) Punto a Punto (PTP: Point to Point)

Un enlace punto a punto es la comunicación entre dos nodos o antenas, para poder transmitir voz, video y datos como indica el esquema de la figura 2.10. Entre las aplicaciones más utilizadas tenemos servicios de internet, telemedicina, televisión, comunicaciones de banda ancha entre comunidades rurales, voz sobre IP, videovigilancia, entre otras. Estos enlaces se interconectan vía inalámbrica, y tienen la

ventaja de ser confiables, rápidos, rentables, flexibles, usan frecuencias no licenciadas, son de fácil instalación y resistentes[24].



Figura 2. 10.- Topología punto a punto [24]

Esta red tiene tres tipos de enlaces que interconectan los nodos, estos son:

- **Simplex:** La transacción sólo se efectúa en un solo sentido.
- **Half-duplex:** Se realiza en ambos sentidos, pero de forma alternativa.
- **Full-duplex:** Se puede llevar a cabo en ambos sentidos simultáneamente considerándolo un enlace simétrico, en caso contrario es un enlace asimétrico [24].

#### b) Punto a Multipunto (PTM: Point to multipoint)

La topología Punto a Multipunto representa una solución económica y fiable para proyectos de índole inalámbrica, teniendo un punto como nodo principal desde donde parten las comunicaciones y varios puntos clientes repartidos por las diversas edificaciones, realizando así una red inalámbrica en estrella, de manera que se conecten extensas áreas de cobertura o redes inalámbricas que cubran toda una ciudad o zonas residenciales como la figura 2.11.



Figura 2. 11.- Topología punto a multipunto [24]



### c) Multipunto a Multipunto

La topología multipunto a multipunto o redes Mesh de la figura 2.12, son aquellas que permiten que dispositivos que se encuentran fuera del rango de cobertura de los Access Point (AP) puedan unirse a la red a través de otros nodos. Los clientes pueden conectarse entre sí independientemente del AP, ya que todo nodo perteneciente a una red Mesh permite el paso de paquetes a través de él hacia otros nodos [25].



Figura 2. 12.- Modelo de una red Mesh [25]

### Modelos de propagación

Un modelo de propagación se define como el conjunto de expresiones matemáticas, diagramas y algoritmos que se usa para predecir la pérdida de la trayectoria de una señal RF entre una estación base y un receptor móvil o fijo. Además, indica cómo actuará la señal, dependiendo el ambiente en el cual exista línea de vista o un ambiente con una gran cantidad de obstáculos (montañas, edificios o árboles) [26].

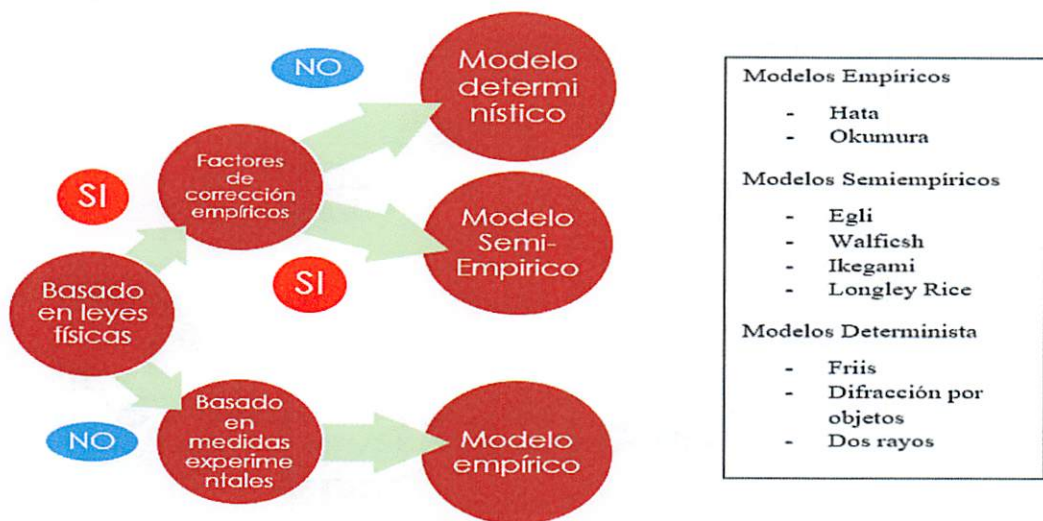


Figura 2. 13.- Modelos de propagación [26]

Los modelos de predicción se pueden clasificar en empíricos o estadísticos, teóricos o determinísticos o una combinación de los dos semi-empírico como se visualiza en la figura 2.13 [27].

**a) Modelo de propagación con línea de vista – LOS (Line of Sight).**

En este modelo la señal viaja directo, sin ningún problema ya que no hay obstáculos de por medio.

**Características**

- Cuando hay línea de vista la primera zona de Fresnel el 60 % está libre de cualquier tipo de obstrucción
- Un enlace entre dos puntos con visibilidad directa se tiene que conocer la distancia y la altura de los obstáculos, así como la altura del transmisor y el receptor [26].

**b) Modelo de propagación sin línea de vista - NLOS (Non Line of Sight).**

En este modelo la señal toma varios caminos por reflexiones, difracciones y dispersiones que se presentan en el medio, debido a esto generan distintos retardos, polarizaciones, atenuaciones y poca estabilidad respecto a la señal directa.

**Características**

- En un NLOS a medida que baja la altura de la antena, disminuye la interferencia cocanal entre celdas adyacentes.
- Reduce costos de instalación

**c) Modelo de propagación Walfisch**

Es un modelo híbrido para sistemas celulares de corto alcance de la figura 2.14, puede ser utilizado en las bandas UHF (Ultra alta frecuencia) y SHF (Súper alta frecuencia). Se utiliza para predicciones en micro células para telefonía celular[26].

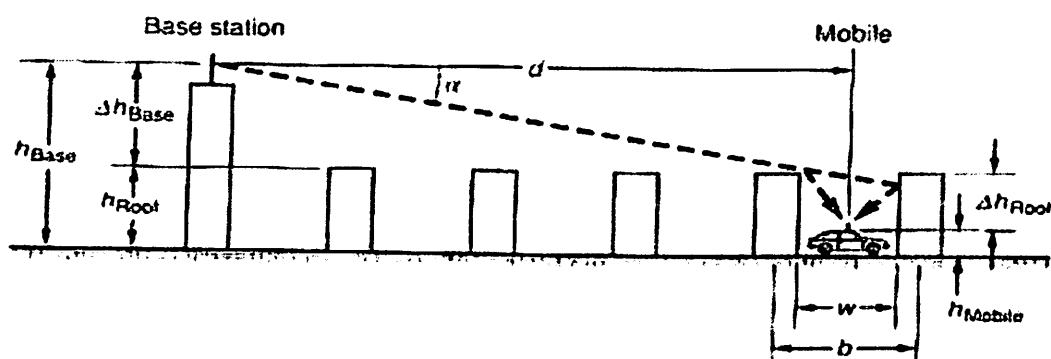


Figura 2. 14.- Modelo de propagación Walfisch [26]

Basado en parámetros como densidad de edificios, ambientes urbanos, altura promedio de los edificios, antenas, anchura de las calles, separación entre los edificios[26].

#### d) Modelo Hata

En este modelo de la figura 2.15 se obtiene una fórmula empírica para las pérdidas por propagación a partir de las mediciones hechas por Okumura. Las aproximaciones hechas por Hata involucran dividir las áreas de predicción categorizadas por el tipo de terreno:

- **Área Urbana:** Corresponde a las grandes ciudades con altas edificaciones y casas con 2 o más pisos, o donde existen una gran concentración de casas.
- **Área Suburbana:** Ciudades o carreteras en donde hay árboles y casas en forma dispersa, existen obstáculos cerca del usuario, pero no provocan congestión.
- **Área Abierta:** Son los espacios abiertos sin grandes árboles o edificaciones en el camino de la señal[26].

Los parámetros físicos a considerar para el cálculo con este modelo empírico son:

- Frecuencia de operación del sistema
- Altura de las antenas
- La distancia entre la estación base y el terminal móvil

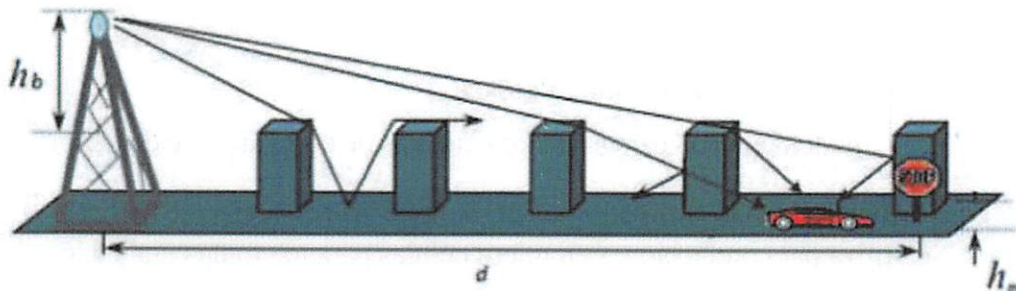


Figura 2. 15.- Parámetros de modelo Hata [26]

#### 2.2.4 Cálculo de presupuesto del enlace

El cálculo de presupuesto de un enlace son todas las variables a tomarse en cuenta en el enlace entre transmisor y receptor.

#### Zonas de Fresnel

Las zonas de Fresnel son unos elipsoides concéntricos que rodean al rayo directo de un enlace radioeléctrico y que quedan definidos a partir de las posiciones de las antenas transmisora y receptora. La primera zona de Fresnel ( $n = 1$ ) se caracteriza por el

volumen interior al elipsoide con diferencia de distancias igual a una semilongitud de onda o diferencia de fases de  $180^\circ$  [28].

La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel, mientras que el restante se denomina zona prohibida. Para establecer las zonas de Fresnel primero se determina la línea de vista (LOS), que en términos simples es una línea recta entre la antena transmisora y la antena receptora, como se puede observar en la figura 2.16.

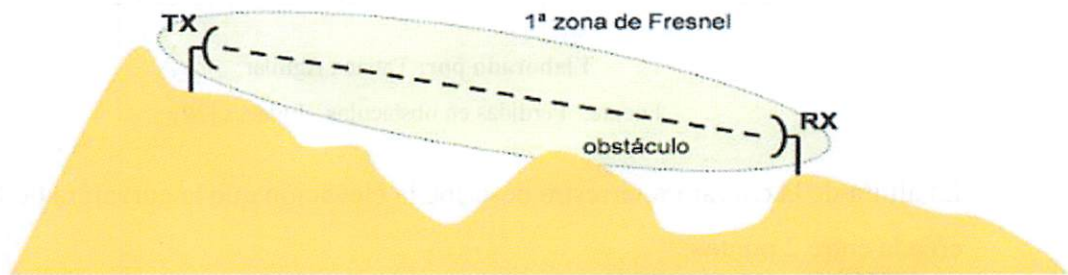


Figura 2. 16.- Zona de fresnel [29]

En la primera zona de Fresnel es donde viaja la mayor parte de la energía, la ecuación aplicada para calcular su radio es:

$$r = 17.32 \sqrt{\frac{(d_1 d_2)}{df}}$$

**Donde:**

$d_1$  : Distancia al obstáculo desde el transmisor [km]

$d_2$  : Distancia al obstáculo desde el receptor [km]

$d$  : Distancia entre transmisor y receptor [km]

$f$ : Frecuencia [GHz]

$r$ : Radio [m]

Si el obstáculo está situado en el medio  $d_1 = d_2$

La fórmula se simplifica

$$r = 17.32 \sqrt{\frac{d(km)}{4f(GHz)}}$$

Tomando el 60% nos queda:

$$0.6r = 5.2 \sqrt{\frac{d}{f}}$$

Tabla 2. 3.- Altura de curvatura terrestre

Distancia [km]	915 MHz	2,4 GHz	5,8 GHz	Altura de la curvatura terrestre(m)
1	9	6	4	0
10	29	18	11	4.2
100	90	56	36	200

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Fuente: "Pérdidas en obstáculos –Enlaces [29]

La altura de la curvatura terrestre describe la elevación que la curvatura de la tierra creada entre 2 puntos.

### Presupuesto de potencia

Un presupuesto de potencia es el cálculo de ganancias y pérdidas desde el transmisor a través de cables, conectores por medio del espacio libre hacia el receptor, con este valor se puede asegurar un enlace correcto, preciso y el uso de dispositivos que mejor se acoplan al enlace; siempre y cuando la potencia obtenida sea superior a la sensibilidad del receptor[25].

El cálculo del presupuesto de potencia se deduce por medio de la siguiente fórmula:

$$P_{Rx} = P_{Tx} + G_{Tx} - L_{CCTx} - L_p + G_{Rx} - L_{CCRx}$$

#### Donde:

$P_{Rx}$  : Potencia recibida por el receptor

$P_{Tx}$  : Potencia de transmisión

$G_{Tx}$  : Ganancia de la antena de transmisión

$L_{CCTx}$  : Pérdidas de cables y conectores en el sistema de transmisión

$L_p$  : Pérdidas en el espacio libre

$L_{CCRx}$  : Pérdidas de cables y conectores en el sistema de recepción

### Pérdidas en el espacio libre

Las pérdidas de propagación en espacio libre son las más comunes al enviar información, la señal radioeléctrica sufre cambios aun sin ningún obstáculo en el



camino por tanto las pérdidas están relacionados directamente con la distancia del radioenlace y la frecuencia de funcionamiento mediante la siguiente fórmula [25].

$$L_p(dB) = 92,4 + 20 \log (f) + \log(d)$$

**Donde:**

$f$  : Frecuencia de trabajo (GHz)

$d$ : Distancia Total del enlace (Km)

### Potencia de transmisión

El valor de la potencia de transmisión se encuentra en las especificaciones del equipo elaboradas por el fabricante, se define como la potencia de salida del conjunto emisor, el cual se rige de acuerdo al país y varía entre 15-16 dBm (30- 400mW) de acuerdo al estándar IEEE 802.11.

### Pérdida en los cables

Entre la comunicación del transmisor y receptor por medio del cable se presentan pérdidas, las cuales dependen por el tipo del cable o al no estar en los rangos de frecuencia correcta, como a una frecuencia de 5.4GHz se presenta el doble de pérdida que a una frecuencia se 2.4 GHz como se puede observar en la tabla 2.4 de valores referenciales [25].

*Tabla 2. 4.- Pérdida de cables de acuerdo a la frecuencia*

Tipo De Cable	Atenuación en dB/m	
	2.4GHz	5.8Ghz
LMR-100	1.3	2.1
LMR-195	0.62	0.98
LMR-200	0.542	0.865
LMR-240	0.415	0.669
LMR-400	0.217	0.354
LMR-600	0.142	0.239
LMR-900	0.096	0.16

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

*Fuente: "Attenuation of Coaxial Transmission Lines and ISM Bands " [30]*

Se puede deducir que a mayor diámetro del cable tendremos menor atenuación con una misma longitud.

### **Pérdidas en lo Conectores**

También se presentan pérdidas incrementales en los conectores de los cables coaxiales certificados y adaptadores (extensiones), los valores promedios de las pérdidas de cada conector en el cableado es entre 0.3 a 0.5 dB donde el valor referencial es 0.25dB [25].

### **Ganancia de las Antenas**

Una antena es un dispositivo pasivo que aporta la amplificación de la señal, su ganancia se define como la relación entre la densidad de la potencia radiada en una dirección y la densidad de potencia que irradiará una antena isotrópica a igualdad de distancias y potencias entregadas a la antena. La ganancia de una antena típica varía entre 2 dBi (antena integrada simple) y 8 dBi (antena omnidireccional estándar) hasta 31-30 dBi (parabólica) [25].

### **Margen de Umbral**

Es el valor obtenido de la diferencia entre la potencia de recepción y la potencia umbral del receptor se calcula con la siguiente ecuación:

$$MU = P_{RX} - \text{Sensibilidad}$$

En primera instancia se puede decir que la potencia de recepción ( $P_{RX}$ ) debe ser mayor que la potencia umbral ( $P_u$ ) para que funcione un radioenlace, esta es una condición necesaria pero no suficiente debido a que no garantiza que el valor del margen umbral ( $MU$ ) sea capaz de cubrir el desvanecimiento.

### **Margen de Desvanecimiento**

Al propagarse una onda electromagnética por la atmósfera terrestre, la señal puede tener pérdidas intermitentes de intensidad, este efecto se llama desvanecimiento y puede atribuir a perturbaciones meteorológicas como lluvia, nieve, granizo, trayectorias múltiples y a una superficie terrestre irregular [27].

$$FM = 30 \log d + 10 \log(6.A.B.f) - 10 \log(1 - R) - 70$$

$$Fm (dB) = 30 \log D(Km) + 10 \log (6ABF) - 10 \log (1 - R) - 70(dB)$$

**Donde:**

*FM* : Margen de desvanecimiento [dB]

*d* : Distancia total del enlace [Km]

*f* : Margen de desvanecimiento [GHz]

*R* : Confiabilidad deseada

*A* : Factor de rugosidad del terreno o factor topográfico

*B* : Factor de análisis climático

*R* : Objetivo de confiabilidad del enlace en el valor numérico ,400 [Km]

**A:** Factor de rugosidad del terreno se establece en la tabla 2.5

Tabla 2. 5.- Valores del factor de rugosidad de acuerdo al tipo de terreno

Tipo de Terreno	Factor de rugosidad del Terreno
Sobre agua, ríos anchos o terreno muy liso	4.00
Sembrados densos, pastizales, arenales	3.00
Sobre bosques	2.00
Terreno normal	1.00
Terreno rocoso muy disparejo	0.25

Fuente: "Sistema de comunicaciones " [31]

**B** = Factor climático establecido en las peores condiciones meteorológicas hasta un buen clima (clima despejado 25°C), los valores establecidos se indican en la tabla 2.6.

Tabla 2. 6.- Factor climático

Clima	Factor Climático
Área marítima o condiciones de peor mes	1.00
Áreas calientes y húmedas	0.50
Áreas mediterráneas del clima normal	0.25
Área montañosas de clima seco y fresco	0.125

Fuente: "Sistema de comunicaciones " [31]

El objetivo de calidad se define como la confiabilidad del sistema y es el porcentaje de tiempo que un enlace no se interrumpe por consecuencia del desvanecimiento. Para que el sistema diseñado cumpla el objetivo de calidad, se requiere que cumpla con la condición:  $MU \geq FM$

#### **Altura de abultamiento (m)**

Este cálculo se lo realiza para constatar si existe o no algún obstáculo en el enlace, donde se analiza las alturas de las antenas de transmisión y recepción en la fórmula que se indica a continuación:

$$H_{ab} = \frac{d_1 * d_2}{2Ka} * 1000[m]$$

#### **Donde:**

$d_1$ : Distancia desde el cerro Tx (Km)

$d_2$ : Distancia total (Km) – distancia 1 (Km)

$K = 4/3$ : Expresa el grado de curvatura del rayo a lo largo de una trayectoria.

$a = 6370$  Km

#### **Perfil corregido (m)**

Este parámetro es muy necesario ya que nos ayuda a la corrección del perfil y para ello se basa en la altura de abultamiento que se tomó anteriormente entre transmisor y receptor como se indica en la fórmula a continuación:

$$P_{CORREGIDO} = Altura + H_{ab}[M].$$

### **2.2.5 Antenas**

Una antena es un dispositivo capaz de convertir ondas electromagnéticas conducidas por una línea de transmisión o guía de ondas que pueden propagarse libremente en el espacio por la generación de corrientes y tensiones eléctricas de altas frecuencias acopladas [32].

Existen varias características importantes que deben ser consideradas, a continuación detallamos las siguientes:

#### **Patrón de Radiación**

El patrón de radiación es una gráfica tridimensional de la energía radiada vista desde fuera de esta. Su representación se da por el patrón de elevación que es una gráfica de

la energía radiada por la antena vista de perfil y el patrón de azimut que es una gráfica de la energía radiada vista directamente desde arriba, al combinar ambas gráficas se tiene una representación tridimensional, como se puede apreciar en la figura 2.17 [32].

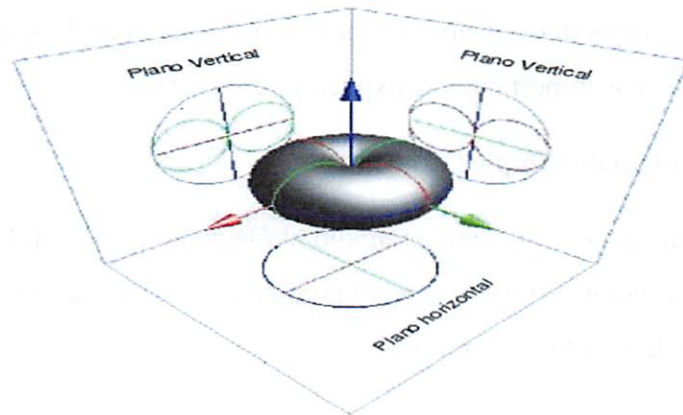


Figura 2. 17.- Patrón de radiación

### **Ganancia**

La ganancia es la relación entre la potencia que entra y la potencia que sale de la antena. Esta ganancia es comúnmente referida en dBi, y se refiere a la comparación de cuánta energía sale de la antena, comparada con la que saldría de una antena isotrópica. Una antena isotrópica es aquella que cuenta con un patrón de radiación esférico perfecto y una ganancia lineal unitaria  $G=1$  [32].

### **Directividad**

La directividad de la antena es una medida de la concentración de la potencia radiada en una dirección específica. Matemáticamente se la define como la relación entre la densidad de potencia radiada en una dirección, a una cierta distancia y la densidad de potencia que irradiará a la misma distancia una antena isotrópica igual potencia total radiada [32].

### **Eficiencia Óhmica**

La eficiencia óhmica ( $\eta$ ) es la relación entre la potencia transmitida y la potencia entregada a la antena.

### **Polarización**

Es la orientación de las ondas electromagnéticas al salir de la antena. Hay dos tipos básicos de polarización: Lineal (incluye vertical, horizontal y oblicua) y circular (que incluye circular derecha, circular izquierda, elíptica derecha, y elíptica izquierda). Para

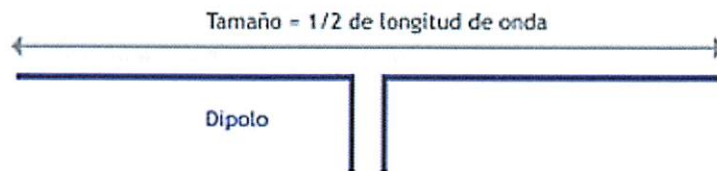
obtener el máximo rendimiento la antena transmisora debe tener la misma polaridad de la antena receptora [32].

### **Tipos de Antenas**

Existen varios tipos de antenas, pero su utilización es de acuerdo a la aplicación, entre las más importantes se explican a continuación:

#### **Antena Dipolo Simple**

De forma general, llamamos dipolo al elemento principal de la antena, al que irradia las ondas como se observa en la figura 2.18. Este tipo de antenas es la más sencilla que existe y la más fácil de fabricar.



*Figura 2. 18.- Antena dipolo simple [33]*

- Se usa para transmisiones de HF para comunicaciones a la larga distancia.
- Para emisoras FM donde las frecuencias son superiores, se emplean dipolos más pequeños así ya no son de  $\frac{1}{2}$  onda si no de  $\frac{1}{4}$  de onda.
- Los dipolos de una FM, dependiendo de su frecuencia, tienen un tamaño aproximado de un metro[32].

#### **Antena Omnidireccional**

Una antena Omnidireccional es aquella capaz de radiar energía de manera uniforme en todas direcciones. De forma física se visualiza este tipo de antena en la figura 2.19.



*Figura 2. 19.- Antena omnidireccional [33]*

Esta antena es una construcción teórica que se emplea como referencia para calcular la ganancia de una antena. Otra de sus utilidades es calcular la potencia efectiva que radia en sistemas de radiofrecuencia, habitualmente emisores y receptores de telecomunicaciones.

### Antena Sectorial

Las antenas sectoriales son la mezcla de las antenas direccionales y las omnidireccionales, analizando que las antenas direccionales son aquellas que orientan la señal a una dirección determinada con un haz estrecho pero de largo alcance y que las antenas omnidireccionales orientan la señal en todas direcciones con un haz amplio pero de corto alcance [33].

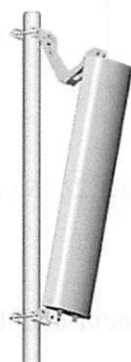


Figura 2. 20.- Antena sectorial

En la tabla 2.7 se detallan diferentes tipos de antenas, con sus características.

Tabla 2. 7.- Cuadro comparativo de los parámetros técnicos de los tipos de antenas

Antena	Patrón de Radiación	Ganancia	Directividad	Polarización
Dipolo	Amplio	Baja	Baja	Lineal
Dipolo-Múltiple	Amplio	Baja/Media	Baja	Lineal
Panel -Plano	Amplio	Media	Media/Alta	Lineal/Circular
Plato Parabólico	Amplio	Alta	Alta	Lineal/Circular
Yagi	EndFire	Media/Alta	Media/Alta	Lineal
Ranura	Amplio	Baja/Media	Baja/Media	Lineal
MicroStrip	EndFire	Media	Media	Lineal

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

*Fuente: "Tipos de Antenas y Funcionamiento " [32]*



## 2.2.6 Sistemas de videovigilancia

En la figura 2.21 se define a los sistemas de videovigilancia como aquellos que permiten la gestión de múltiples cámaras de seguridad para el control y supervisión de instalaciones locales y remotas[34].

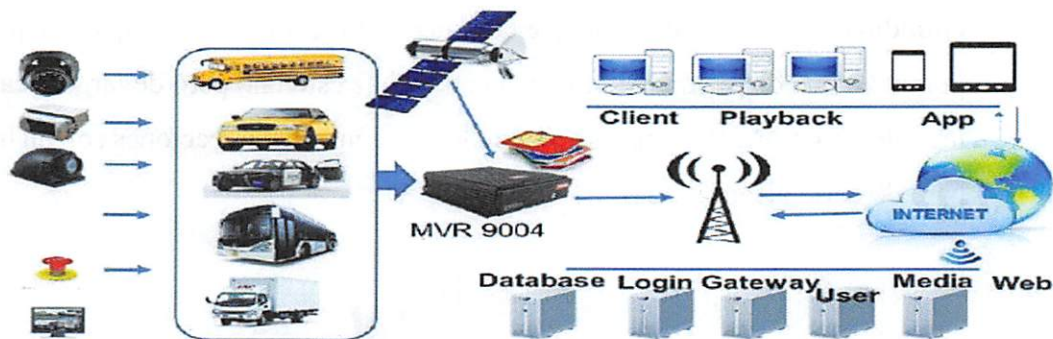


Figura 2. 21.- Sistemas de videovigilancia [35]

### Características

Los equipos de videovigilancia cuentan con características como: visión nocturna, capacidad de mantener una grabación y registros fáciles de mirar, copiar y exportar. Los sistemas son escalables y de fácil instalación, además permite realizar operaciones asistidas por ordenador y detección de movimientos[34].

### Cámara IP (cámaras Web o de Red)

Son videocámaras especialmente diseñadas para enviar las señales (video, y en algunos casos audio) a través de Internet desde un explorador (por ejemplo, el Internet Explorer) o a través de concentrador (HUB o SWITCH) en una Red Local LAN [35].

### Estructura de cámara IP

La cámara IP como se indica en la figura 2.22 contiene un chip ARTPEC (Axis Real Time Picture) que es un codificador de imágenes en tiempo real, que permite ajustar los niveles de color, la nitidez y otros aspectos de la imagen, seguidamente la conexión Ethernet gracias al chip ETRAX, el mismo que incluye un CPU de 32 bits, DMA (Acceso Directo de Memoria) y un amplio rango de interfaces de entrada y salida[34] [36].



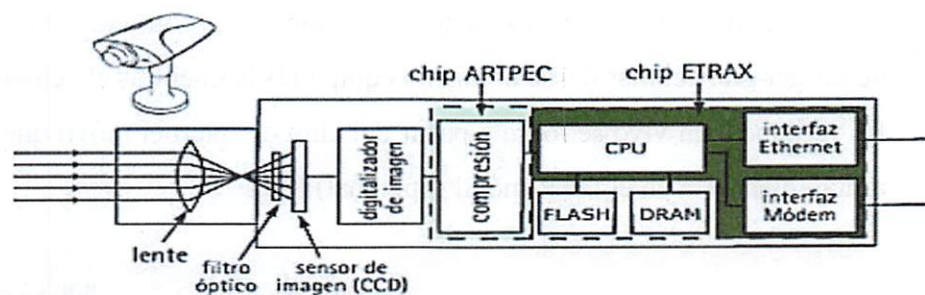


Figura 2. 22.- Arquitectura de una cámara IP [34]

Existen múltiples aplicaciones para los sistemas de videovigilancia, pero en este caso se enfoca a la instalación en vehículos como se ilustra en la figura 2.23, incorporando la combinación de 2 soluciones: Videovigilancia y Localización por GPS. El sistema de cámaras para transporte público está orientado a disminuir los riesgos de delincuencia infantil, el acoso, los hurtos y el vandalismo entre otros, mientras que el localizador GPS permite tener la ubicación exacta del vehículo en el mapa del sistema, lo que sin duda favorece la seguridad del vehículo de transporte [37].

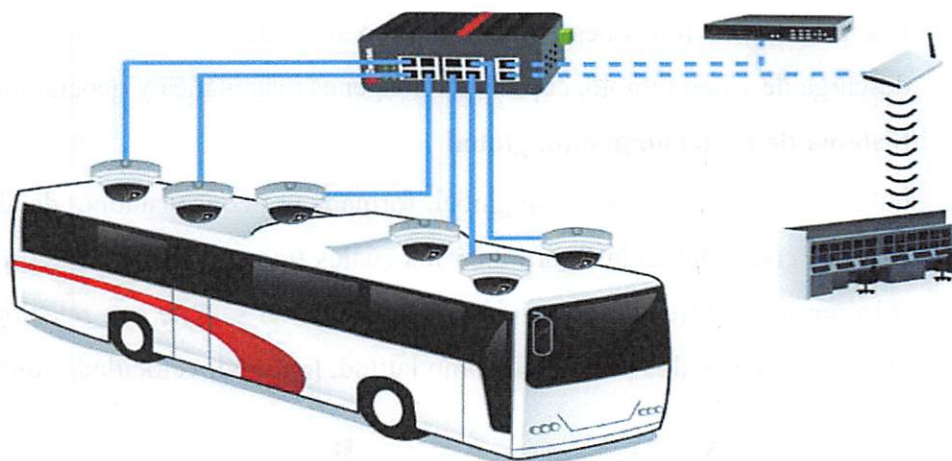


Figura 2. 23.- Sistema de cámaras para transporte público [37]

### 2.2.7 Sistemas de monitoreo

La administración del sistema se realiza a través del Software de Monitoreo Centralizado (CMS). Esta es una herramienta tecnológica que permite al usuario del sistema, llevar un control en tiempo real de la ubicación del vehículo de transporte y poder visualizar en vivo las imágenes capturadas por las cámaras de vigilancia en el interior y exterior del móvil en todo su recorrido.

El sistema de la figura 2.24 indica las funciones que son realizables como revisar y descargar grabaciones desde el mismo equipo DVR mientras el vehículo está en viaje. La vigilancia en vivo se logra a partir del chip de internet móvil que se inserta en la ranura dispuesta en el DVR móvil (opcional) [38].

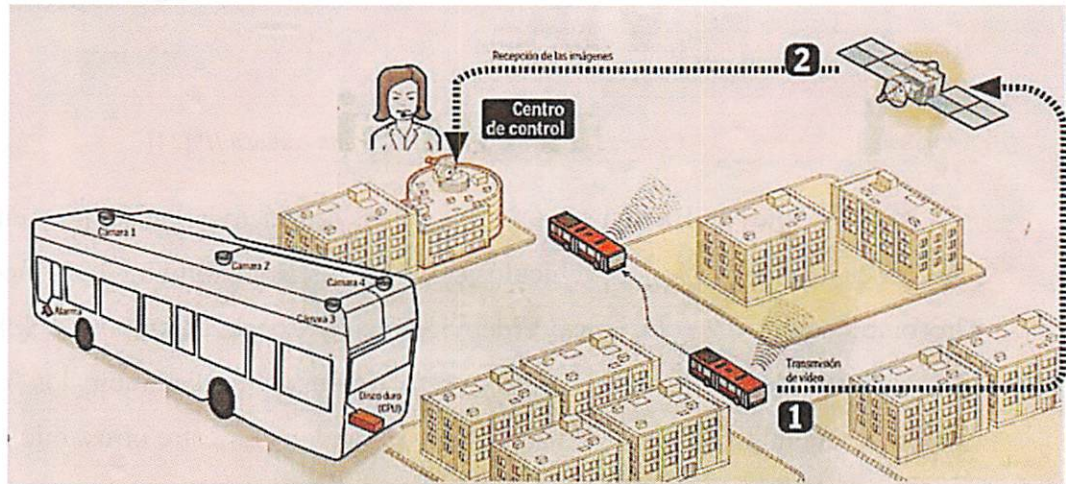


Figura 2. 24.- Sistema de cámaras para transporte público[38]

### Principales Funciones

Las principales funciones son: monitoreo de video y audio en vivo, búsqueda y descarga de video remoto, captura de imágenes instantánea y generación de informes.

### Sistema de posicionamiento global

GPS es un sistema de posición global, formada por constelaciones de alrededor de 34 satélites como indica la figura 2.25 los cuales transmiten información precisa en un solo sentido del tiempo y posición de la órbita del satélite con relación a estaciones terrestres y datos de navegación como latitud, longitud, velocidad, rumbo, tiempo.

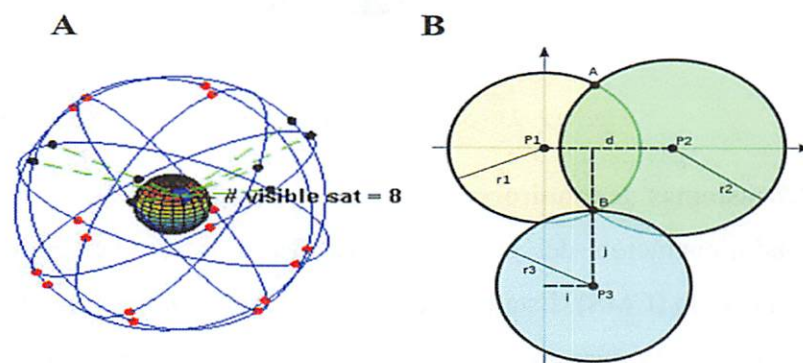


Figura 2. 25.- A) Constelaciones de satélites de la Tierra B) Método matemático trilateración



La tecnología GPS opera cuando el módulo recibe la señal y rastrea al menos 4 satélites, cuando ya tiene señal este calcula la posición (transmisor GPS) y envía a la estación (receptor GPS), para el cálculo utiliza el método matemático de la trilateración, el cual usa la geometría de triángulos, la distancia medida entre el sujeto con al menos 3 puntos de referencia.

Los sistemas de coordenadas geográficas que utiliza el GPS se esquematiza en la figura 2.26 y son:

**Latitud:** Es la línea imaginaria que se define a los paralelos y comprende desde cualquier otro punto hacia el Ecuador, esta distancia se expresa en grados sexagesimales, los puntos se dividen en norte y sur por lo que se mide desde  $0^\circ$  Ecuador,  $90^\circ$  N y  $90^\circ$  S respectivamente.

**Longitud:** Es la línea imaginaria que se define a los meridianos y comprende desde cualquier otro punto hacia el Meridiano de Greenwich, esta distancia se expresa en grados sexagesimales, los puntos se dividen en oeste y este por lo que se mide desde  $0^\circ$  a  $180^\circ$

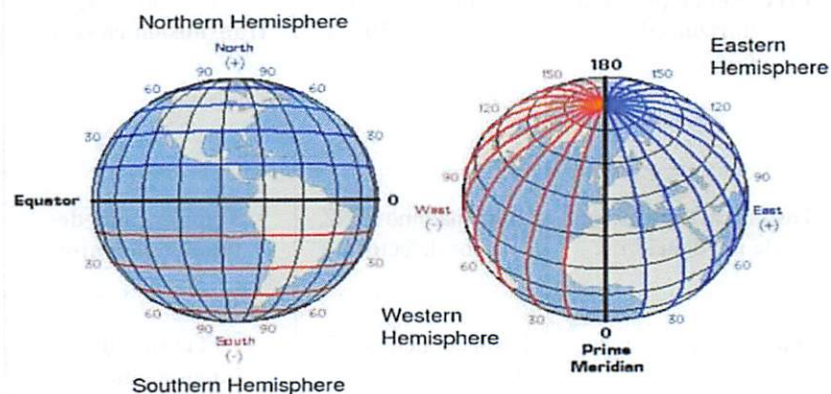


Figura 2. 26.- Coordenadas geográficas de GPS

Módulo GPS basado en u-blox NEO-6M está constituido por una memoria eeprom y antena microstrip que se visualiza en la figura 2.27 [39].

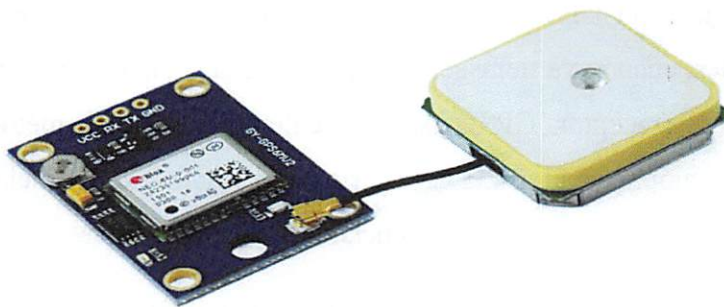


Figura 2. 27.- Módulo GPS u-blox NEO-6M

Sus características se definen en la tabla 2.8

Tabla 2. 8.- Características técnicas del módulo GPS u-blox NEO-6M

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
<b>Tipo de receptor:</b>	50 canales, GPS L1 (1575.42Mhz) código C / A, SBAS: WAAS / EGNOS / MSAS	<b>Protocolo de comunicación:</b>	NMEA (por defecto) / UBX Binario
<b>Precisión de posición horizontal:</b>	2.5mCEP (SBAS: 2.0mCEP)	<b>Velocidad de transmisión en serie:</b>	4800, 9600 (predeterminado), 19200, 38400, 57600, 115200, 230400
<b>Tasa de actualización de navegación:</b>	5Hz máximo (1Hz por defecto)	<b>Temperatura de funcionamiento:</b>	-40 °C ~ 85 °C
<b>Tiempo de captura:</b>	Buen comienzo: 27s (el más rápido) :1s	<b>Tensión de funcionamiento:</b>	2.7V ~ 5.0V (entrada de alimentación a través de VCC)
<b>Sensibilidad de seguimiento y navegación:</b>	-161dBm	<b>Corriente de funcionamiento:</b>	45mA

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Fuente: " Datasheet de UART GPS NEO-6M (B)" [40]

El estándar de comunicación del módulo GPS es a través de una interfaz serial asíncrono más conocida como UART, la cual permite el control de puertos y

dispositivos serie, una vez que el GPS reciba alimentación envía datos de la posición en el formato NMEA, un protocolo 0183 de National Marine Electronics Association, un medio utilizado por los instrumentos marítimos y en mayoría los receptores GPS pueden comunicarse los unos con los otros [40].

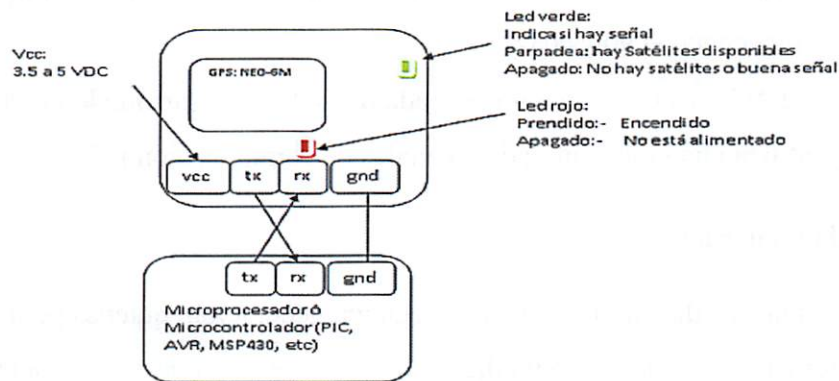


Figura 2. 28.- Conexiones del módulo GPS U-BLOX NEO-6M [39]

### 2.2.8 Telefonía móvil

El estudio de las cinco generaciones de la telefonía móvil hasta la fecha actual se describe a continuación en la figura 2.29:

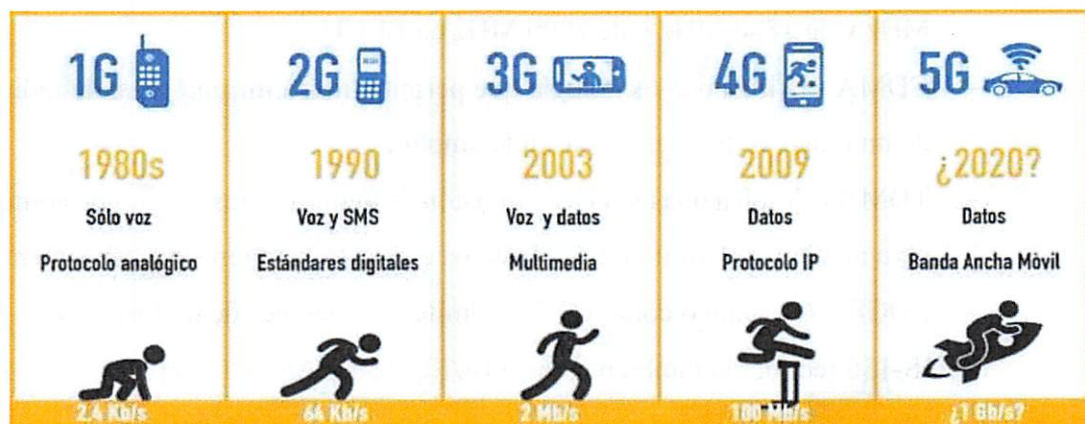


Figura 2. 29.- Generaciones de la telefonía móvil

#### 1ra Generación

Por la década de 1980 se desarrolló celulares analógicos, los cuales servían para hacer llamadas y enviar mensaje de texto, aquellos teléfonos móviles de gran tamaño tenían la transferencia entre celdas imprecisa, baja capacidad (basadas en FDMA, Frequency Division Multiple Access) y la seguridad no existía.

Utilizaba principalmente los siguientes estándares:

- AMPS (Advanced Mobile Phone System). Se presentó en 1976 en Estados Unidos, el cual utilizaba mecanismos de seguridad frágiles que permitían hackear las líneas telefónicas.
- TACS, es la versión europea de AMPS. Este sistema utilizaba la banda de frecuencia de 900 MHz.
- ETACS, es una versión mejorada del TACS, desarrollado en el Reino Unido que utiliza una gran cantidad de canales de comunicación [27].

## **2da Generación**

Después de diez años aparece la segunda generación, quienes permiten la conexión a internet, siendo la telefonía digital la que da el gran paso a las demás tecnologías ya que el servicio de internet se convirtió en una necesidad del ser humano y siempre busco mejorar como hacer video llamadas, alta velocidad, rendimiento de batería y menor tamaño del dispositivo móvil.

Los principales estándares son:

- GSM.- Es el estándar más usado en Europa, utiliza las bandas de frecuencia de 900 MHz y de 1800 MHz y de 1900 MHz en EEUU.
- CDMA.- Utiliza una tecnología que permite transmitir una señal de radio a través de un rango de frecuencia bastante amplio.
- TDMA.- Emplea una técnica de división de tiempo de los canales de comunicación para aumentar el volumen de los datos que se transmiten simultáneamente.
- EDGE.- Anunciado como G2.75, admite aplicaciones de multimedia.
- IS-136 (conocido también como TIA/EIA136 o ANSI-136) [27].

## **2.5 Generación**

Esta tecnología es intermedia la cual se incluyen nuevos servicios como EMS y MMS:

- EMS.- Servicio de mensajería mejorado, permite la inclusión de melodías e iconos dentro del mensaje basándose en los SMS.
- MMS.- Sistema de Mensajería Multimedia, permite enviar un mensaje mediante GPRS y la inserción de imágenes, sonidos, videos y texto.

La característica principal de esta generación es su incremento de velocidad, utilizando tecnologías GPRS y EDGE.

- GPRS (General Packet Radio Service) permite velocidades de datos desde 56kbps hasta 114 kbps.
- EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) permite velocidades de datos hasta 384 Kbps [27].

### **3ra Generación**

Esta generación permite de transmisión de voz, vídeo en movimiento, videoconferencia y datos a través de telefonía móvil, la diferencia que la conexión a internet se da por USB lo que generaba alta velocidad (384 Kbps) y compatibilidad mundial.

Entre las tecnologías contendientes de la tercera generación se encuentran UMTS (Universal Mobile TelephoneService), cdma2000, IMT-2000, ARIB (3GPP), UWC-136, entre otras [27].

### **4ta Generación**

Esta generación se la lanzó con el objetivo de rebasar la velocidad de la 3ra generación con velocidades de acceso mayores de 100 Mbps en movimiento y 1 Gbps como se conoce a sistemas LTE (Long Term Evolution).

Se caracterizaba por ser un sistema de red de redes basado en el protocolo IP, de esta manera permite tener una recepción de alta definición por su mayor ancho de banda [27].

### **5ta Generación**

La última generación que aparece en el 2015 presenta la mayor velocidad llegando de 1 a 10 Gbps por el uso del Protocolo de Transporte Abierta (OTF) lo que permite rendimiento de tiempo real, respuesta rápida y baja latencia. Entre las tecnologías de multiplexación utiliza CDMA y TDMA.

La característica que se relaciona con el proyecto de investigación es que soporta el Internet de las cosas y M2M ya que es un sistema escalable y de gran cobertura con buena calidad [27].

### **2.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

El sistema de Monitoreo y Videovigilancia en tiempo real de las unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato, permite brindar servicio de internet a las unidades, controlar e informar sobre los recorridos y en caso de emergencias poder generar alarmas instantáneas.



## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La modalidad del proyecto, monitoreo y videovigilancia de las unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato basado en IoT, se fundamentó en ser un trabajo de investigación, desarrollo e implementación, la cual se realizó mediante los siguientes métodos:

De acuerdo a la finalidad o propósito se utilizó la Investigación Aplicada porque se resolvió situaciones problemáticas a través de teorías y proponiendo acciones o un prototipo de solución.

Se aplicó la Investigación Bibliográfica la cual se sustentó en tesis desarrolladas por otros estudiantes de carreras afines a la Electrónica y Comunicaciones, así como en libros de las tecnologías más recientes.

Según el lugar se aplicó una Investigación de Campo porque la investigación se realizó en el lugar donde se desarrolla el problema es decir donde conviven las personas y las fuentes consultadas (entrevistas, cuestionarios, encuestas y observaciones.). Al mismo tiempo se utilizó la observación directa del entorno la cual permitió observar las diferentes necesidades que tienen los estudiantes y personal.

Finalmente se empleó la Investigación Experimental porque se realizó pruebas con diferentes tipos de equipos en cada una de las unidades hasta lograr encontrar el tipo de dispositivo adecuado para el desarrollo de la propuesta y que el prototipo funcione correctamente.

### 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población fue dirigida a los trece mil estudiantes legalmente matriculados en la Universidad Técnica de Ambato de los campus Ingahurco, Huachi y Querochaca, conjuntamente con el personal administrativo de las jornadas de la mañana y tarde.

La muestra de este proyecto se realizó al conjunto de personas que usan frecuentemente el servicio gratuito del transporte colectivo de la institución. En base a la fórmula que se muestra a continuación:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

En donde:

- n = es el tamaño de la muestra poblacional a obtener.
- N = es el tamaño de la población total.
- p = Representa la Proporción esperada con un valor referencial de 0.05
- q = (1-p) con un valor de 0.95
- Z = es el valor obtenido mediante niveles de confianza. Su valor es una constante, por lo general se tienen dos valores dependiendo el grado de confianza que se desee siendo 99% el valor más alto (este valor equivale a 2.58) y 95% (1.96) el valor mínimo aceptado para considerar la investigación como confiable.
- d = representa el límite aceptable de error muestra, generalmente va del 1% (0.01) al 9% (0.09), siendo 5% (0.05) el valor estándar usado en las investigaciones.

$$n = \frac{13.000 * 1.96^2 * 0.05 * 0.95}{(0.05^2 * (13.000 - 1)) + (1.96^2 * 0.05 * 0.95)}$$

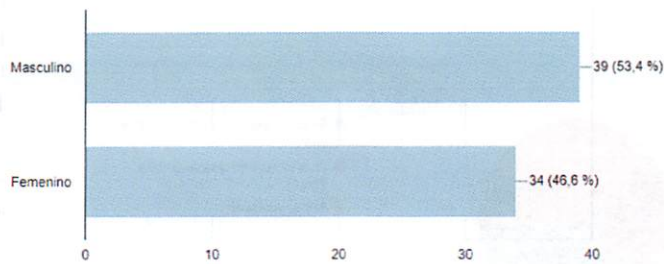
$$n = 73$$

El tamaño de la muestra fue de 73 estudiantes.

La encuesta se la realizó en la plataforma *Google Forms*, la cual fue dirigida a la comunidad educativa de la Universidad Técnica de Ambato, donde la muestra de la población es 73 personas, obteniendo los siguientes resultados:

### Pregunta 1: Sexo

73 respuestas

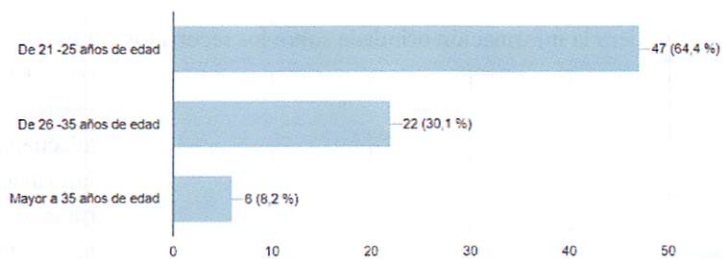


### Interpretación

El 53.4 % de los encuestados fueron de sexo masculino, mientras que el 46.6 % femenino.

### Pregunta 2: Edad

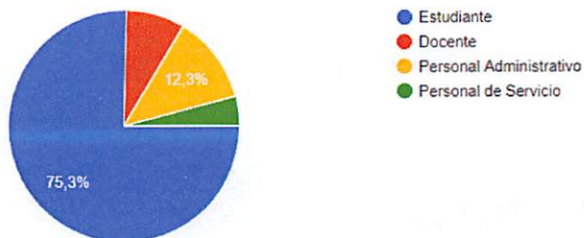
73 respuestas



Los resultados proyectan que el 64.4% de encuestados están entre 21 y 25 años de edad.

### Pregunta 3: Miembro de la comunidad universitaria

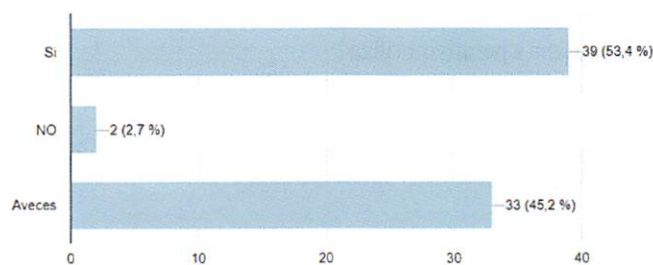
73 respuestas



La mayoría de encuestados fueron estudiantes con un porcentaje de 75.3 % equivalente a 55 estudiantes.

### Pregunta 4: ¿Utiliza el servicio de transporte colectivo que ofrece la universidad?

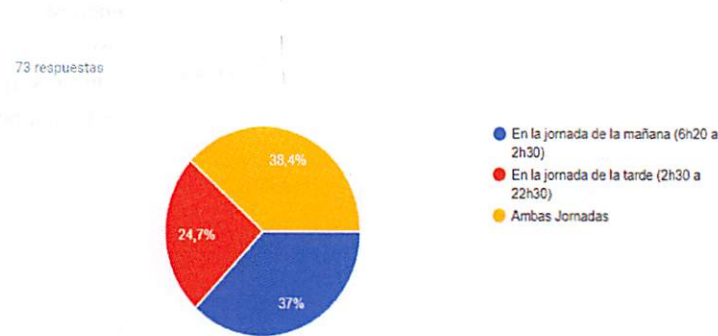
73 respuestas



Como se observa en el gráfico, la mayoría de encuestados utiliza o ha utilizado el servicio de transporte de la Universidad Técnica de Ambato.

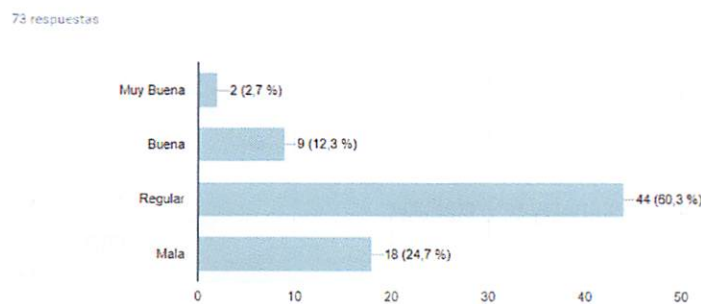
**Pregunta 5:** ¿Qué horarios utiliza el servicio de transporte colectivo que ofrece la universidad?

La mayoría de los encuestados utiliza el transporte en ambas jornadas, con una mínima diferencia de 1.4 % entre la jornada de la mañana, y con 24.7 % utilizan en la jornada de la tarde.



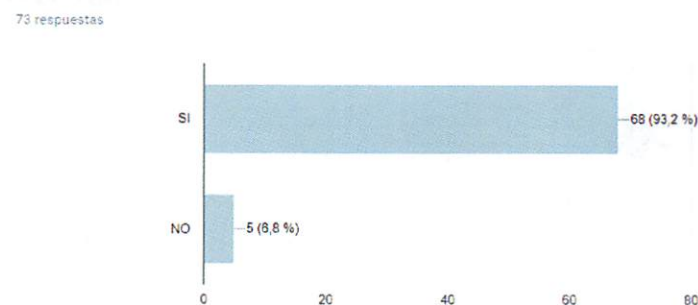
**Pregunta 6:** ¿Cómo considera la información brindada sobre los recorridos y rutas de las unidades?

Los encuestados consideran que no existe una fuente adecuada de información sobre rutas y recorridos de las unidades de transporte, considerando que el 60.3% la califica como regular.



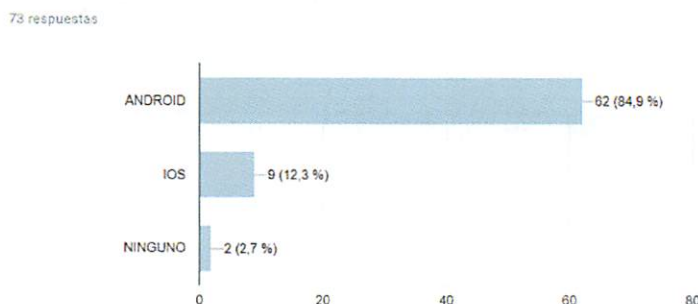
**Pregunta 7:** ¿Cuenta con un Smartphone?

El 93.2% de la población cuenta con un Smartphone



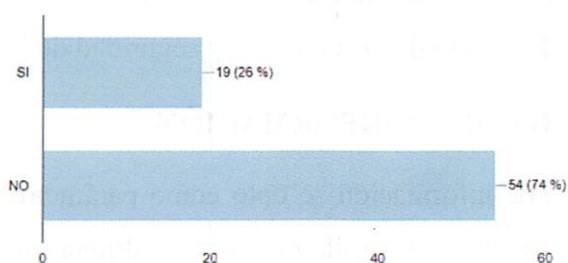
**Pregunta 8:** ¿Qué sistema operativo utiliza?

El sistema operativo más utilizado, no solo a nivel Universitario, sino a nivel mundial es Android, y eso refleja la encuesta con un notable 84.9% de usuarios.



**Pregunta 9:** ¿Cuenta con un plan de datos para acceso a Internet?

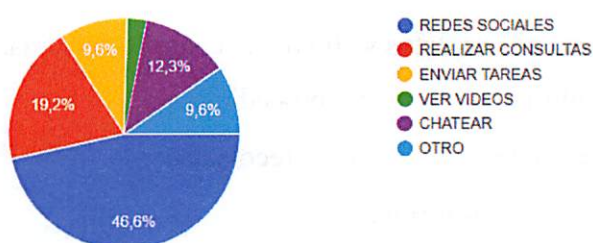
73 respuestas



El 74% de los encuestados no cuentan con un plan de datos para acceso a internet.

**Pregunta 10:** Si la unidad de transporte tuviese servicio de Internet, ¿Que uso le daría?

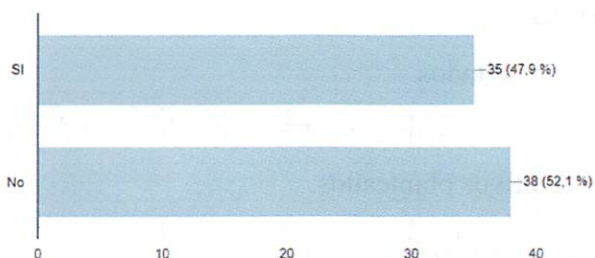
73 respuestas



El uso prioritario que se le da al internet es el de redes sociales con un 46.6 %.

**Pregunta 11:** ¿Ha sentido inseguridad en la unidad de transporte?

73 respuestas



La encuesta refleja que el 52.1 % se siente seguro con el servicio. Sin embargo un 47.9% ha sentido inseguridad dentro de la unidad de transporte.

Los resultados de la encuesta realizada brindan información sobre la factibilidad del sistema de monitoreo y videovigilancia, en las tres primeras preguntas nos da como resultado que el miembro de la comunidad universitaria que mayor utiliza el servicio de transporte es los estudiantes entre 21-25 años de edad en ambas jornadas. El medio de comunicación de los universitarios son los teléfonos móviles con el sistema operativo Android, quienes consideran que la información brindada por parte de la universidad es regular por que la mayoría no sabe los recorridos y pregunta al conductor a dónde se dirige la unidad. En el caso de que el bus tenga un servicio de internet favorece a los usuarios ya que la mayoría no cuenta con un plan de datos. Con

la última pregunta se da a conocer que el servicio es seguro pero la diferencia de porcentaje es mínima por lo que el sistema de videovigilancia será un aporte significativo para el cuidado de las unidades y seguridad de los usuarios.

### **3.3 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Para la recolección de información se optó como parámetro el uso de documentos, revistas, libros, proyectos desarrollados en los últimos años, cada uno de estos relacionados y vinculados a la tecnología IoT, bases de datos confiables que permitieron el desarrollo del proyecto.

### **3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Para el procesamiento de datos se tuvo en cuenta la veracidad de los datos obtenidos, para luego cumplir con el siguiente procedimiento:

- Revisión crítica de la información recolectada.
- Interpretación de la información.
- Optimización de datos e información.
- Pruebas piloto.
- Control de errores.
- Presentación de resultados

Finalmente, el informe técnico se presentó destacando los datos y resultados requeridos en los objetivos planteados.

### **3.5 DESARROLLO DEL PROYECTO**

- Estudio y análisis del mecanismo de funcionamiento del sistema actual de monitoreo y seguridad en la Universidad Técnica de Ambato.
- Identificación de los diferentes parámetros y condiciones de las de unidades de transporte colectivo pertenecientes a la Universidad Técnica de Ambato
- Análisis de los sistemas IoT enfocados al transporte colectivo.
- Selección de equipos que permitan la interconexión con la red de forma remota.
- Análisis de software, para transmitir información entre dispositivos.
- Selección de dispositivos electrónicos que permita capturar voz, video y datos, además de equipos que permitan la interacción entre unidades.
- Selección de hardware necesario para el desarrollo del prototipo.

- Diseño de una plataforma que permita identificar la localización de las unidades, las frecuencias y recorridos establecidos.
- Diseño de una interfaz para la interacción entre los datos generados por el sistema y usuarios.
- Ensamblaje del prototipo de monitoreo y videovigilancia de las unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato.
- Realización de pruebas, detección y corrección de errores.
- Comparación entre diferentes tipos de tecnologías inalámbricas.
- Interpretación de parámetros técnicos de las tecnologías inalámbricas.
- Determinación del perfil topográfico que cubre el área de los campus Ingahurco - Huachi – Querochaca.
- Simulación de las diferentes etapas del sistema, utilizando un software que cumpla con los parámetros necesarios.
- Elaboración del informe final.



## **CAPITULO IV**

### **DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

#### **4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL**

El presente trabajo se ha desarrollado en dos etapas, la primera se enfocó en el desarrollo e implementación de un prototipo donde podemos acceder a múltiples servicios como: localización de las unidades de transporte, sistemas de videovigilancia y alertas. El sistema se complementa con dispositivos electrónicos y de red como: GPS, routers, cámaras IP, placa de computadora, bases de datos, servidores web y el acceso a Internet para poder visualizar de forma ordenada la información recolectada tanto por estudiantes y el administrador a través de la página web o aplicación Android.

La segunda etapa se realiza un análisis técnico de las diferentes variables y componentes para ejecutar la futura implementación de un sistema de telecomunicaciones para brindar el servicio de internet en las unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato, para esta propuesta se utilizó herramientas como Google Earth, Ubiquiti y LinkPlanner que facilitan la selección de equipos que trabajan a frecuencias de 2.4 GHz y 5.8 GHz y el desarrollo de radioenlaces.

#### **4.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RECORRIDOS**

Durante más de quince años, la Universidad Técnica de Ambato ha brindado un servicio de transporte colectivo gratuito, en sus inicios con solo dos unidades de transporte los recorridos eran limitados y no abarcaba las necesidades de los estudiantes por lo que entre los años 2007 y 2009 se presenta el convenio de cooperación interinstitucional de transporte estudiantil entre la Universidad Técnica de Ambato y la cooperativa “Furgo Ambato” que se puede verificar en el ANEXO A, este servicio de apoyo cumplía el horario de 19:00 hasta las 22:30 desde los predios de Huachi e Ingahurco, con una ruta que cubría las necesidades de la comunidad

universitaria sin embargo el costo de este servicio fue directamente cubierto por los estudiantes de la universidad al hacer uso de mismo.

Con el transcurso de los años y continuando con el esfuerzo de renovar el parque automotor de la Universidad Técnica de Ambato, se adquirió cuatro vehículos con capacidad para cuarenta y cuatro personas, luego una buseta para doce pasajeros y un buseton para veinticuatro pasajeros y con ello se dio inicio al transporte colectivo de forma gratuita.

Hoy en día, la flota cuenta con once unidades perfectamente equipadas que se visualizan en la figura 4.1, un seguro de accidente de tránsito y los documentos necesarios conforme así lo señala la Ley de Tránsito y de Transporte Terrestre. Asimismo, por la seguridad de los usuarios, todos estudiantes y personal de la Universidad Técnica de Ambato, se dio de baja tres buses que estaban en mal estado y que representaban peligro para los ocupantes.



*Figura 4. 1.- Unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato*

Las unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato están compuestas por autobuses eficientes a diésel, híbridos, eléctricos y de gas natural comprimido (GNC), así como también autobuses más pequeños de transporte y rutas flexibles que se detalla a continuación en la tabla 4.1.

Tabla 4. 1.- Listado de vehículos de la Universidad Técnica de Ambato

LISTADO VEHÍCULOS UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO 2017				
No.	MARCA Y MODELO	PLACA	AÑO	CLASE
1	CHEVROLET FTR 32M CABINADO	TEA 0618	2008	BUS 3
2	CHEVROLET FTR 32M CABINADO	TEA 0619	2008	BUS 4
3	HINO BUS CARROZADO	TEA 0762	2010	BUS 5
4	MERCEDES BENZ BUS OF1721-59	TEA 0777	2009	BUS 7
5	VOLKSWAGEN 17210	TEI 1077	2011	BUS 8
6	VOLKSWAGEN 17210OE	TEI 1075	2011	BUS 9
7	INTERNACIONAL	TEI 1262	2014	BUS 10
8	INTERNACIONAL	TEI 1265	2014	BUS 11
9	INTERNACIONAL	TEI 1264	2014	BUS 12
10	INTERNACIONAL	TEI 1263	2014	BUS 13
11	INTERNACIONAL	TEI 1282	2014	BUS 14

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

*Fuente: "Departamento administrativo UTA"*

Estas unidades están en constante cambio y trabajo a diario, de acuerdo con la organización del departamento administrativo se realiza un cronograma de trabajo durante el año lectivo, el modo de trabajo se basa en cumplir once recorridos diferenciados por códigos desde la letra A hasta la K como se observa en la tabla 4.2 donde cada una de las unidades laboran diferentes rutas, en el cual se rota los recorridos por cada semana con el propósito de que cada conductor esté familiarizado con el trabajo como se explica en la tabla 4.3.

Tabla 4. 2.- Código de trabajo por conductor de cada unidad de la Universidad Técnica de Ambato

CÓDIGO	CHOFER	BUS
A	MARIO RAMON	N°3
B	CARLOS VARGAS	N°5
C	FRANKLIN LANDA	N°8
D	MARCO MUYULEMA	N°7
E	SERGIO TORRES	N°9
F	MIGUEL SAILEMA	N°10
G	ANTONIO BONILLA	N°13
H	EDGAR MONOTOA	N°12
I	HIPOLITO SOLIS	N°14
J	FABIAN BARONA	N°4
K	PATRICIO ECHEVERIA	N°11

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

*Fuente: "Departamento administrativo UTA"*



Tabla 4. 3.- Cronograma de trabajo septiembre -diciembre 2018

SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
03 SEP - 07 SEP	K	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
10 SEP - 14 SEP	J	K	A	B	C	D	E	F	G	H	I
17 SEP - 21 SEP	I	J	K	A	B	C	D	E	F	G	H
24 SEP - 28 SEP	H	I	J	K	A	B	C	D	E	F	G
01 OCT - 05 OCT	G	H	I	J	K	A	B	C	D	E	F
08 OCT - 12 OCT	F	G	H	I	J	K	A	B	C	D	E
15 OCT - 19 OCT	E	F	G	H	I	J	K	A	B	C	D
22 OCT - 26 OCT	D	E	F	G	H	I	J	K	A	B	C
29 OCT - 02 NOV	C	D	E	F	G	H	I	J	K	A	B
05 NOV - 09 NOV	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	A
12 NOV - 16 NOV	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
19 NOV - 23 NOV	K	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
26 NOV - 30 NOV	J	K	A	B	C	D	E	F	G	H	I
03 DIC - 07 DIC	I	J	K	A	B	C	D	E	F	G	H
10 DIC - 14 DIC	H	I	J	K	A	B	C	D	E	F	G
17 DIC - 21 DIC	G	H	I	J	K	A	B	C	D	E	F
24 DIC - 28 DIC	F	G	H	I	J	K	A	B	C	D	E

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Fuente: "Departamento administrativo UTA"

El servicio gratuito de transporte colectivo ha aportado significativamente a los estudiantes universitarios y al personal para trasladarse entre los tres predios como Huachi, Ingahurco y Querocha siendo este último el más beneficiado por su distancia, además realiza conexiones con el centro de la ciudad hasta el sector de Izamba.

Los pasajeros pueden elegir entre once recorridos y más de treinta rutas que se cumple de lunes a viernes en distribución de siete unidades que laboran en las jornadas de la mañana desde las 6h00 hasta las 15h00 y cuatro unidades en la jornada de la tarde hasta las 23h00. Las paradas establecidas se puede hacer referencia a las paradas públicas que ya están bien marcadas en Ambato pero al ser un servicio particular si se puede recoger y dejar usuarios en cualquier lugar que cubra el recorrido, además se han incrementado frecuencias para el personal administrativo entre los horarios de oficina como se indica en la tabla 4.4.

Tabla 4. 4.- Horarios de recorrido para el personal de la Universidad Técnica de Ambato

Horarios de Recorrido Para el Personal de la UTA	
8:30	Huachi -Ingahurco
12:30	Ingahurco-Huachi
14:30	Huachi-Quiz Quiz-Ingahurco
18:30	Ingahurco-Huachi

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Fuente: "Departamento administrativo UTA"

Los recorridos oficiales de cada unidad del transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato se lo detallan en el ANEXO B donde se indican lo siguiente:

- Las horas pico de cada recorrido se indican con color rojo por la mayor afluencia de estudiantes que coinciden con varias facultades en el horario de entrada o salida.
- Se detalla los recorridos que son dirigidos al personal con color crema y naranja con el fin de no chocar con los horarios de los estudiantes.
- El de color amarillo indica los recorridos hacia el campus Querochaca.
- Los tiempos de espera se detalla de color celeste, los cuales son aproximados de cada unidad para cada recorrido y el de color verde indica la hora de almuerzo dedicada a los cada uno de los choferes que están al servicio.

De acuerdo al Ing. Jorge Araujo quien se encuentra a cargo del departamento administrativo de la Universidad Técnica de Ambato indica en la tabla 4.5 los costos anuales que cubre el servicio de las once unidades.

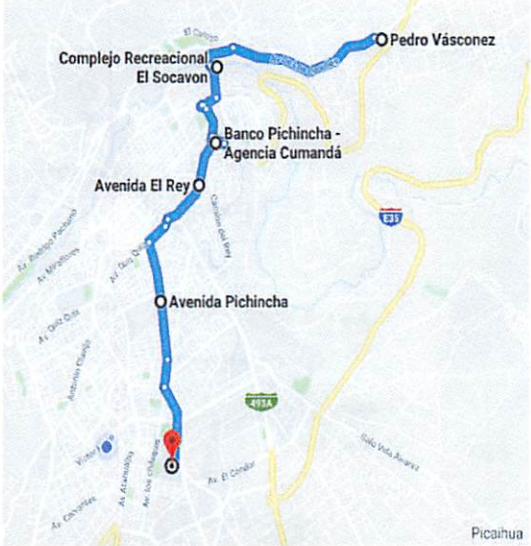
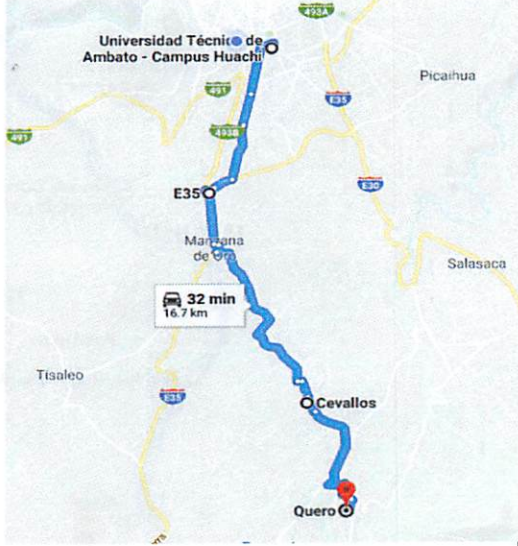

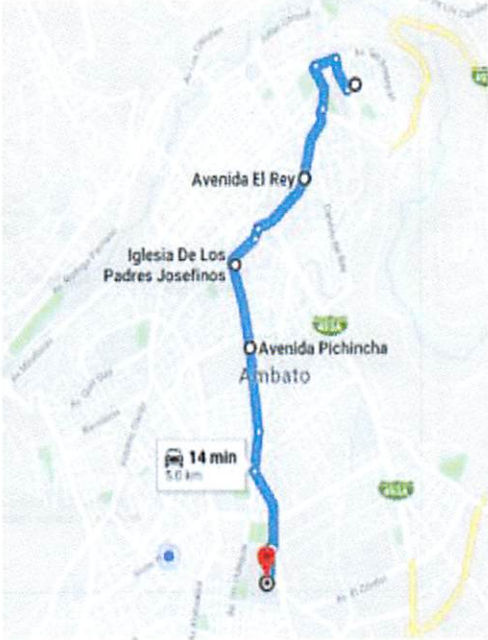
*Tabla 4. 5.- Costo anual de las unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato*

<b>Costos anuales de las unidades de transporte colectivo de la UTA</b>	
<b>SERVICIO</b>	<b>COSTO</b>
Mantenimiento Preventivo y Correctivo	\$75.000
Llantas	\$50.000
Combustible	\$55.000
<b>TOTAL</b>	<b>180.000</b>

*Elaborado por: Tatiana Aguilar  
Fuente: "Departamento administrativo UTA"*

A continuación, se presenta un resumen de las rutas más importantes de cada recorrido.


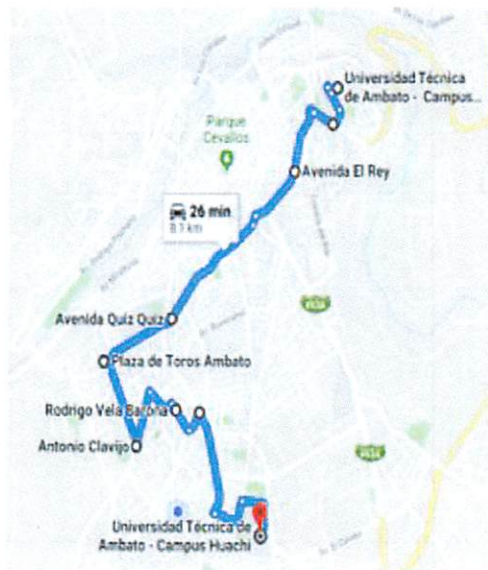
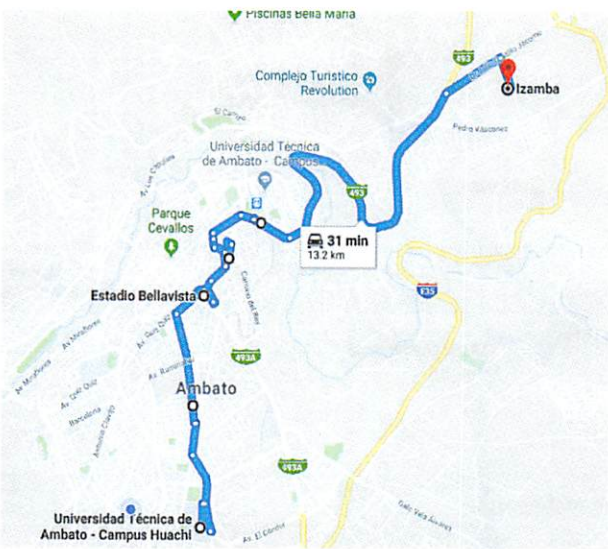
Tabla 4. 6.- Recorrido 1

<b>Recorrido 1</b>	
<p><b>Salida/Hora:</b> Izamba 6h20 <b>Llegada/Hora:</b> Campus Huachi 6h50</p>	<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Huachi 7h30 <b>Llegada/Hora:</b> Campus Querochaca 8h00</p>
<p>El recorrido inicia en Izamba en la calle Pedro Vásconez para dirigirse al campus Huachi toma el Socavón y continua con ruta ordinaria de la Avenida El Rey y La Pichincha.</p>	<p>Una vez que arriba la Unidad al Campus Huachi, se dirige hacia el campus Querochaca por el paso lateral.</p>
	
<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Huachi 9h35 / 10h35 / 12h05 <b>Llegada/Hora:</b> Campus Ingahurco 10h00 / 11h00 / 12h30</p>	
<p>Se dirige en la ruta desde el campus Huachi hasta Ingahurco por la avenida Quiz Quiz y viceversa pasa por los Padres Josefinos estas dos rutas se lo realiza desde las 9:35 hasta las 15:00.</p>	
	

Elaborado por: Tatiana Aguilar

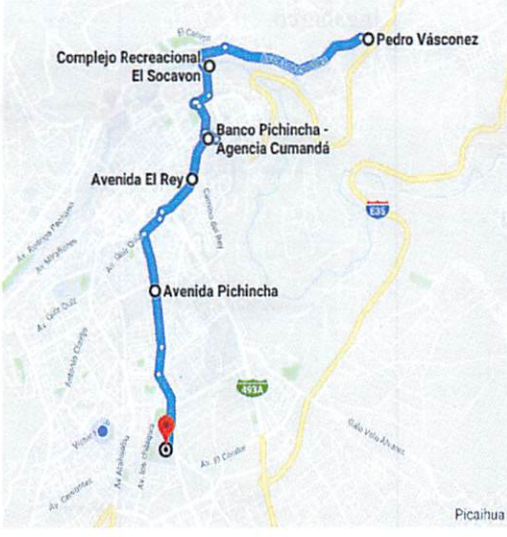
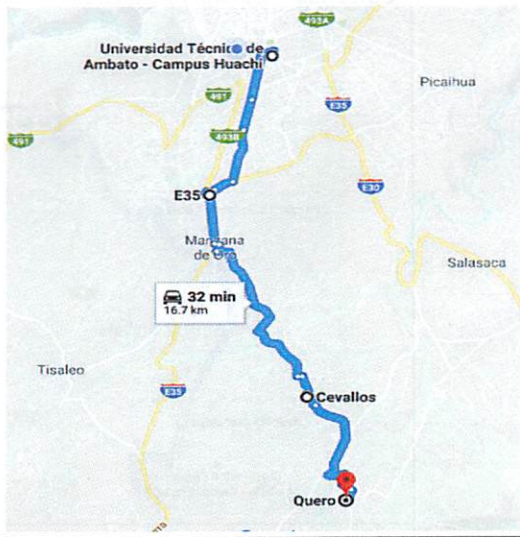

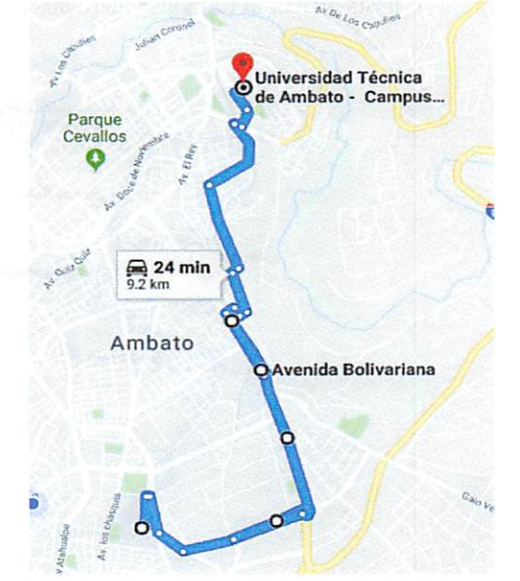


Tabla 4. 7.- Recorrido 2

<b>Recorrido 2</b>	
<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Ingahurco 15h30 / 16h30 / 17h35 / 18h05  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Huachi 16h00 / 17h00 / 18h00 / 18h30</p>	
<p>En este recorrido se dirige del campus Ingahurco al campus Huachi cubriendo dos rutas diferentes donde la primera es para estudiantes y segunda ruta va dirigida al personal administrativo.</p>	
	
<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Huachi 22h00  <b>Llegada/Hora:</b> Izamba 22h35</p>	
<p>La ruta inicia en Huachi, y toma la Av. Los Chasquis – Calle Pichincha – Estadio – Av. El Rey hasta llegar al redondel de la Cumandá, para luego tomar la Av. Indoamérica a Izamba.</p>	
	

Elaborado por: Tatiana Aguilar


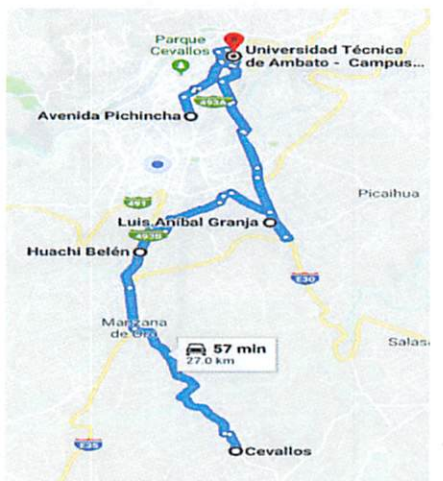


Tabla 4. 8.- Recorrido 3

<b>Recorrido 3</b>	
<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Ingahurco 7h15 / 9h15  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Querochaca 8h00 / 10h00</p> <p>El recorrido inicia en el Campus Ingahurco, y pasa por el Campus Huachi luego toma el paso lateral para llegar al destino.</p> 	<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Querochaca 8h15 / 10h30  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Ingahurco 9h00 / 11h15</p> <p>Las unidades parten del campus Querochaca, tomando la vía Cevallos – Montalvo – Huachi Grande, hasta llegar al Campus Huachi, y tomar la ruta Huachi- Ingahurco.</p> 
<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Ingahurco 11h20 / 12h35  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Huachi 11h50 / 13h00</p> <p>Otra ruta que cubre este recorrido es desde Ingahurco pasando por el Redondel de Cumandá, la calle 12 de noviembre y se dirige por los Padres Josefinos y la Av. Pichincha hacia Huachi.</p> 	<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Huachi 12h10 / 13h10  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Ingahurco 12h30 / 13h40</p> <p>La ruta inicia en el campus Huachi, dirigiéndose por la Av. el Cóndor hasta el Mercado Mayorista, y tomar la ruta Av. Bolivariana – Av. El Rey – Terminal – Ingahurco.</p> 

Elaborado por: Tatiana Aguilar

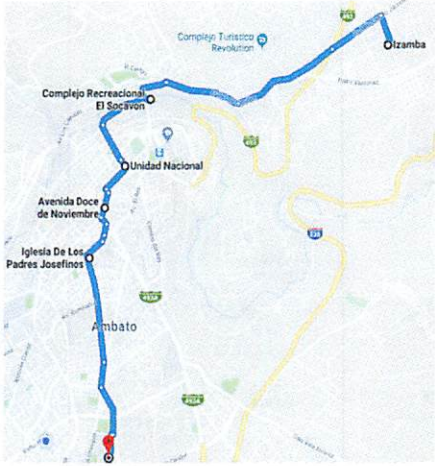

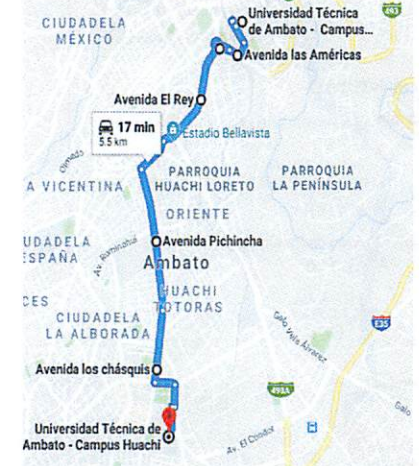
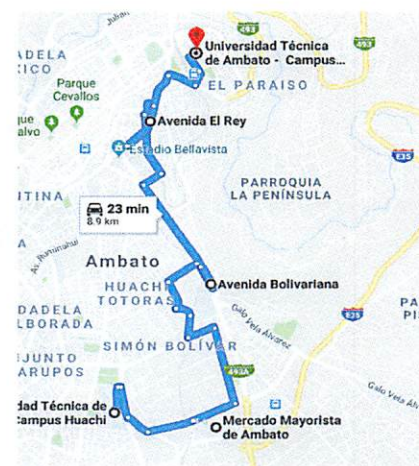


Tabla 4. 9.- Recorrido 4 y Recorrido 5

<b>Recorrido 4</b>	
<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Huachi 15h03 / 18h35 / 19h35 / 22h30  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Ingahurco 15h30 / 19h05 / 20h00 / 23h00</p>	<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Querochaca 17h10  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Ingahurco 18h00</p>
<p>El recorrido inicia en el Campus Huachi, toma la Av. Atahualpa hasta enlazarse a la ruta Calle 13 de abril – Parque 12 de noviembre – Redondel de la Cumandá – Campus Ingahurco.</p>	<p>Las unidades parten de Querochaca pasa por Cevallos, Huachi el Belén se dirige al campus de Huachi y por la Av. Pichincha llega al campus de Ingahurco.</p>
	
<b>Recorrido 5</b>	
<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Ingahurco 6h40 / 8h45/11h15  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Querochaca 7h30 / 9h30 / 12h00</p>	<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Querochaca 7h30 / 10h30  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Ingahurco 08h20/ 11h10</p>
<p>Las unidades parten desde el Campus Ingahurco, toman la ruta Av. El Rey, Bolivariana – Mercado Mayorista – Av. Julio Jaramillo Huachi Grande, hasta arribar al Campus Querochaca.</p>	<p>El recorrido parte de Querochaca hasta llegar a Huachi el Belén, donde toma la ruta Av. Atahualpa – 13 de abril – 12 de noviembre – Redondel de la Cumandá – Campus Ingahurco.</p>
	

Elaborado por: Tatiana Aguilar

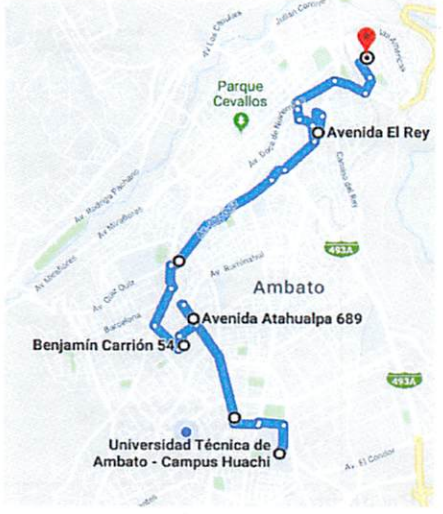


Tabla 4. 10.- Recorrido 6 y Recorrido 7

Recorrido 6	Recorrido 7
<p><b>Salida/Hora:</b> Izamba 6h28 / 8h10  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Huachi 7h00 / 9h00</p>	<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Huachi 14h30 / 15h35  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Ingahurco 15h00 / 16h00</p>
<p>El recorrido inicia en Izamba, tomando la calle Pedro Vásconez – Socavón – Parque 12 de noviembre, parque sucre, calle Pichincha, Av. Los chasquis hasta llegar al Campus Huachi.</p>	<p>La ruta comienza en el campus Huachi para tomar la Av. Atahualpa – calle 13 de abril - Parque 12 - Redondel de la Cumandá, hasta llegar al destino.</p>
	
<b>Recorrido 7</b>	
<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Ingahurco 15h00/16h05  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Huachi 15h30/16h30</p>	<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Huachi 16h35 / 17h35 / 21h30  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Ingahurco 17h00 / 18h00 / 22h00</p>
<p>Una vez que arribaron las unidades de al Campus Ingahurco, toma la ruta la Av. Las Américas, Redondel de la Cumandá, Av. El Rey, Pichincha y los Chasquis.</p>	<p>La tercera ruta que toma este recorrido inicia en el campus Huachi, y toma la Av. El Cóndor, hasta llegar al mercado mayorista, y enlazarse a la Av. Bolivariana – Estadio – Av. El Rey – Ingahurco.</p>
	

Elaborado por: Tatiana Aguilar



Tabla 4. 11.- Recorrido 8

<b>Recorrido 8</b>	
<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Huachi 8h00 / 10h00  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Ingahurco 8h30 / 10h30</p>	<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Huachi 9h00 / 13h10  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Ingahurco 9h30 / 13h40</p>
<p>Este recorrido es utilizado por el personal Administrativo, inicia en el Campus Huachi, y utiliza la ruta Av. Atahualpa – Av. Quiz Quiz – Av. El Rey – Redondel de la Cumandá – Ingahurco.</p>	<p>Además, también cumple el recorrido desde Huachi, tomando la Av. El Cóndor – Mercado Mayorista – Av. Bolivariana – Estadio Bellavista hasta llegar a Ingahurco.</p>
	
<b>Recorrido 8</b>	
<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Ingahurco 9h00 / 10h00  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Huachi 9h30 / 10h30</p>	
<p>Cumple el recorrido desde Ingahurco, tomando la Av. El Rey– Los Padres Josefinos – Av. Pichincha–Los Chasquis hasta llegar a Huachi</p>	
	

Elaborado por: Tatiana Aguilar



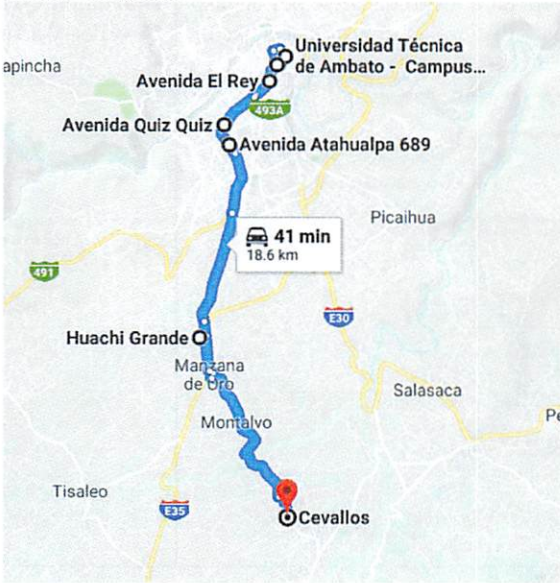
Tabla 4. 12.- Recorrido 9 y Recorrido 10

<b>Recorrido 9</b>	
<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Ingahurco 15h30 / 16h30 / 21h00  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Huachi 16h10 / 17h00 / 21h30</p>	<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Ingahurco 18h05 / 19h00 / 20h00  <b>Llegada/Hora:</b> Campus Huachi 18h35 / 19h30 / 20h30</p>
<p>Las unidades parten del Campus Ingahurco tomando la ruta Av. El Rey – Mercado Mayorista – Av. El Cóndor hasta llegar a su destino.</p>	<p>Este recorrido también cumple la ruta que parte de Ingahurco, subiendo la Av. El Rey – Padres Josefinos – Calle Pichincha -Av. Los Chasquis hasta llegar al Campus Huachi.</p>
<b>Recorrido 10</b>	
<p><b>Salida/Hora:</b> Izamba 6h32  <b>Llegada/Hora:</b> Querochaca 7h30</p>	<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Ingahurco 7h30 / 9h00 / 10h15  <b>Llegada/Hora:</b> Querochaca 8h15 / 9h45 / 11h00</p>
<p>Inicia en Izamba en la calle Rodrigo Pachano – Unidad Nacional – Bolívar – Lalama – 13 de Abril – Av. Atahualpa y por el sector del municipio llega a la campus Huachi para luego dirigirse por el paso lateral a Cevallos y llegar al campus Querochaca.</p>	<p>La ruta inicia en Ingahurco, y toma la Av. El Rey – Calle Pichincha – Av. Quiz Quiz – hasta llegar al Campus Huachi, donde se enlaza a la Av. Atahualpa -Huachi Grande – Montalvo – Cevallos y arribar a su destino.</p>

Elaborado por: Tatiana Aguilar



Tabla 4. 13.- Recorrido 11

<b>Recorrido 11</b>	
<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Huachi 6h25 <b>Llegada/Hora:</b> Campus Ingahurco 6h40</p>	<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Ingahurco 6h40 / 8h40 /12h05 <b>Llegada/Hora:</b> Campus Querochaca 7h30 / 9h30 / 13h00</p>
<p>Este recorrido es utilizado por el personal Administrativo, inicia en el Campus Huachi, y utiliza la ruta Av. Atahualpa – Av. Quiz Quiz – Av. El Rey – Redondel de la Cumandá – Ingahurco.</p>	<p>La ruta recorre la Av. Cevallos – Calle Lalama pasa por la 13 de abril hasta llegar a la Av. Atahualpa - Huachi grande hasta Cevallos.</p>
	
<b>Recorrido 11</b>	
<p><b>Salida/Hora:</b> Campus Ingahurco 8h40 <b>Llegada/Hora:</b> Campus Querochaca 9h30 <b>Salida/Hora:</b> Campus Querochaca 8h00 /11h15 <b>Llegada/Hora:</b> Campus Ingahurco 8h40/12h00</p>	
<p>Este recorrido utiliza la ruta del redondel de La Cumanda-Av. El Rey – Quiz Quiz –Av. Atahualpa –Huachi Grande-Cevallos.</p>	
	

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Realizado el análisis de cada una de las rutas de las unidades se verifica el reglamento de la Universidad Técnica de Ambato con la ANT (Agencia Nacional de Tránsito) para la normal y correcta circulación de cada una de las once unidades de transporte colectivo, que se lo puede verificar en ANEXO C donde especifica las obligaciones y derechos de las dos partes.

### 4.3 SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DEL MONITOREO Y SEGURIDAD

En cuanto al sistema de monitoreo las unidades de la Universidad Técnica de Ambato cuenta con un servicio de rastreo satelital como se observa en la figura 4.2, en la imagen se detalla el proveedor HUNTER que brinda todo acceso al administrador, el monitoreo indica dónde se encuentra el bus después de cierto tiempo de actualizar la página pero no le indica el recorrido que ha realizado, algo esencial y útil para el administrador es el kilometraje las geo referencias para poder identificar y verificar si la unidad se encuentra o no en ese lugar.

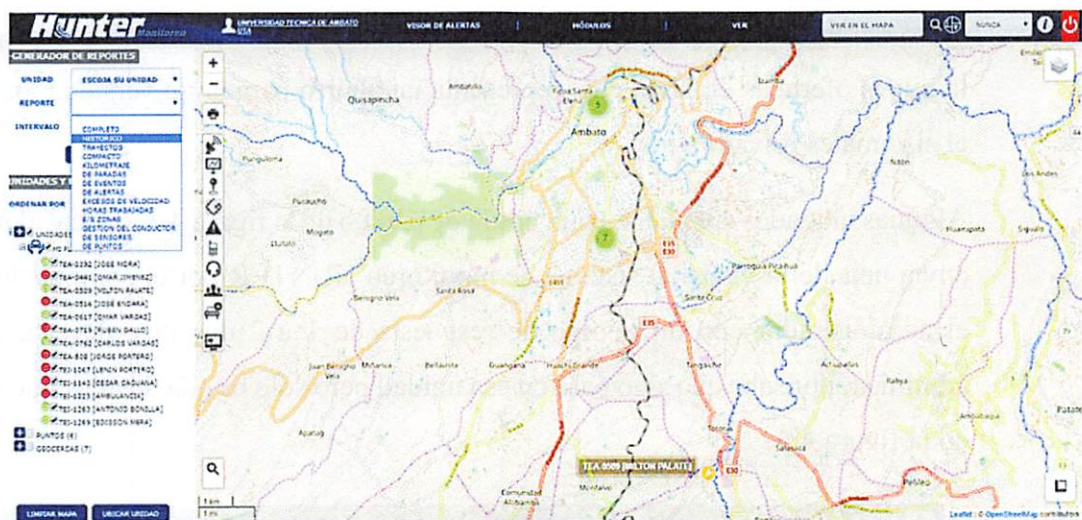


Figura 4. 2.- Sistema de monitoreo Hunter

Además, el sistema se enlaza con el correo del administrador para cualquier aviso, como se puede identificar en la figura 4.3 el reporte de la ubicación de la unidad respectiva.





Figura 4. 3.- Sistema Hunter con conexión al correo

El servicio de monitoreo es rentado por la Universidad Técnica de Ambato y recientemente se trasladarán a otro proveedor con el mismo servicio por razones del costo del mismo ya que la empresa Hunter cuesta alrededor de \$23 por dispositivo y la nueva oferta es de \$6 lo cual representa un ahorro para la universidad, pero aun así el sistema es privado.

Algunas unidades cuentan con un botón de pánico de la figura 4.5, el cual al accionarse envía una alerta visual al sistema de monitoreo HUNTER por el computador que usa el administrador con un tiempo de respuesta de 1 a 2 minutos, de esta manera el administrador sabe que algo pasa en esa unidad pero solo brinda detalles que se indican en la figura 4.4.

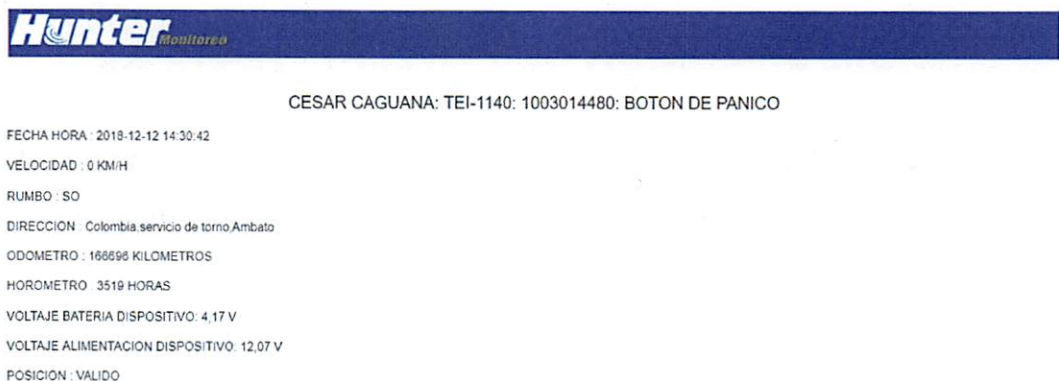


Figura 4. 4.- Alerta del botón de pánico hacia el correo del administrador por Hunter



*Figura 4. 5.- Botón de pánico*

Por otro lado, las unidades del transporte colectivo no cuentan con sistema de videovigilancia, por razones de presupuesto, pero actualmente es una idea a futuro con el objetivo de brindar seguridad a los usuarios, verificación de cada una de las frecuencias y mejorar la calidad del servicio.

La comunicación es por medio de telefonía móvil desde el conductor al administrador y en cualquier notificación de emergencia hay una demora, además para cualquier aviso cada conductor de las unidades debe acercarse al campus de Ingahurco donde se encuentra el departamento administrativo para tratarlo personalmente.

#### **4.4 PARÁMETROS TÉCNICOS DEL SISTEMA**

En la figura 4.6 se presenta el diagrama de bloques del sistema dividido en dos partes, la primera representa el equipo que se encuentra en la unidad de transporte y el enlace a internet para conectarse a la segunda parte donde se realiza el monitoreo por el administrador y los usuarios.



Figura 4. 6.- Diagrama de bloques del sistema electrónico de las unidades y el sistema de monitoreo

Elaborado por: Tatiana Aguilar

A continuación, se describe cada proceso del diagrama de bloques:

#### 4.4.1 Sistema electrónico de las unidades de transporte

El sistema electrónico es la parte fundamental dentro del prototipo, en ella se realizaron todas las conexiones, adquisición de datos y procesamiento de la información para el correcto funcionamiento del sistema por este motivo se analizaron las siguientes características:

##### a) Puertos de comunicación

Los puertos de comunicación son herramientas que permiten manejar e intercambiar datos entre un computador (generalmente están integrados en las tarjetas madres) y sus diferentes periféricos. A continuación, en la tabla 4.14 se detallan los puertos más utilizados con sus características.

Tabla 4. 14.- Tabla comparativa de puertos de comunicación

CARACTERÍSTICAS	FAST ETHERNET	GIGA ETHERNET	FIBRA	WIRELESS LAN
VELOCIDAD DE DATOS	100 Mbps	1 Gbps, 10 Gbps, 100Gbps	100 Mbps - 3.2Gbps	1Mbps- 54Mbps
MEDIOS DE TRANSMISIÓN	UTP, STP, Fibra óptica	UTP, Shield Cable, Fibra óptica	Optical Fiber, coaxial cable, STP	2.4Ghz -5Ghz microondas
MÉTODO DE ACCESO	CSMA/CD	Switched	Switched	CSMA
ESTÁNDAR	IEEE 802.3	IEEE 802.3	Fibre Channel Association	IEEE 802.11

Elaborado por: Tatiana Aguilar

#### b) Procesador

La unidad central de procesamiento o unidad de procesamiento central, es el hardware dentro de un ordenador u otros dispositivos programables, que interpreta las instrucciones de un programa informático mediante la realización de las operaciones básicas aritméticas, lógicas y de entrada/salida del sistema. Para el proyecto de investigación se ha considerado de la tabla 4.15 los siguientes procesadores:

Tabla 4. 15.- Cuadro comparativo de los procesadores

CPU	Arm Cortex A53	ATmega328	Quark SoC x 1000	SPARTAN - 6
EQUIPOS	RASPBERRY PI 3B+ / Rockchip 64 bit	ARDUINO UNO - NANO	INTEL GALILEO /	SBRIO-9606
FABRICANTE	Broadcom	Atmel	Intel	Xilinx
FRECUENCIA	1.4GHz	20 MHZ	400 MHz	100 MHz
GPU	Broadcom Video Core	NO DISPONE	NO DISPONE	NO DISPONE
CONSUMO	Bajo	Bajo	Medio / Bajo	Bajo

Elaborado por: Tatiana Aguilar

#### c) Unidad de almacenamiento

La unidad de almacenamiento en el proyecto de investigación planteado es de vital importancia, debido a que es donde se almacena los datos y registros de cada una de las aplicaciones propuestas, por esta razón se comparó métodos de almacenamiento de información, los cuales se detallan a continuación:



Tabla 4. 16.- Cuadro comparativo de la unidad de almacenamiento

EQUIPOS	RASPBERRY PI 3B+	ARDUINO UNO	INTEL GALILEO	SBRIO 9606
MEMORIA	No Disponible	32 KB	256MB	512 MB
EXPANSIÓN	Micro SD hasta 128 Gb	A través de módulos adaptables. Solo para registros.	Con memorias micro SD	No Disponible
TIPOS DE ALMACENAMIENTO SOPORTADO	SD – Disco Duro – Memory Flash	No disponible	SD – Memory Flash	No Disponible
VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	SD Clase 4 4MB/s SD Clase10 10 MB/s	No disponible	No disponible	No disponible

Elaborado por: Tatiana Aguilar

#### d) Pines

Los distintos modelos analizados cuentan con un sistema de pines que se indica en la figura 4.7, y permiten realizar conexiones a dispositivos externos como sensores o actuadores. A continuación, se analiza los diferentes métodos de configuración de una Raspberry PI 3 +.

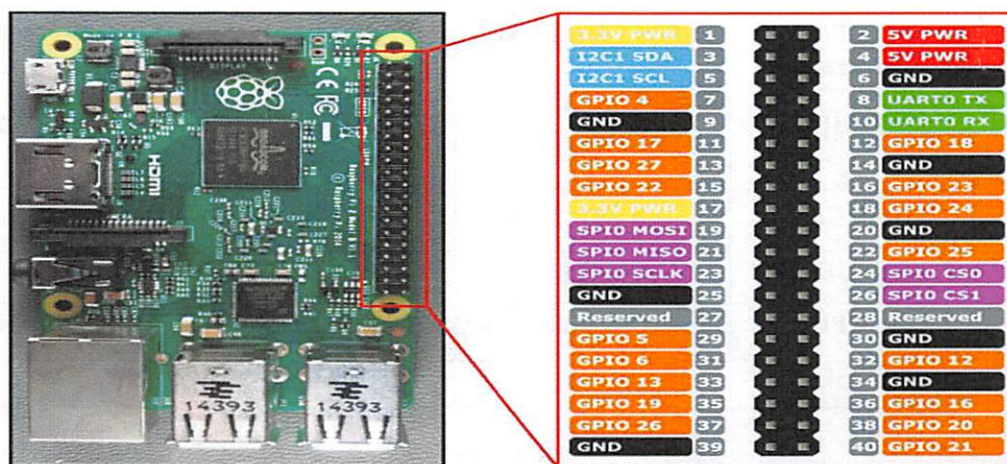


Figura 4. 7.- Diagrama de pines de Raspberry PI 3 +

## GPIO

La Raspberry Pi cuenta con una serie de pines denominados GPIO, estos pines que se indica en la figura 4.8 son de propósito general, es decir, pueden ser usados como entradas o salidas. La Raspberry Pi modelo 3B + cuenta con 40 pines de la siguiente manera.

La configuración de pines viene dada en dos formas, las cuales puede utilizarse de acuerdo a las aplicaciones a realizar:

- **BOARD:** La configuración BOARD se refiere al orden en el cual se ubica los pines en la Raspberry, esta numeración se la realiza de izquierda a derecha y en dos filas.
- **BCM:** Se refiere a los pines según su número pre establecido en la placa, cumpliendo cada uno una función específica. Estos no son correlativos como en el modo BOARD.



Figura 4. 8.- Configuración BCM y BOARD

**Voltaje:** La placa cuenta con dos pines de 5V y dos de 3.3V, que se utilizan para alimentación de los dispositivos electrónicos que se vayan a conectar. Además de ocho pines de 0V (GND). Estos pines no se pueden configurar.

**Entradas y Salidas:** Las salidas pueden generar salidas en alto (3.3V) o en bajo (0V), mientras que las entradas pueden leerse en alto hasta 3.3V o en bajo 0V. También cuenta con resistencias internas pull-up o pull-down. Los pines GPIO 2 y GPIO 3 tienen resistencias de pull-up fijas, pero para otros pines, esto puede configurarse en el software.

**PWM:** Los pines GPIO 12, GPIO 13, GPIO 18, GPIO 19 se encuentran configurados de uso exclusivo para PWM o modulación de ancho de pulsos, que permite modificar el ciclo de trabajo de una señal periódica.

**SPI:** La Raspberry Pi 3B+ permite establecer conexiones de tipo serial, por lo que cuenta con pines SPI dedicados:

- SPI0: MOSI (GPIO10); MISO (GPIO9); SCLK (GPIO11); CE0 (GPIO8), CE1 (GPIO7)
- SPI1: MOSI (GPIO20); MISO (GPIO19); SCLK (GPIO21); CE0 (GPIO18); CE1 (GPIO17); CE2 (GPIO16)



Donde SCLK permite realizar la sincronización entre dispositivos, MOSI Salida de datos del maestro y entrada de datos al esclavo, MISO Salida de datos del esclavo y entra al maestro y CE0 y CE1 para la selección de esclavos.

**I2C:** También conocido como UART permite comunicarse con dispositivos externo. Los puertos dedicados para comunicación I2C son: Para datos GPIO2, Reloj GPIO3, datos de la EEPROM GPIO0, Reloj EEPROM GPIO1.

**Comunicación Serie:** Los puertos definidos para realizar comunicación en serie son los GPIO 14 para transmisión y el GPIO 15 para recepción. Aunque también es disponible configurarlos con software.

Una vez analizado los puertos de comunicaciones, el procesador, la capacidad de almacenamiento y la configuración de pines de distintos equipos electrónicos de la tabla 4.17, se ha optado la utilización de la Raspberry Pi 3B + para el desarrollo de la presente propuesta tanto en las unidades de transporte como en el administrador. En la siguiente tabla se muestra la comparación de los modelos más actuales de Raspberry.

*Tabla 4. 17.- Comparación de modelos actuales de Raspberry*

CARACTERÍSTICAS	3 MODELO B	3 MODELO B+
FÍSICO		
AÑO	29 de Febrero 2016	14 de Marzo 2018
ANTENA	Chip ANTENA	PCB Antena
SOC	BROADCOM BCM 2837	BROADCOM BCM 2837
CPU	1.2GHz -QUAD ARM CORTEX-A53	1.4GHz -QUAD ARM CORTEX-A53



<b>GPU</b>	Video Core IV	Video Core IV
<b>RAM</b>	1Gb	1Gb
<b>USB</b>	4	4
<b>VIDEO</b>	Jack HDMI	Jack HDMI
<b>AUDIO</b>	Jack HDMI	Jack HDMI
<b>BOOT</b>	Micro SD	Micro SD
<b>RED</b>	Ethernet 10/100Mbps Wi-Fi 802.11 b/g/n (2.4GHz) Bluetooth 4.1	Ethernet 10/100 Mbps Wi-Fi 802.11.b/g/n/ac de doble banda 2.4GHz y 5GHz Bluetooth 4.2
<b>CONSUMO</b>	2.5 <sup>a</sup> /12.5W/5V	2.5 <sup>a</sup> /12.5W/5V
<b>ALIMENTACIÓN</b>	Micro USB /GPIO	Micro USB /GPIO
<b>TAMAÑO</b>	85 x 56 mm	85 x 56 mm
<b>COSTO</b>	70\$	70\$

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

Fuente: " Estudio y análisis de las herramientas de radioenlaces" [41]

Para el dispositivo de la unidad de transporte se toma en cuenta los pines disponibles (GPIO) que es donde se conectan los elementos que permitan cumplir con los objetivos del proyecto, siendo los necesarios puertos UART para la conexión del sistema GPS, pines de entrada y salida para el sistema de alarma, además de la capacidad de 16GB a través de una SD clase 10 para almacenar datos y registros de las actividades que se generen en el bus. Para el administrador se establece como parámetro principal los tipos de conexión que permite la Raspberry Pi, ya que al contar con interfaces USB y un puerto HDMI se puede conectar periféricos como monitores, teclados y mouse que permitan visualizar, configurar y generar acceso al sistema.

#### **4.4.2 Sistema de alarma**

El conjunto de equipos electrónicos (sensores de movimiento, contactos magnéticos, detectores de humo, botón de pánico) ubicados en puntos estratégicos en la unidad de transporte colectivo representan el sistema de seguridad que tiene la función de monitorear un espacio, ofreciendo seguridad a los pasajeros y la protección de bienes de la unidad. El funcionamiento inicia al recibir una señal de alarma proveniente de la unidad a la central de monitoreo, ya sea por robo o intrusión, situación de pánico,

incendio o emergencia médica, se conectará con el administrador y al verificar la emergencia se actúa de manera rápida.

Un sistema de alarma está conformado con los siguientes componentes:

- Panel de control
- Teclado Digital
- Detector de movimiento
- Contactos magnéticos
- Batería de respaldo
- Sirena

En la tabla 4.18, se realiza un análisis de los diferentes equipos electrónicos:

*Tabla 4. 18.- Cuadro comparativo de los sistemas de alarma*

CARACTERÍSTICAS	SENSORES DE MOVIMIENTO	CONTACTOS MAGNÉTICOS	DETECTOR DE HUMO	BOTÓN DE PÁNICO
<b>FÍSICO</b>				
<b>FUNCIÓN</b>	Dispositivos capaces de emitir y recibir señales que permitan detectar movimiento en una zona de videovigilancia <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor con rayos infrarrojos</li> <li>• Sensor microondas</li> <li>• Sensor de movimientos ultrasónicos</li> </ul>	Sensores que forman un circuito cerrado mediante un imán y un contacto de relé de campos magnéticos, que al separarse cambia de estado NC o NO y viceversa enviando una señal.	Utiliza el principio de dispersión lumínica cuando el humo bloquea un oscurece el medio en el que se propaga un haz de luz.	Al presionar se envía una señal a la central de monitoreo y posee contactos de estado NC o NO.

<b>ÁREA DE TRABAJO</b>	Resguardar oficinas ,casas o una área específica	Protección de puertas y ventanas	Resguardar oficinas, edificios, supermercados.	Unidades de transporte, vehículos, taxis.
<b>PRECIO</b>	Desde \$15	Desde \$3 hasta \$20	Desde \$7	Desde \$3

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

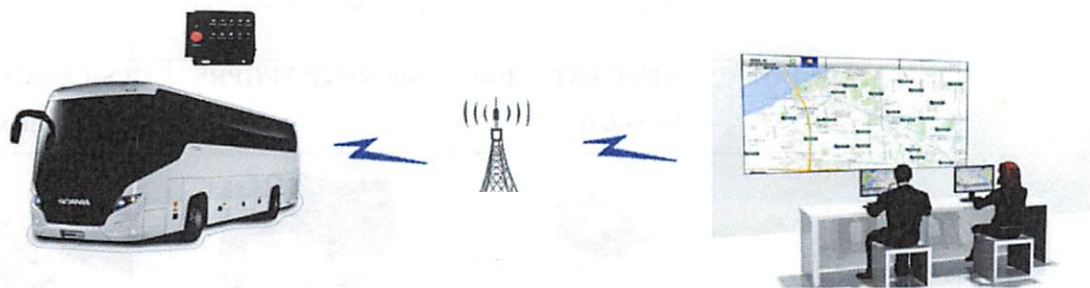
Fuente: " Estudio y análisis de las herramientas de radioenlaces" [42]

Hay diferentes medios de enviar una notificación:

- Por Línea telefónica tradicional
- Por Radio
- Por Internet
- Por Celular Convencional (canal GSM)
- Por Celular GPRS

Otro medio de notificación es de forma local ya que solamente genera el sonido por medio de sirenas y bocinas para notificar localmente a las personas que están en el sitio o a vecinos o guardias de seguridad [43].

De acuerdo al análisis de los equipos electrónicos se ha seleccionado el botón de pánico, por ser un dispositivo silencioso, fácil de camuflar en la unidad de transporte, la función es, una vez presionado por el conductor del bus o cualquier tipo de vehículo este envía un mensaje de alarma y la posición del vehículo que al detectar una actitud sospechosa o ver un delito explícito los conductores tienen la posibilidad de alertar rápidamente como se visualiza en la figura 4.9.



*Figura 4. 9.- Esquema del modo de trabajo del botón de pánico [43]*

#### **4.4.3 Sistema de localización**

GPS es una de las herramientas más empleadas y con mayor funcionalidad para conocer la posición exacta y el estado de circulación del vehículo en todo momento y en tiempo real.






Este Sistema Global de Navegación por Satélite lo componen:

- Sistema de satélites. Está formado por 24 unidades con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie del globo terráqueo. Más concretamente, repartidos en 6 planos orbitales de 4 satélites cada uno. La energía eléctrica que requieren para su funcionamiento la adquieren a partir de dos paneles compuestos de celdas solares adosados a sus costados.
- Estaciones terrestres. Envían información de control a los satélites para controlar las órbitas y realizar el mantenimiento de toda la constelación.
- Terminales receptores: Indican la posición en la que están; conocidas también como Unidades GPS, son las que podemos adquirir en las tiendas especializadas.

De acuerdo al uso que se le dé, los GPS se clasifican en:

- **GPS de mano:** Son equipos receptores que marcan rutas, controladas con y sin cartografía y resultan ideales para el uso al aire libre, senderismo, montaña y algunos modelos incluyen una brújula y/o un barómetro electrónico, la dificultad es que el sistema operativo y software es totalmente cerrado.
- **Navegadores:** Estos dispositivos son orientados a uso de ciudad y carretera, pero no graba el recorrido ni se conectan a un PC
- **Básicos:** Son los equipos electrónicos que se utiliza para proyectos y experimentos técnicos, son de gran precisión y permiten conexión con el ordenador
- **GPS integrados:** Son aquellos que están integrados en los teléfonos móviles

Tabla 4. 19.- Cuadro comparativo de módulos GPS

MÓDULO	GPS UART, u-blox NEO-6M	Sim 808 GSM/GPRS	GPS-USB GLONASS u-blox7
FÍSICO			
TIPO DE CORRIENTE	Corriente Continua	Corriente Continua	USB
BANDAS DE FRECUENCIA	L1 [1575.42MHz]	GSM 850, EGSM 900, DCS 1800, PCS	L1 [1575.42MHz]

		1900,	
<b>TIEMPO DE CAPTURA</b>	27s	30s	30ns
<b>SENSIBILIDAD</b>	Captura: -148dBm Rastreo: -161 dBm	Captura: -147 dBm Rastreo: -165 dBm	Captura: 162dBm Rastreo: -160dBm
<b>VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN</b>	9600	9600	9600
<b>PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN</b>	NMEA	NMEA	WGS-84
<b>COMUNICACIÓN</b>	UART	Comandos AT	USB
<b>CORRIENTE MÁXIMA</b>	45Ma	15 mA	900 mA
<b>TENSIÓN MÁXIMA</b>	2.7V ~ 5.0V	3.5-4.2V.	+ 3.3 V ~ + 5 V
<b>TEMPERATURA</b>	-40 °C ~ 85 °C	40 °C a 85 °C	40 °C a 85 °C
<b>COSTO</b>	\$ 22	\$50	\$50
<b>TAMAÑO</b>	23x30mm	24x24x2.6mm	6 x 2.3 cm/2.36 x 0,91
<b>TIPO/TAMAÑO/ ANTENA</b>	Pasiva 25x25mm	Pasiva	Interna





*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

En base a las características presentadas en la tabla 4.19, se ha seleccionado el módulo U-BLOX NEO-6M porque solo se requiere tomar datos de latitud y longitud, el módulo es de bajo costo y accesible, además es compatible con la Raspberry pi 3+ a través de su comunicación UART y al no necesitar alimentación externa y su baja corriente es posible conectar directamente a los puertos GPIO.

#### **4.4.4 Dispositivos de red**

Para el proyecto de investigación es necesario seleccionar equipos que permitan conectividad a los sistemas, existen varios tipos de dispositivos de red como Routers, Switch, Módems entre otros, para ello se ha analizado en la tabla 4.20 las funciones que se requieren para las unidades de transporte y la administración.

Tabla 4. 20.- Cuadro comparativo de los dispositivos de red

ROUTERS / CARACTERÍSTICAS				
<b>MARCA</b>	TPLINK	LINKSYS	CISCO	TPLINK
<b>MODELO</b>	TL-MR3420	N300	RV132W	TL-WR840N
<b>VELOCIDAD</b>	Hasta 300Mbps	Hasta 300Mbps	300Mbps	300Mbps
<b>ESTÁNDARES INALÁMBRICOS</b>	IEEE 802.11n	IEEE 802.11n/g/b/u	IEEE 802.11n/g/b/u/i, 802.3 802.1	IEEE 802.11n/g/b/u
<b>ENCRIPCIÓN</b>	WPA / WPA2	WPA / WPA2	WPA / WPA2	WPA / WPA2
<b>CONECTIVIDAD</b>	Ethernet, WAN, 3g/4g	Ethernet, WAN	Ethernet, WAN, 3g/4g/LTE	Ethernet, WAN
<b>FRECUENCIA</b>	2.4 GHz	2.4 - 5 GHz	2.4 - 5 GHz	2.4 GHz
<b>GANANCIA</b>	2 x 5dBi	9 dBi	3 dBi	2 x 5dBi
<b>SOPORTE DDNS</b>	SI	SI	SI	SI
<b>PORT FORWARDING</b>	SI	SI	SI	SI
<b>COSTO</b>	\$20	\$80	\$210	\$15

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

Para las unidades de transporte se ha optado por el Router TP Link TL-MR3420, que como característica principal cuenta con un puerto USB que permite la conectividad móvil a través de un módem 3G/4G, además al mismo se pueden conectar hasta 50 usuarios en redes divididas (Red Principal e Invitado) donde se puede gestionar y limitar el ancho de banda. Además de establecer un costo accesible para el objetivo del prototipo.





Para el administrador se elige un Router TP Link TL-WR840N, que cuenta con un puerto WAN el cual es el encargado de establecer la conexión a Internet, este dispositivo es importante en el proyecto, debido a que los usuarios a través de DDNS y la IP Pública podrán acceder a los datos alojados en el servidor, por este motivo es necesario tomar en cuenta los niveles de seguridad y si tiene soporte para DDNS y Port Forwarding.

#### 4.4.5 Comunicación 3G / 4G

Para tener conectividad de internet en el bus y transmitir la información generada por los dispositivos conectados en el prototipo se ha seleccionado el uso de un Módem USB 3G, que en conjunto con el router TP Link TL-MR3420 es posible implementar una red dentro de las unidades de transporte.

En el mercado es posible encontrar diferentes modelos y marcas de estos dispositivos, los más utilizados se detallan en la tabla 4.21.

Tabla 4. 21.- Cuadro comparativo de los equipos de comunicación 3G y 4G

MÓDEM / CARACTERÍSTICAS				
<b>MARCA</b>	HUAWEI	HUAWEI	Huawei	ZTE
<b>MODELO</b>	E173	E5172	B310S-518	MF667
<b>VELOCIDAD</b>	7.2 Mbps	150 Mbps	300Mbps	21 Mbps
<b>SOPORTE SD</b>	Hasta 32GB	No Disponible	No Disponible	Hasta 32GB
<b>REDES SOPORTA</b>	2G / 3G / 3.5G	4G	2G / 3G / 4G LTE	2G / 3G
<b>PLUG AND PLAY</b>	SI	SI	SI	SI
<b>BANDAS SOPORTA</b>	HSPA/UMTS: 850/900/1700/1900/2100 MHz	LTE/UMTS/GSM 2600/2100/1800/900/800 MHz	UMTS, Bandas 1/2/4/5 2100MHz/1900 MHz/AWS/850 MHz	UMTS/HSPA + 850/2100MHz
<b>SOPORTA TP Link TL-MR3420</b>	SI	NO	NO	SI
<b>COSTO</b>	\$25	\$100	\$80	\$15

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

Para el prototipo se ha seleccionado el Módem 3G Huawei E173, por la interoperabilidad que presenta con el Router TP Link TL-MR3420, además de su fácil instalación y su bajo costo.

Sin embargo, para una futura implementación en las unidades de transporte, no será necesario contar con esta tecnología, porque en la ejecución real del sistema se utilizara el radio enlace propuesto en el capítulo 4.11 donde se detalla los parámetros que permitirá establecer conexión a internet a las unidades.

#### **4.4.6 Sistema de videovigilancia**

Las unidades de la Universidad Técnica de Ambato son una parte importante de los sistemas de transporte para la comunidad universitaria, por lo tanto, factores como el aumento de las amenazas a la seguridad y la ineficiencia operativa están limitando las capacidades de los operadores, por ello la instalación de cámaras de seguridad y vigilancia vehicular permite su monitoreo remoto y por ende la visualización en tiempo real de las cámaras mediante la red de datos 3G.





Entre los beneficios que se obtienen de la instalación de un sistema de videovigilancia para buses, se encuentran los siguientes:

- **Protección de los conductores:** Previenen hechos desagradables dentro de la unidad, como robos o que sirve como evidencia en caso de un comportamiento inadecuado.
- **Hábitos de conducción adecuados por parte del conductor:** Al estar bajo la vigilancia de cámaras de seguridad online para buses, se presta más atención a las reglas de la seguridad vial y su relación con los pasajeros.
- **Prevención de robos:** La posibilidad de servir de disuasión para los ladrones, y en el caso de que el hecho suceda, la grabación de la situación sirve de evidencia para la institución.
- **Evitar vandalismos:** Las cámaras por lo general, apuntan a las puertas del vehículo y hacia el frente del mismo, por lo que es posible identificar a las personas que hagan daño a las unidades.[44]

En la tabla 4.22, se muestran diferentes modelos de cámaras IP recomendables para el presente proyecto de investigación.



Tabla 4. 22.- Comparación de cámaras IP

CÁMARAS / CARACTERÍSTICAS				
<b>MARCA</b>	HIKVISION	HIKVISION	DLINK	HIKVISION
<b>MODELO</b>	AE-VC123T-ITS	2cd2020f	DCS-932L	AE-VC122T-ITS
<b>TIPO</b>	DOME	BULLET	CUBE	DOME
<b>RESOLUCIÓN</b>	720p	1920 x 1080p	640 x 480p	720p
<b>LENTE</b>	2.1mm	4 mm	5.01 mm	2.1mm
<b>VISIÓN NOCTURNA (IR)</b>	SI	SI	SI	SI
<b>COSTO</b>	\$ 100	\$ 109	\$ 70	\$ 147
<b>COMPRESIÓN</b>	H.264 + y H.264	H.264/MJPE G	H.264 + y H.264	H.264 + y H.264
<b>BIT RATE</b>	-	32Kbps - 8Mbps	32Kbps-4Mbps	-
<b>OTRAS CARACTERÍSTICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso Vehicular</li> <li>- Diseño anti vibración.</li> <li>- Sensor 1MP CMOS</li> <li>- IP 68</li> <li>- Alimentación DC 9V – 36V</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compatibl e con servidores NAS</li> <li>- Múltiples protocolos TCP/IP, HTTP, DNS ETC.</li> <li>- Interfaz RJ45 Y WIFI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soporte de App y servidor externo</li> <li>- Múltiples protocolos TCP/IP, HTTP, DNS ETC.</li> <li>- Interfaz RJ45 Y WIFI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso Vehicular</li> <li>- Diseño anti vibración.</li> <li>- Sensor 1MP CMOS</li> <li>- IP 68</li> <li>- Alimentación DC 6V – 16V</li> </ul>

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Para la selección de la cámara IP se tomó en cuenta diferentes características como el tamaño, movilidad, marca, resolución y aplicaciones web, para el proyecto al ser una unidad de transporte colectivo se recomienda una cámara tipo cube y se debe considerar el ángulo de visión para que cubra toda el área que se requiera. Otro aspecto

importante es el sistema de compresión debido a que la información obtenida de la cámara es de gran tamaño y si no se comprime de manera adecuada puede saturar la red. El equipo DLINK DCS-932L se lo ha utilizado para la instalación del prototipo porque cuenta con todas las características antes mencionadas y la principal el estándar de compresión MPGE 4 que es el más eficiente en cuanto a la capacidad de codificación de voz y video.

En el prototipo se realizó la instalación de una cámara IP conectada directamente al router, para una mejor calidad del sistema se recomienda la instalación de cuatro cámaras HIKVISION AE-VC123T-ITS tipo dome, distribuidas y conectadas al DVR HIKVISION DS-MP7504 en la unidad de transporte, con el objetivo de ofrecer al administrador un mejor monitoreo. En la tabla 4.23, se describe grabadores de video que se puede utilizar:

*Tabla 4. 23.- Equipos grabadores de video DVR*

Modelo / Especificaciones	HIKVISION DVR DS-7104	HIKVISION DS-9104	HIKVISION DS-7208 HI-SL	HIKVISION DS-MP 7504
Número de canales	8	16	8	4
Resoluciones de Cámara soportadas	HDTVI input: 4 MP, 3 MP, 1080p25, 1080p30	1920×1080P 1600×1200 1280×1024	1920 × 1080P 1280 × 1024P 1280 × 720P 1024 × 768 P	720p WD1 4CIF CIF
Interfaz de Video	BNC (1.0 Vp-p, 75Ω)	BNC (1.0 Vp-p, 75Ω)	BNC (1.0 Vp-p, 75Ω)	Aviation Connector
Interfaz de Salida	HDMI / VGA	HDMI / VGA / CVBS	HDMI / VGA / CVBS	VGA / CVBS
Video Bit Rate	32 kbps-6 Mbps	32Kbps - 2048Kbps	32Kbps - 3072Kbps	32 kbps-6 Mbps
Tipo de Transmisión	Audio y Video	Audio y Video	Audio y Video	Audio y Video
Interfaz de Almacenamiento	4 puertos SATA	8 puertos SATA	1 puerto SATA	2 puertos SATA 2.5"
Compresión de Video	H.264	H.264	H.264	H.264
Protocolos de Comunicación	TCP/IP, PPPoE, DHCP, Hikconnect Cloud P2P.	TCP/IP, PPPoE, DHCP, Hikconnect	TCP/IP, PPPoE, DHCP, Hikconnect	3G, GPS, TCP/IP, WIFI, Hikconnect

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

#### 4.4.7 Selección de servidor

Para la propuesta planteada se ha establecido la utilización de un servidor web y un servidor local.

El servidor local se encuentra alojado en la Raspberry Pi, que, aprovechando de las características presentadas por el dispositivo, es posible almacenar de manera local toda la información recibida en un servidor LAMP.

## Servidor web

Un servidor web permite gestionar información realizando conexiones unidireccionales o bidireccionales. Su función es resolver respuestas a peticiones generadas por un cliente; la interfaz entre el cliente y el servidor se lo conoce como navegador web, que es quien interpreta la información enviada por el servidor para que pueda ser entendida por el usuario.

Para el prototipo se ha utilizado el servicio Hostinger que permite registrar y alojar dominios en la web. Entre las características presentadas se tiene:

- Soporte de MySQL
- Soporte FTP
- Soporte PHP
- Servidor VPS
- Cloud Hosting
- Conexión con Wordpress

Hostinger de la figura 4.10 cuenta con planes gratis y de pago, para el proyecto se utiliza la función de MySQL, por lo que no es necesario adquirir un plan Premium, debido a que el plan gratuito permite hasta crear cinco bases de datos con 100MB de capacidad, con lo cual se puede cumplir los objetivos del prototipo.

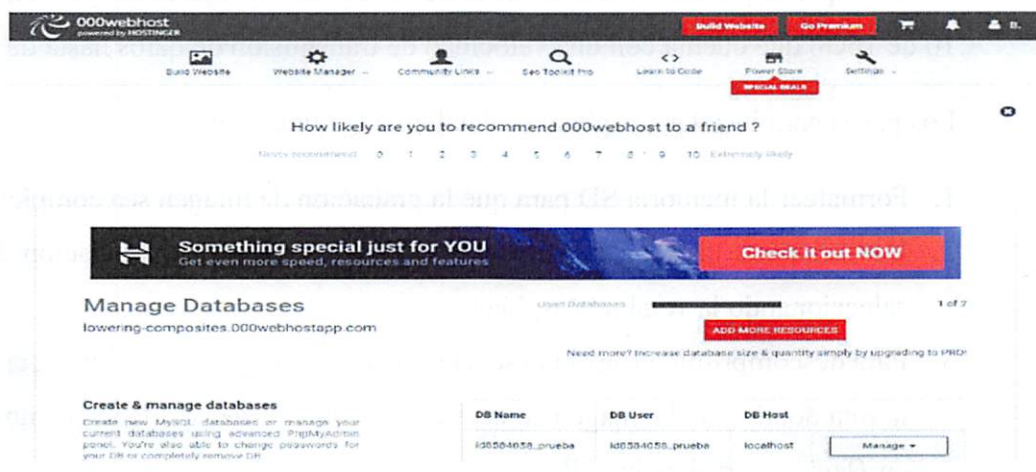


Figura 4. 10.- Interfaz de Hostinger Manage Databases

## 4.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO Y VIDEOVIGILANCIA

### 4.5.1 Instalación del servidor LAMP

El servidor se lo ha implementado en el micro-ordenador Raspberry Pi modelo 3B+ utilizando LAMP, un acrónimo designado para describir al sistema de infraestructura de internet que usa cuatro herramientas de código abierto como el sistema operativo Linux, el servidor HTTP Apache, el sistema de gestión de bases de datos relacionales MySQL y el lenguaje de programación PHP.

#### a) Linux / Raspbian

La instalación se inicia seleccionando la distribución de Linux que se utiliza, en este caso se eligió Raspbian Stretch que es un sistema basado en Debían 9 adaptado y optimizado para Raspberry Pi.

Las características de Raspbian Stretch se describen continuación:

- Utiliza Linux 3.16 como Kernel; El Kernel es el núcleo del sistema operativo, es el encargado de que trabaje el software y hardware, administrar la memoria del equipo, procesamiento de datos y la comunicación con periféricos.
- Se acopla a herramientas de Python 2 y 3.
- Sistema de arranque *systemd* que ofrece mayores funciones para la gestión de servicios.
- En esta versión se incluyen más de 12253 paquetes nuevos.

Para almacenar el sistema operativo, se recomienda utilizar una memoria SD de 16GB clase o superior para este proyecto se utilizó una memoria marca Kingston SDHC clase 10 de 16Gb que cuenta con una velocidad de transmisión de datos hasta de 80 MB/s.

Los pasos para instalar Raspbian se detallan a continuación:

1. Formatear la memoria SD para que la grabación de imagen sea completa
2. Descargamos la imagen .iso de la página oficial de la fundación Raspberry, seleccionando la versión Raspbian
3. Para descomprimir a Raspbian se ha utilizado el programa *win32imager*, ubicamos la ruta donde está la imagen en la etiqueta "*Image File*" y seleccionamos la unidad en *Device* y presionamos *Write*.

4. Una vez realizado el montaje de la .iso en la Raspberry Pi como se observa en la figura 4.11, se habilita el acceso SSH mediante el CMD
5. Aun con la SD conectada a la Pc, se identificó la unidad asignada en la memoria en nuestro caso la letra E:
6. Posteriormente ingresamos al CMD y digitamos el siguiente comando: `dir E:`
7. Nos proporciona los archivos que contiene, posteriormente habilitamos SSH con el siguiente comando: `echo>E:\ssh`

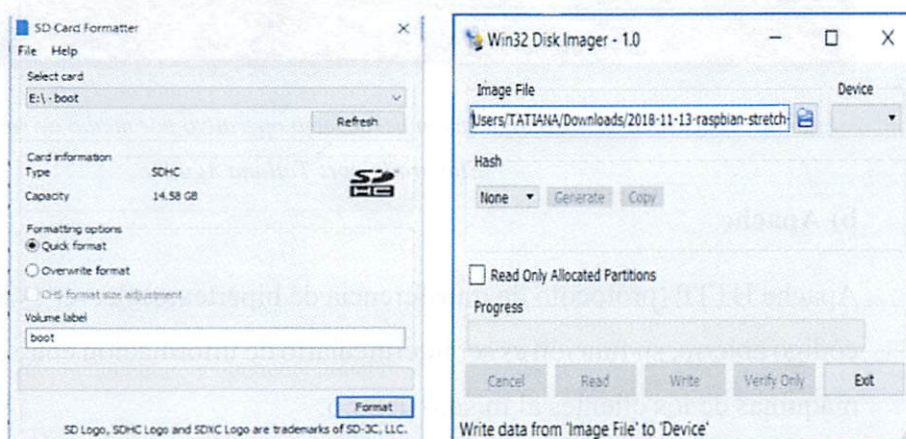


Figura 4. 11.- Programas para trabajar con la SD

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Finalmente si se realizó bien el proceso se crea un archivo ssh que habilita las conexiones remotas por medio del protocolo SSH. El proceso de la instalación tarda de 15 a 30 minutos dependiendo de la conexión a internet y para las actualizaciones se puede ejecutar el comando `get update` desde la terminal. Al terminar la instalación el sistema pedirá un usuario y contraseña, el cual es *pi* y *Raspberrry* respectivamente, que es la que viene por defecto, para cambiar la contraseña se ha utilizado el comando `passwd` y con ello damos más seguridad a nuestro sistema.

En la configuración de parámetros básicos se utilizó desde consola el comando `sudo raspi-config`, el cual ingresa al *boot* del sistema y permite la habilitación y deshabilitación de periféricos, configuración de lenguaje y zona horaria, opciones de overclocking entre otros como se identifica en la figura 4.12.



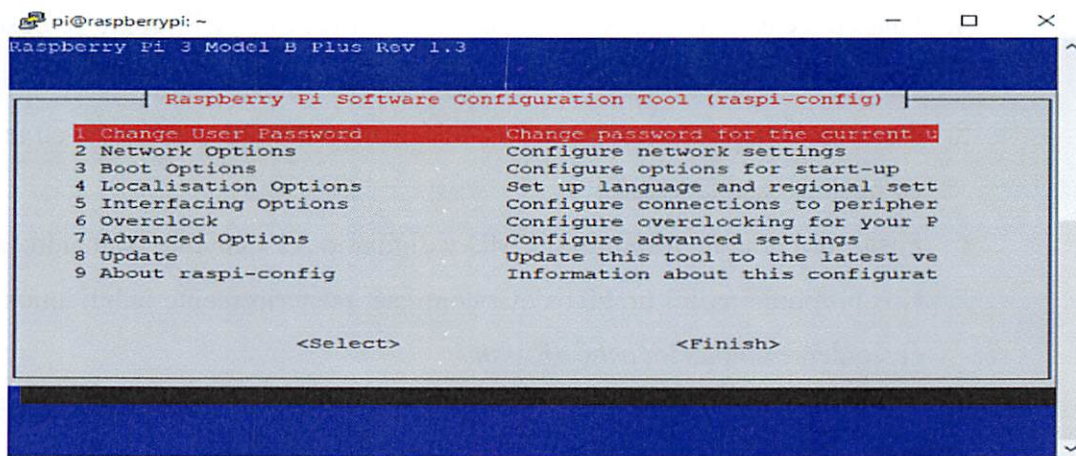


Figura 4. 12.- Configuración del sistema operativo por medio de raspi-config

Elaborado por: Tatiana Aguilar

## b) Apache

Apache HTTP (protocolo de transferencia de hipertexto) Server es un servidor web de código abierto, su función es ser intermediario de información entre el servidor y varias máquinas de los clientes al mismo tiempo.

La instalación de Apache se la realiza desde la consola mediante el comando:

```
sudo apt-get install -t stretch apache2
```

Terminada la instalación del paquete de Apache, se configuró la IP del equipo como estática, esta dirección será la que se utilice para acceder al servidor. La dirección de acceso al sistema de Control y Monitoreo es la 192.168.2. 101 en la unidad de transporte y 192.168.3.101 para el sistema de monitoreo administrador.

Para comprobar que la instalación de Apache se realizó correctamente se puede ingresar desde un navegador web a la dirección del servidor y debe aparecer un mensaje que Apache está trabajando como indica la figura 4.13.

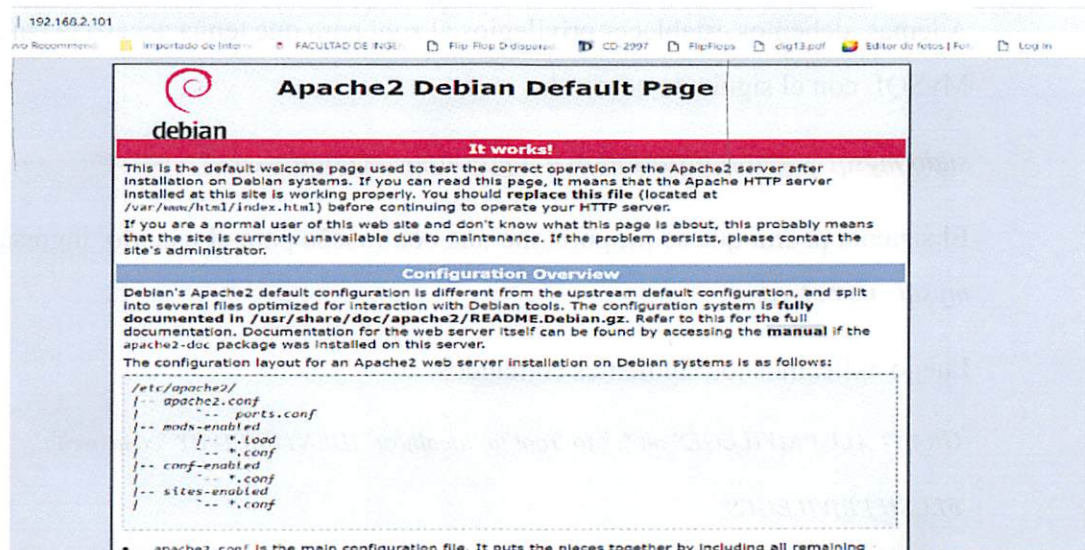


Figura 4. 13.- Instalación de apache

Elaborado por: Tatiana Aguilar

### c) MySQL

El sistema de administración de base de datos que se utilizó MariaDB, siendo MySQL la aplicación que permite gestionar archivos llamados desde la base de datos y quien aporta mejoras de compatibilidad con múltiples gestores de almacenamiento, mayor velocidad para consultas y subconsultas, código abierto y menor cantidad de errores.

Para su instalación se utilizó el comando:

```
sudo apt-get install -t stretch mysql-server
```

```
sudo apt-get install -t stretch mysql-client
```

Reiniciamos nuevamente y ya con todos los servicios LAMP activados es necesario contar con una interfaz gráfica para poder complementar a la base de datos, por esta razón se instaló phpMyAdmin con el siguiente comando:

```
sudo apt-get install phpmyadmin
```

A continuación, realiza una serie de preguntas de configuración:

-Seleccionamos *apache2*

-Configuramos a *phpmyadmin* para conectarse a nuestra base de datos *SQL*

-Ingresamos la contraseña y confirmamos.

Además, debemos establecer privilegios al *root* para que tenga acceso la base de datos MySQL con el siguiente comando:

*sudo mysql\_secure\_installation* e ingresamos la contraseña

El sistema pedirá que se proporcione una contraseña para el usuario, ingresamos con:  
*mysql -u root -p*

Luego aplicamos los siguientes comandos:

*-GRANT ALL PRIVILEGES on \*.\* to 'root'@'localhost' IDENTIFIED BY 'contraseña';*

*-FLUSH PRIVILEGES;*

Y finalmente reiniciamos el servicio.

*service mysql stop* y *service mysql start*

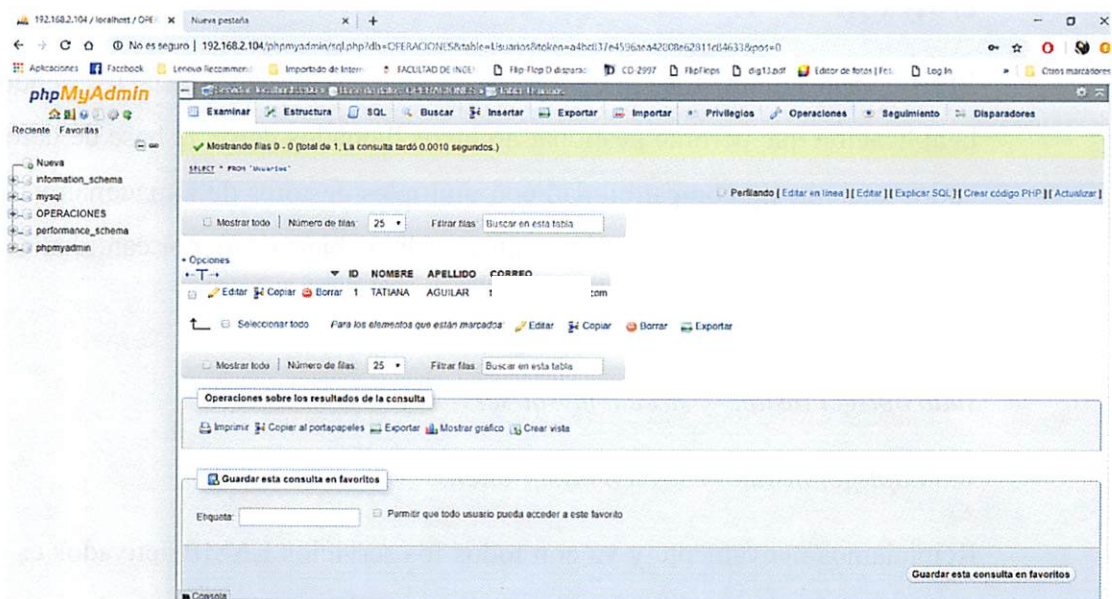


Figura 4. 14.- Configuración de phpmyadmin

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

Una vez terminado los procesos anteriores se pudo acceder a la interfaz desde un navegador web ingresando a <http://192.168.2.101/phpmyadmin/> como se indica en la figura 4.14

#### d) PHP

PHP es un lenguaje de programación que se ejecuta en el lado del servidor cuando este recibe una petición desde una página web.



Para instalar PHP se utilizó:

```
sudo apt-get install -t stretch php 7.0
```

Dejamos que se instale para luego instalar los paquetes mysql con los de php 7.0, siendo la última versión con el siguiente comando:

```
sudo apt-get install -t stretch php 7.0-mysql
```

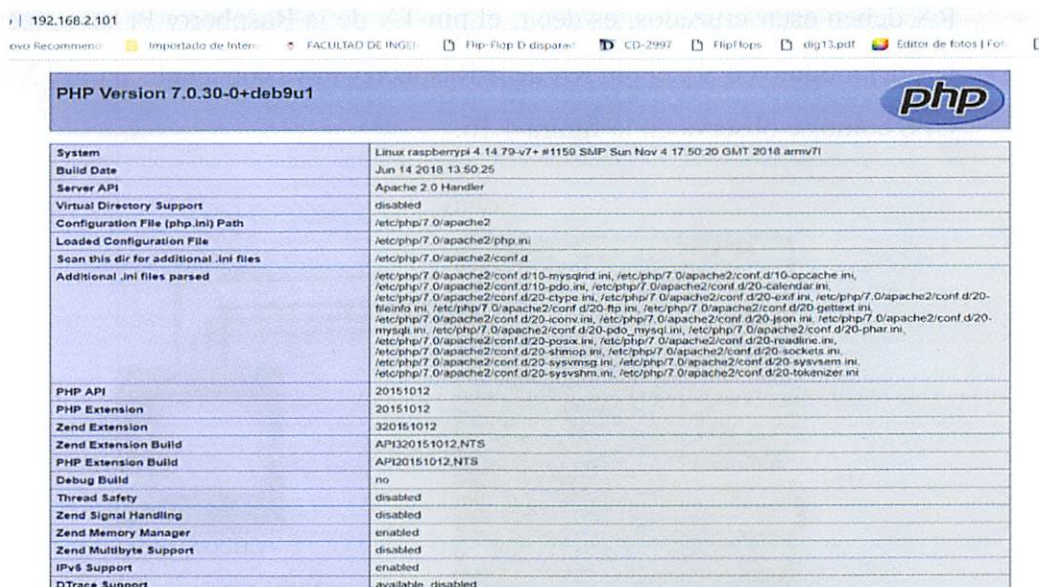
Para probar que se ha instalado correctamente se puede agregar un archivo PHP al directorio del servidor Apache (/var/www/html), con el siguiente comando:

```
sudo chmod 777 /var/www/
```

```
sudo nano /var/www/html/info.php
```

```
<?php  
phpinfo();  
>
```

Luego abrirlo desde un navegador con la dirección de nuestro servidor local quedando de esta manera: <http://192.168.2.101/archivo.php>



PHP Version 7.0.30-0+deb9u1	
System	Linux raspberrypi 4.14.79-v7+ #1150 SMP Sun Nov 4 17:50:20 GMT 2016 armv7l
Build Date	Jun 14 2016 13:50:25
Server API	Apache 2.0 Handler
Virtual Directory Support	disabled
Configuration File (php.ini) Path	/etc/php/7.0/apache2
Loaded Configuration File	/etc/php/7.0/apache2/php.ini
Scan this dir for additional .ini files	/etc/php/7.0/apache2/conf.d
Additional .ini files parsed	/etc/php/7.0/apache2/conf.d/10-mysqld.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/10-opcache.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/10-pdo.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-calendar.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-ctype.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-curl.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-fileinfo.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-ftp.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-gettext.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-iconv.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-jeon.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-mysql.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-pdo_mysql.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-phar.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-posix.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-readline.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-shmop.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-sockets.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-sysmsg.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-sysvsem.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-sysvshm.ini, /etc/php/7.0/apache2/conf.d/20-tokenizer.ini
PHP API	20151012
PHP Extension	20151012
Zend Extension	320151012
Zend Extension Build	API320151012.NTS
PHP Extension Build	API20151012.NTS
Debug Build	no
Thread Safety	disabled
Zend Signal Handling	disabled
Zend Memory Manager	enabled
Zend Multibyte Support	disabled
IPv6 Support	enabled
DTrace Support	available, disabled

Figura 4. 15.- Configuración de PHP

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Procedemos a reiniciar el sistema con el comando: *reboot* y ya todo está funcionando correctamente como indica la figura 4.15.

#### 4.5.2 Configuración del módulo GPS

El módulo GPS Ublox-M6 es un dispositivo electrónico capaz de rastrear en tiempo real a la unidad de transporte colectivo, siendo muy preciso en las coordenadas geográficas de latitud y longitud y para ello en el prototipo se realizó la comunicación del localizador GPS con Raspberry Pi, en la cual se almacena en un archivo local la posición exacta cada cierto tiempo, creando así una lista de localizaciones o checkpoints que posteriormente se visualizará en una mapa interactivo de Google Maps aprovechando su API, además el mapa se podrá consultar accediendo al servidor web con soporte PHP montado en la misma Raspberry Pi.

La instalación del módulo GPS es sencilla presenta 4 pines:

- VCC
- GND
- TX
- RX

Entonces se conectó el pin GPIO 3.3V al VCC del módulo, el GND de la Raspberry Pi al GND del módulo y para comunicarnos se utilizó el puerto serie donde el TX y RX deben estar cruzados, es decir, el pin TX de la Raspberry Pi va conectado al pin RX del módulo GPS y el pin RX de la Raspberry Pi va conectado al pin TX del módulo GPS como se observa en la figura 4.16.

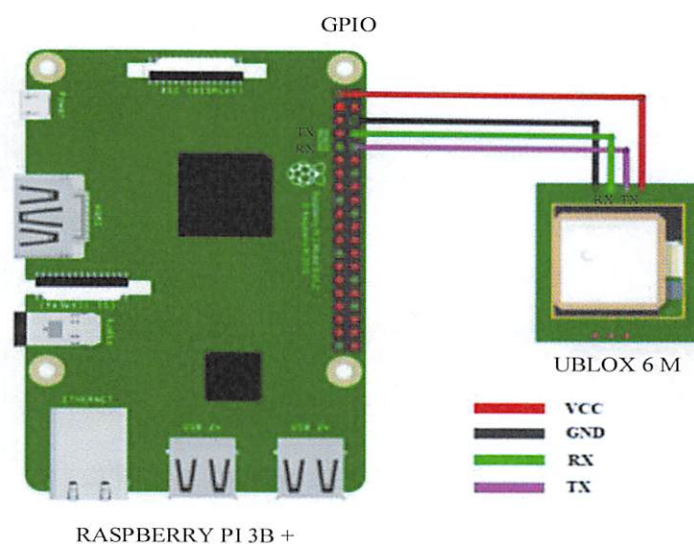


Figura 4. 16.- Conexión del módulo GPS a la Raspberry

Elaborado por: Tatiana Aguilar



Para la realización de los antes mencionado se debe seguir los siguientes pasos:

1. Se debe editar el archivo */boot/config.txt* con el comando:

```
$ sudo nano /boot/config.txt
```

Se añade la siguiente línea al final del archivo

```
enable_uart=1
```

Este cambio nos permite cambiar el modo de trabajo de la Raspberry ya que el bluetooth utiliza el UART (AMA0), con esta configuración conseguiremos que el GPS utilice el AMA0 y el bluetooth el S0.

2. También realizamos cambios en el fichero *boot.cmdline.txt* con el siguiente comando:

```
sudo nano /boot/cmdline.txt
```

Y la información se reemplaza por:

```
dwc_otg.lpm_enable=0 console=tty1 root=/dev/mmcblk0p2 rootfstype=ext4  
elevator=deadline fsck.repair=yes rootwait quiet splash plymouth.ignore-serial-  
consoles
```

3. Luego se desactiva el servicio getty del serial de la Raspberry Pi, el cual evitará que comience de nuevo al reiniciar:

```
sudo systemctl stop serial-getty@ttyAMA0.service
```

```
sudo systemctl disable serial-getty@ttyAMA0.service
```

4. Reiniciamos la Raspberry pi para que los cambios tengan su efecto

Para poder comprobar que el GPS está transmitiendo la luz verde debe encenderse a lapsos de 1 segundo aproximadamente, de lo contrario el GPS no encuentra satélites o está en un espacio cerrado que no permite transmitir ni receptor señal. El comando:

```
sudo cat /dev/ttyAMA0 determina si se está transmitiendo datos en el formato NMEA.
```

```
pi@raspberrypi: ~/PHYTON
$GPVTG,,T,,M,0.013,N,0.024,K,D^22
$GPGGA,032825.00,0116.02627,S,07837.88966,W,2,10,0.90,2748.7,M,12.6,M,,0000^68
$GPGSA,A,3,30,06,07,23,51,48,09,03,28,17,,,,,1.64,0.90,1.37^00
$GPGSV,5,1,18,01,20,029,23,02,07,221,,03,29,091,25,04,23,193,28^71
$GPGSV,5,2,18,06,42,227,42,07,67,167,45,09,23,172,42,11,08,031,^71
$GPGSV,5,3,18,13,01,286,,17,26,321,37,19,21,290,,22,17,071,^7F
$GPGSV,5,4,18,23,09,143,22,28,24,358,28,30,71,302,39,46,32,271,33^7E
$GPGSV,5,5,18,48,28,271,32,51,57,272,43^75
$GPGLL,0116.02627,S,07837.88966,W,032825.00,A,D^68
pi@raspberrypi:~$ cd PHYTON/
pi@raspberrypi:~/PHYTON$ sudo nano gps.py
```

Figura 4. 17.- Datos geográficos en NMEA

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Como podemos observar en la figura 4.17 la visualización NMEA no es muy amigable por lo que procedemos a la instalación de un daemon para poder visualizar los datos de una forma más atractiva con el siguiente comando

```
sudo apt-get install gpsd gpsd-clients python-gps
```

5. Luego se deshabilita el servicio gpsd systemd ejecutando los siguientes comandos:

```
sudo systemctl stop gpsd.socket
```

```
sudo systemctl disable gpsd.socket
```

6. Finalmente para arrancar el programa ejecutamos:

```
sudo gpsd /dev/ttyAMA0 -F /var/run/gpsd.sock
```

Y para testearlo, se ejecuta la siguiente orden: `cgps -s`

De esta manera como se indica en la figura 4.18 se ha logrado tener datos de latitud, longitud, tiempo, velocidad.



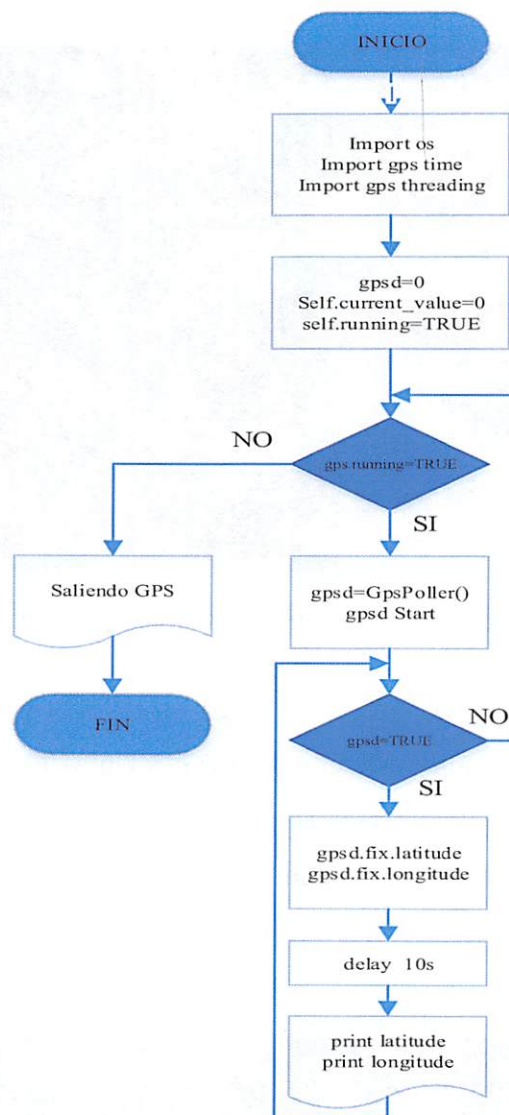


Figura 4. 20.- Diagrama de flujo del archivo ta.py

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Después de configurar el archivo, hacemos uso de la API de Google para visualizar las coordenadas del GPS en Google Maps como observamos en la figura 4.21 (ANEXO D).



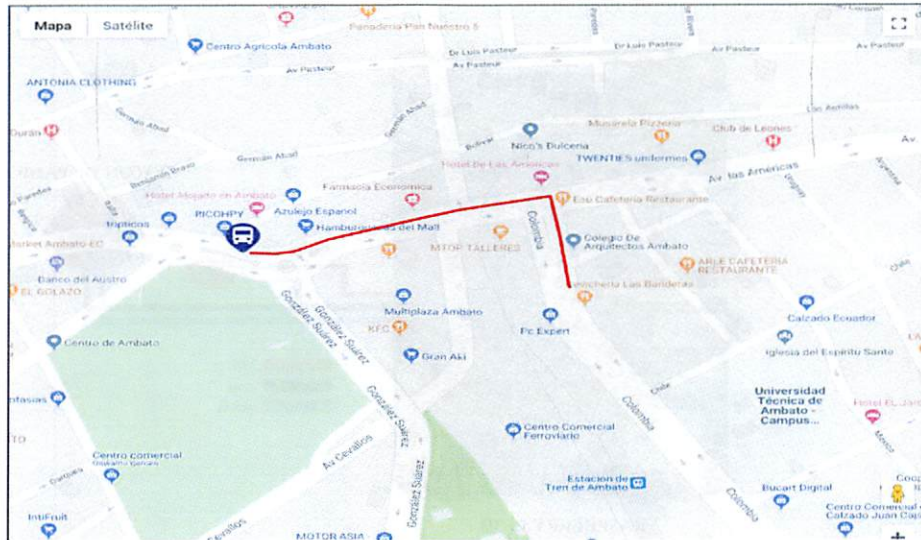


Figura 4. 21.- Visualización de las coordenadas desde la API de Google

Elaborado por: Tatiana Aguilar

### 4.5.3 Configuración del botón de pánico

El botón de pánico es un dispositivo capaz de emitir una señal silenciosa por estar camuflado y solo el conductor de la unidad de transporte sabe su existencia, este elemento genera una alerta en caso de peligro a la central de monitoreo, que en este caso la responsabilidad tiene la persona encargada de la administración de las unidades.

Para el prototipo propuesto se utilizó un botón de pánico conectado a la Raspberry, el cual al ser accionado envía una notificación vía mensaje al correo institucional del administrador utilizando el protocolo SMTP. En el mensaje se da un aviso de alerta y las coordenadas de la posición del vehículo, visualizadas en una imagen de Google Maps para una mejor comprensión de la localización del mismo. El sistema de alerta se complementa con el sistema de videovigilancia para poder verificar si la unidad de transporte colectivo se encuentra verdaderamente en una situación de emergencia y así tomar las medidas respectivas.

La conexión del botón de pánico se realizó como se indica en la figura 4.22, donde el botón de pánico presenta un pin de señal que se conecta al GPIO 16, el indicador se conecta al GPIO 12 y las respectivas GND.



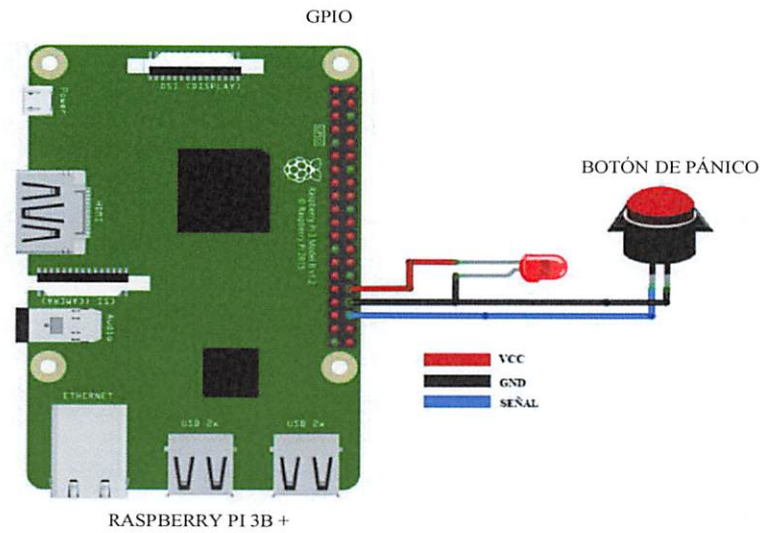


Figura 4. 22.- Conexión del botón de pánico a la Raspberry

Elaborado por: Tatiana Aguilar

### Envío de notificaciones por correo electrónico

Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) o “protocolo para transferencia simple de correo”, es un protocolo de red utilizado para el intercambio de mensajes de correo electrónico entre computadoras u otros dispositivos (PDA, teléfonos móviles, impresoras, etc.). En el esquema siguiente de la figura 4.23 muestra la ruta del correo, desde el emisor se usa el servicio SMTP para ingresar al internet y ya localizado el usuario hace uso del protocolo POP/IMAP el cual ayuda al ingreso del correo electrónico del usuario para dejarle el mensaje de alerta.

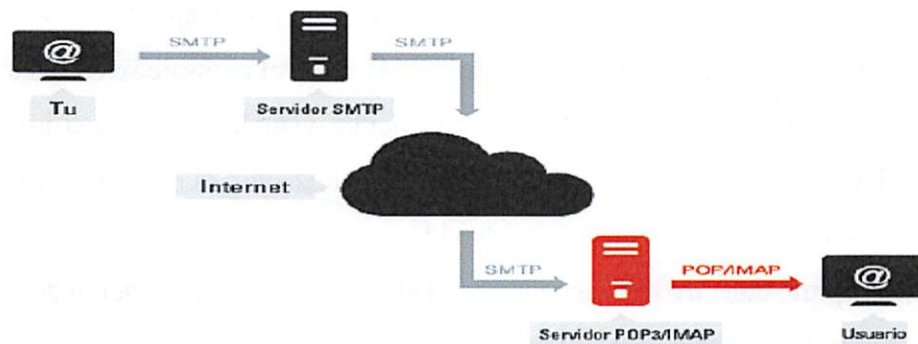


Figura 4. 23.- Esquema de funcionamiento de SMTP

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Los servidores de correo electrónico tienen reglas muy estrictas es por eso que se utiliza el servidor Google, de esta manera los correos electrónicos enviados desde la Raspberry llegan a destinatarios reales y evitamos que una computadora al no tener

una IP estática envíe el correo electrónico como un SPAM, haciendo que el sistema de alerta no sea atendido por que la alerta nunca será leída.

Para la instalación y configuración del protocolo de transferencia de correo electrónico se siguió los siguientes pasos:

1. Actualizamos todos los repositorios con el comando:

```
apt-get update
```

2. Instalamos las bibliotecas ssmtp y mutt con los comandos:

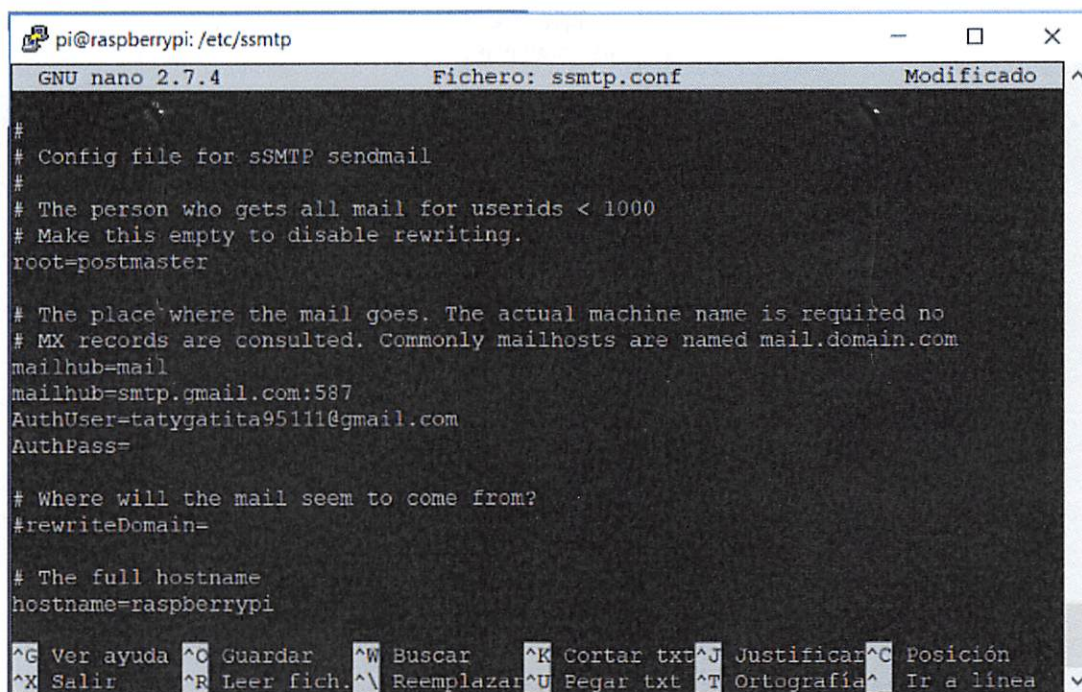
```
Sudo apt-get install ssmtp
```

```
Sudo apt-get install mutt
```

3. Se utiliza una cuenta Gmail.

4. Configuramos el archivo `/etc/ssmtp/ssmtp.conf` como se indica en la figura 4.24 donde se coloca el usuario contraseña del correo Gmail a utilizarse, utilizamos el comando:

```
sudo nano /etc/ssmtp/ssmtp.conf
```



```
pi@raspberrypi: /etc/ssmtp
GNU nano 2.7.4          Fichero: ssmtp.conf          Modificado
#
# Config file for sSMTP sendmail
#
# The person who gets all mail for userids < 1000
# Make this empty to disable rewriting.
root=postmaster

# The place where the mail goes. The actual machine name is required no
# MX records are consulted. Commonly mailhosts are named mail.domain.com
mailhub=mail
mailhub=smtp.gmail.com:587
AuthUser=tatygatita95111@gmail.com
AuthPass=

# Where will the mail seem to come from?
#rewriteDomain=

# The full hostname
hostname=raspberrypi

^G Ver ayuda  ^C Guardar   ^W Buscar   ^K Cortar txt ^J Justificar ^C Posición
^X Salir     ^R Leer fich. ^\ Reemplazar ^U Pegar txt  ^T Ortografía ^ Ir a línea
```

Figura 4. 24.- Configuración del archivo ssmtp.conf

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

5. Establecemos permisos del archivo de configuración SSMTP con el comando:

```
chmod774 /etc/ssmtp/ssmtp.conf
```

6. A continuación, se puede enviar correos electrónicos desde consola, desde un script *bash* llamado BOTON.py (ANEXO D) que se indica en la figura 4.25.

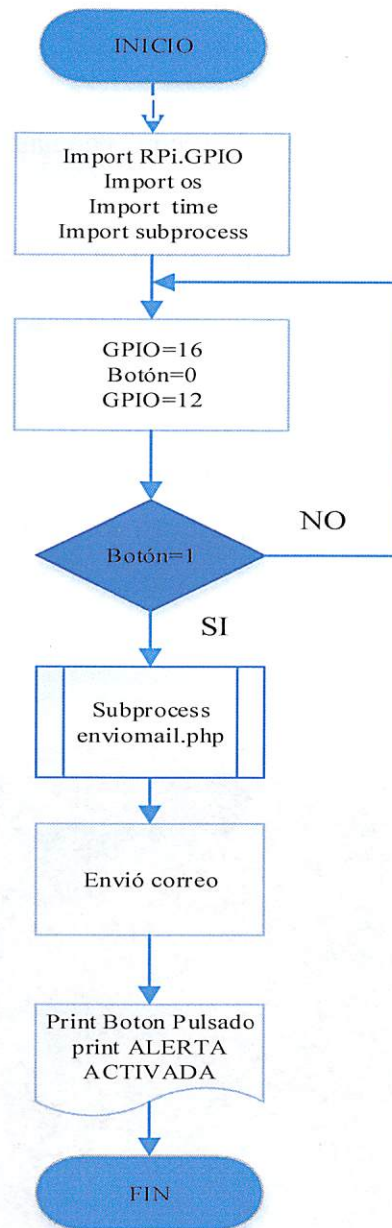


Figura 4. 25.- Diagrama de flujo del archivo BOTON.py

*Elaborado por:* Tatiana Aguilar

El proceso inicia con la adquisición de las coordenadas de latitud y longitud desde la Raspberry, donde los datos son procesados y con la utilización del API de Google Maps se construye la alerta en forma de mensaje con una imagen de la posición de la unidad de transporte enviada por medio de un correo electrónico al administrador como indica la figura 4.26.

`echo "Botón de pánico" | ssmtp-s "ALERTA ACTIVADA" your.email@your.domain`



Figura 4. 26.- Visualización de envío de alerta por correo institucional

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

#### 4.5.4 Configuración del sistema de comunicaciones

El Sistema de comunicaciones está conformado por dispositivos electrónicos y de red que se utilizan para establecer conexión a internet.

En la figura 4.27 se muestra la conexión realizada para lograr acceso a internet en las unidades de transporte:

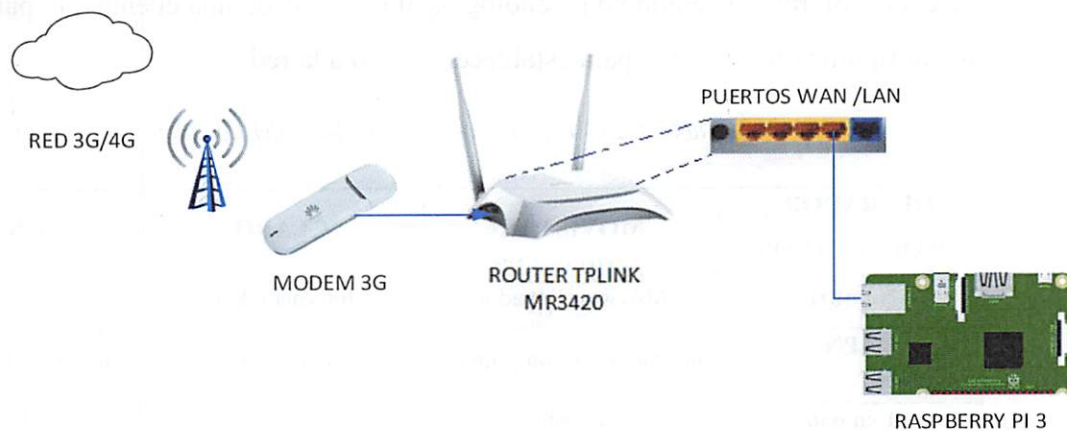


Figura 4. 27.- Diagrama de conexión a internet de las unidades de transporte

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*



### a) Acceso a Internet en las unidades de transporte

La conexión es realizada a través de un módem 3G, el cual se encuentra físicamente conectado al router TPLINK MR 3420 a través de un puerto USB, para poder realizar la conexión es necesario tomar las siguientes consideraciones:

- Las bandas del módem 3G se encuentre abierto para cualquier operadora.
- Exista compatibilidad entre el router TPLINK MR 3420 y el Módem 3G.
- La cobertura de señal del operador sea óptima para los propósitos el proyecto.

Una vez comprobado que el módem sea compatible y estén abiertas las bandas, se realiza la conexión al router. Para entrar a la configuración se conecta un computador directamente al dispositivo con un cable de red y se accede a la dirección 192.168.1.1 que es la que viene dada por defecto.

Dentro de la configuración es importante verificar que tipo de función se desea que realice el router, en este modelo en especial permite la selección entre uso con conexión WAN o con 3G/4G que es el utilizado. Una vez conectado el Módem USB automáticamente reconocerá el dispositivo, pero no se podrá establecer conexión hasta que se configure el punto de acceso a la red.

En el Ecuador actualmente existen tres operadoras que se visualizan en la tabla 4.24, las cuales ofertan conexión con tecnologías 3G / 4G, cada una cuenta con parámetros de configuración definidos para establecer acceso a la red.

*Tabla 4. 24.- Parámetros de operadoras del Ecuador*

<b>OPERADOR / PARÁMETROS</b>	<b>MOVISTAR</b>	<b>CLARO</b>	<b>CNT</b>
<b>Nombre</b>	Movistar Ecuador	Internet Claro	CNT 4G
<b>APN</b>	internet.movistar.com.ec	internet.claro.com.ec	internet.cnt.net.ec
<b>Usuario</b>	movistar	default	default
<b>Contraseña</b>	movistar	default	default
<b>MCC</b>	740	-	740
<b>MNC</b>	00	-	02

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*



Identificados los parámetros necesarios para la configuración y dentro del Router, en el apartado de: 1.- Configuración Avanzada, 2.- Red, 3.- 3G/4G se configura de acuerdo a la figura 4.28.

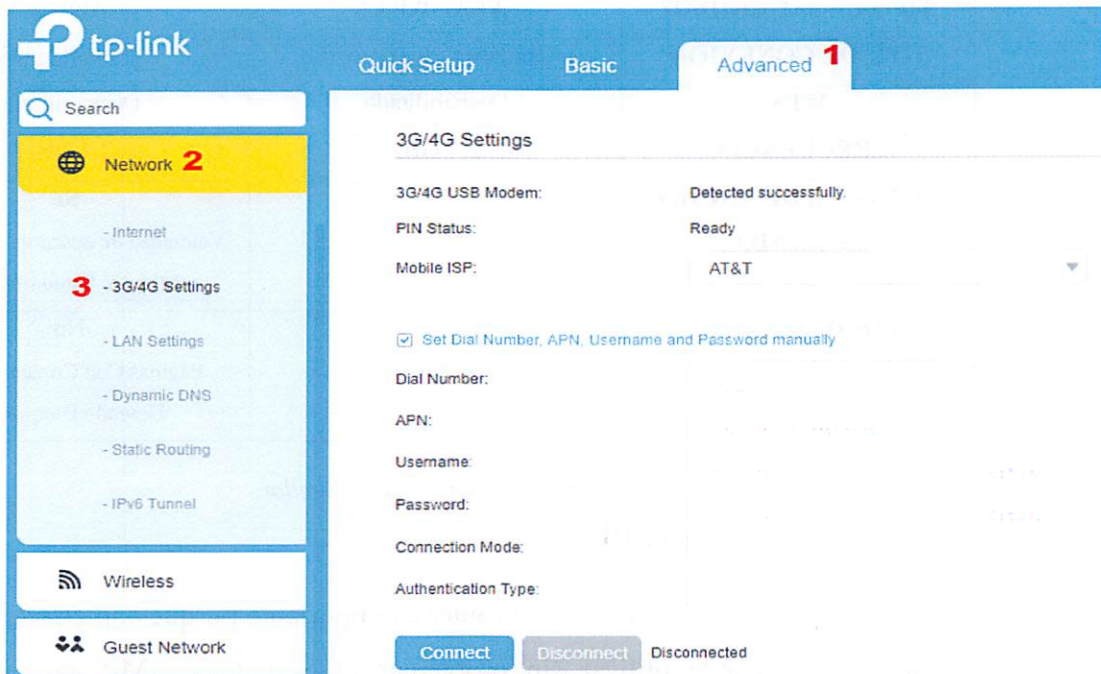


Figura 4. 28.- Interfaz de configuración acceso 3G/4G

La conexión se la realiza a través de señales generadas por las torres de radio que se expanden cuando hacemos llamadas por celular. En lugar de voz, los que se transmite son paquetes de información, como video y datos.

#### b) Acceso a internet a usuarios

Los usuarios de las unidades de transporte pueden conectarse sin inconvenientes a una red de internet, la cual es generada por WIFI. La velocidad de conexión estará limitada a la cobertura de la red 3G, y podrá variar entre 2 Mbps y 5 Mbps.

La conectividad en el bus está dividida en dos redes, una que se encarga de enviar información del GPS, sistema de videovigilancia, sistema de alarma, entre otros datos importantes del prototipo hacia el administrador, y otra red que es para el acceso a páginas de internet a los usuarios de las unidades de transporte colectivo.

En la tabla 4.25 se muestra la diferencia entre las dos redes:

Tabla 4. 25.- Parámetros del router para administrador y usuario

PARÁMETROS	UTA BUS (ADMINISTRADOR)	RED BUS (ACCESO USUARIOS)
TIPO DE SEGURIDAD	WPA / WPA2	Abierta
TIPO DE CONEXIÓN	Alámbrica / Inalámbrica	Solo Inalámbrica
WPS	Deshabilitado	Deshabilitado
FRECUENCIA	2.4 GHz	2.4 GHz
CONTROL DE ANCHO DE BANDA	No	Si Velocidad de descarga Máximo 3 Mbps Y Subida 1Mbps
LIBRE ACCESO	Si	No Páginas Con Contenidos No Deseado Bloqueado

Elaborado por: Tatiana Aguilar

### c) Conexión a Raspberry PI

La conexión de las Raspberry con el router es importante porque con ella se crea una red local y se puede utilizar sin problemas el Servidor LAMP. Para no tener inconvenientes se asigna una dirección IP estática en la Raspberry que una vez conectada vía cable Ethernet a uno de los puertos LAN esta se enlaza automáticamente al sistema. Para asignar una IP estática se lo puede realizar por el método gráfico o por consola con los siguientes comandos:

```
sudo nano /etc/dhcpd.conf
```

Localizamos las siguientes líneas de comandos y borramos el símbolo # del inicio

```
interface eth0
```

```
static ip_address=192.168.0.10/24
```

```
static routers=192.168.0.1
```

```
static domain_name_servers=192.168.0.1 8.8.8.8 fd51:42f8:caae:d92e::1
```

Donde:

- **Interfaz:** Es la interfaz de red que se va a configurar, la Raspberry se encuentra conectada por cable, entonces se elige interfaz eth0
- **static ip address:** Refiere a la dirección IP fija que se asignará.

- **static Routers:** Dirección de Puerta de Enlace (Router)

Una vez configurada la IP estática se reinicia el dispositivo con *sudo reboot*

Este procedimiento también es realizado para el Sistema de Monitoreo

#### d) Conexión de Internet en el Sistema de Monitoreo

La conexión a internet viene dada según la figura 4.29



Figura 4. 29.- Diagrama de conexión a internet en el sistema de monitoreo

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

Donde el Proveedor de Servicio de Internet ISP, a través de una dirección IP pública permite ser el identificador de nuestra red desde el exterior; Una vez identificada la IP Pública por el router, el cual asigna una dirección IP Privada a cada uno de los dispositivos conectados a la red local.

Para acceder al sistema de monitoreo del administrador conectado en la red local usando la dirección IP pública es necesario abrir los puertos del router, debido a que ese es el medio por el cual usuarios externos se conectan al sistema y pueden acceder a la información. Para poder abrir los puertos de un router es necesario identificar si es compatible con la función de redireccionamiento o Port Forwarding. Para el proyecto se ha abierto dos puertos de comunicación, el 8088 que permite el intercambio de información y el puerto 21 que está asignado para FTP (Protocolo de transferencia de archivos) como se indica en la figura 4.30.

	Puerto de Servicio	Dirección IP	Puerto Interno	Protocolo	Estado	Editar
					Habilitado	Editar
					Habilitado	Editar

Figura 4. 30.- Port Forwarding

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Según la imagen el puerto de servicio es el que se comunica a la red externa, la Dirección IP es la dirección del dispositivo asignado a esa IP, y el puerto interno por el cual se comunica internamente, por defecto es el puerto 80 que es el medio con el cual un servidor HTTP “escucha” la petición hecha por un cliente.

#### 4.5.5 Configuración del sistema de videovigilancia

Para la configuración de la cámara IP se puede utilizar diferentes métodos, en la actualidad existen proveedores que cuentan con sus propios sistemas de videovigilancia como es el caso de HIKVISION con su sistema HIK CONNECT que permite controlar dispositivos de forma remota y administrar cuentas en la nube, este servicio se basa en P2P. Del mismo modo existen cámaras DLINK con su servicio MYDLINK el cual ha sido implementado como enlace externo en el prototipo como se observa en la figura 4.31.

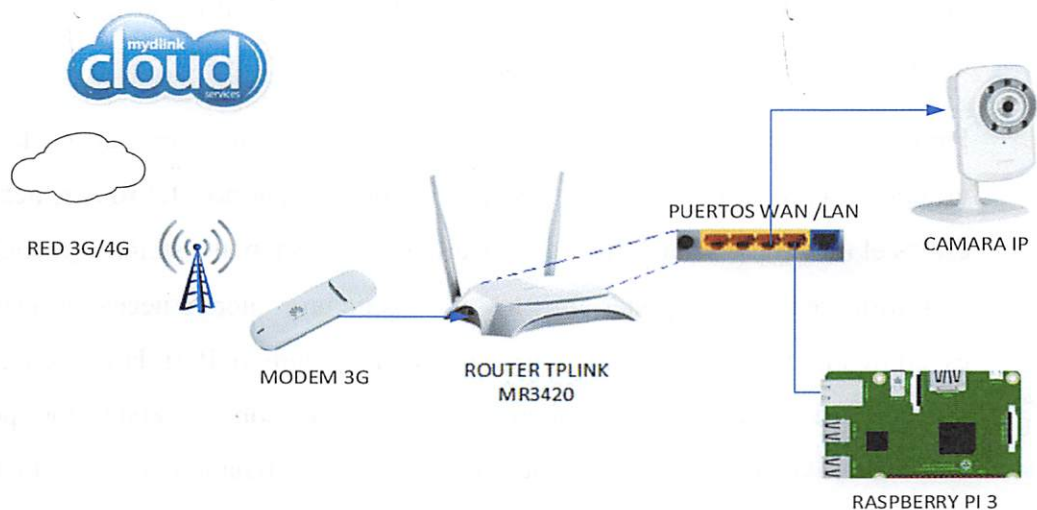


Figura 4. 31.- Conexión de la cámara DCS 9321

Elaborado por: Tatiana Aguilar



### a) Enlace a MyDlink

MyDlink es un servicio digital ofertado por DLINK para cámaras, routers y servidores NAS; para el control de cámaras IP es necesario acceder a la web del proveedor o a través de aplicaciones para Smartphone y Tablet con un usuario y contraseña. En la interfaz del prototipo podemos encontrar links directos para conectarnos con MyDlink como se observa en la figura 4.32.



Figura 4. 32.- Enlace directo a la interfaz de la cámara

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

### b) Apertura de puertos

Para acceder a la cámara IP desde internet es necesario abrir un puerto en el router y conocer la dirección IP asignada a la cámara, el primer paso se lo explica en el punto 4.5.4 literal d siendo esta la forma más común.

Identificada la dirección IP ingresamos a través de un navegador web, donde solicita usuario y contraseña, luego en la parte de configuración de red asignamos un puerto específico por el que se comunicara el dispositivo, además es importante conocer si el ISP permite establecer comunicación externamente.

### c) Conexión utilizando un módem 3G

Al utilizar como conexión un módem 3G se tiene la limitante de no poder abrir puertos porque el servicio de internet es proporcionado por una compañía de telefonía móvil (MOVISTAR, CLARO, CNT) donde la IP pública es compartida por varios usuarios, es decir el módem trabaja como un dispositivo conectado a un router externo al cual no se tiene acceso como se esquematiza en la figura 4.33.



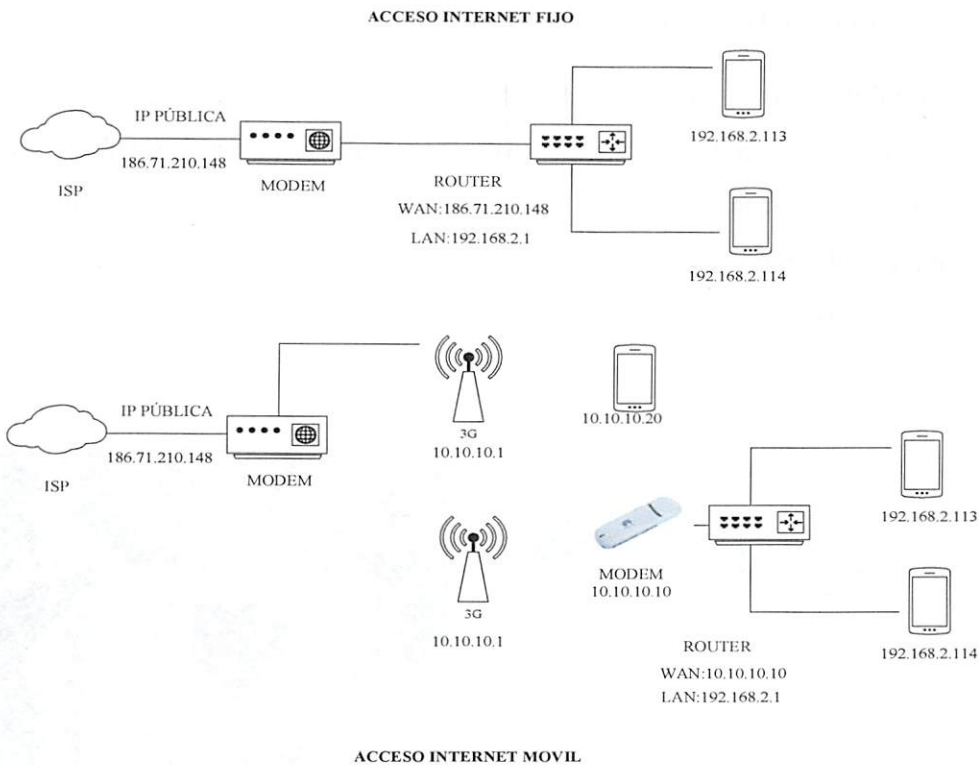


Figura 4. 33.- Acceso a internet por medio de módem 3G

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Por tal motivo se analizan diferentes técnicas para la transmisión de video como Streaming, P2P o envío de datos por FTP.

Para el envío de datos por FTP (Protocolo de transferencia de datos) es necesario que la cámara IP sea compatible con el protocolo, por lo que ingresamos a la configuración del dispositivo como se indica en la figura 4.34.

SERVIDOR FTP	
Nombre de host	186.71.210.148
Puerto	21
Nombre de usuario	ip
contraseña	*****
Ruta	/camera/
Modo Pasivo	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No

Figura 4. 34.- Configuración servidor FTP

Elaborado por: Tatiana Aguilar

En la configuración se debe tomar en cuenta el nombre del host al que se va a acceder, siendo la IP Pública del Sistema de Administración, el puerto de comunicaciones es el

21 que es exclusivo para este protocolo. El nombre de usuario y contraseña son configurados previamente, y la ruta donde se desea que se almacenen las capturas realizadas por la cámara IP, para el prototipo se ha configurado que el envío de información sea realizada cada segundo.

Con la información enviada por FTP como indica la figura 4.35, se puede recuperar los datos a través de PHP desde el dispositivo administrador. Para visualizar la imagen en tiempo real se diseña una interfaz dinámica, en la que cada segundo muestra una secuencia de imágenes donde se observa lo que sucede en la unidad de transporte.

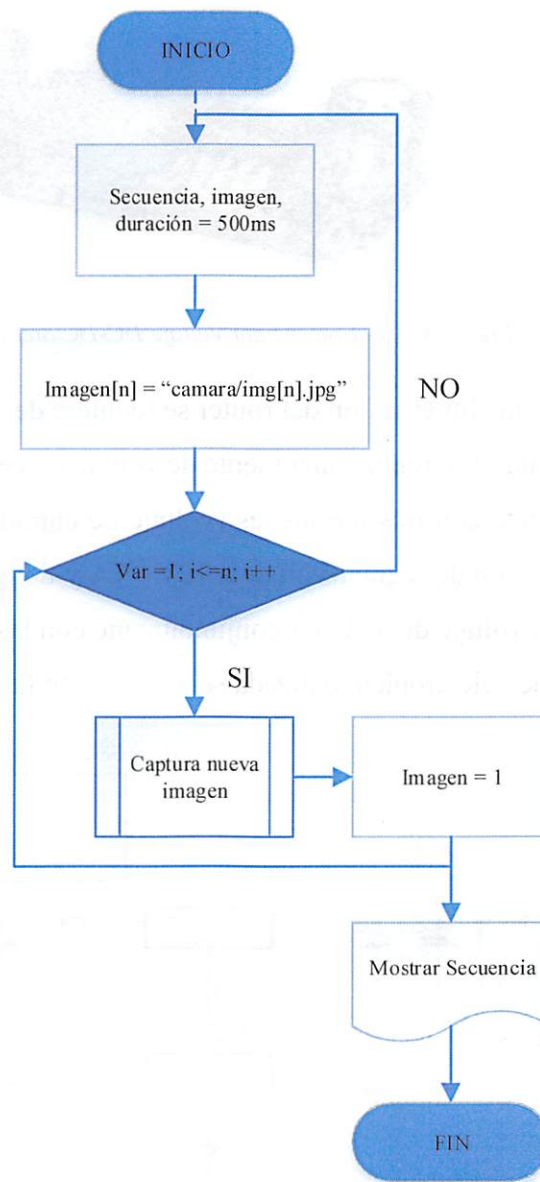


Figura 4. 35.- Diagrama de flujo de la visualización de la cámara

Elaborado por: Tatiana Aguilar

#### 4.5.6 Sistema de alimentación

Para la implementación del sistema de monitoreo y videovigilancia en las unidades de transporte se ha diseñado una placa de potencia en la cual se ha tomado la batería del carro de 12 V para la alimentación a los dispositivos de red, cámara y equipos electrónicos. Para poder alimentar a la Raspberry se ha utilizado un convertidor Voltaje DC-DC Step-Down 3A LM2596 que es un regulador de tipo conmutado reductor con una alta eficiencia de conversión, excelente regulación de línea y bajo voltaje de rizado que se lo visualiza en la figura 4.36.

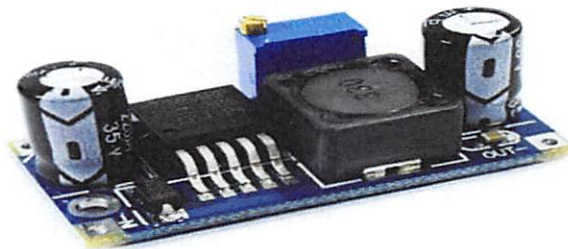


Figura 4. 36.- Convertidor voltaje DC-DC Step-Down 3A LM2596

Además, para la alimentación del router se requiere de 12V - 1A y la cámara requiere 5V -1 A, por tanto se realizó una fuente de voltaje con el regulador de tensión positiva 7812 que cuenta con tres terminales (voltaje de entrada, masa y voltaje de salida) y cumple la función de regular voltaje a 12V - 1A y de igual manera el regulador 7805 que regula un voltaje de 5 -V 1A conjuntamente con las protecciones de capacitores y diodos.La placa electrónica realizada se lo indica en la figura 4.37 y 4.38.

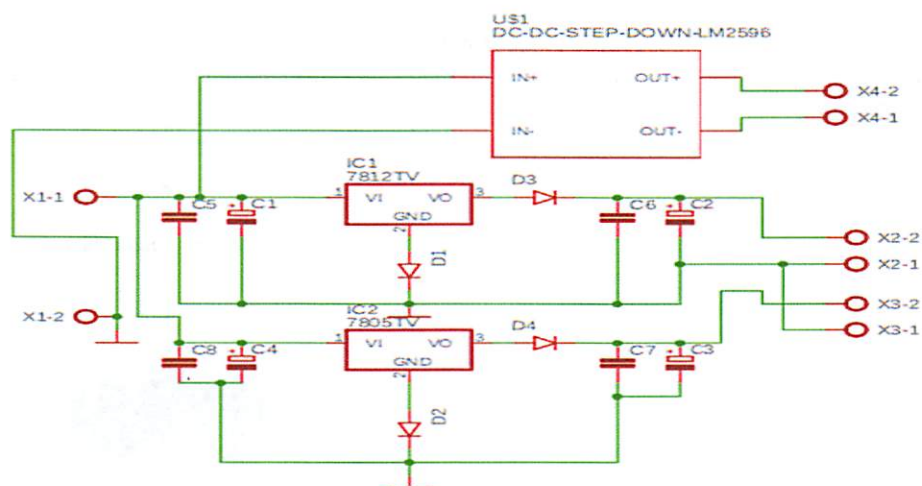


Figura 4. 37.- Diseño del sistema de potencia

Elaborado por: Tatiana Aguilar

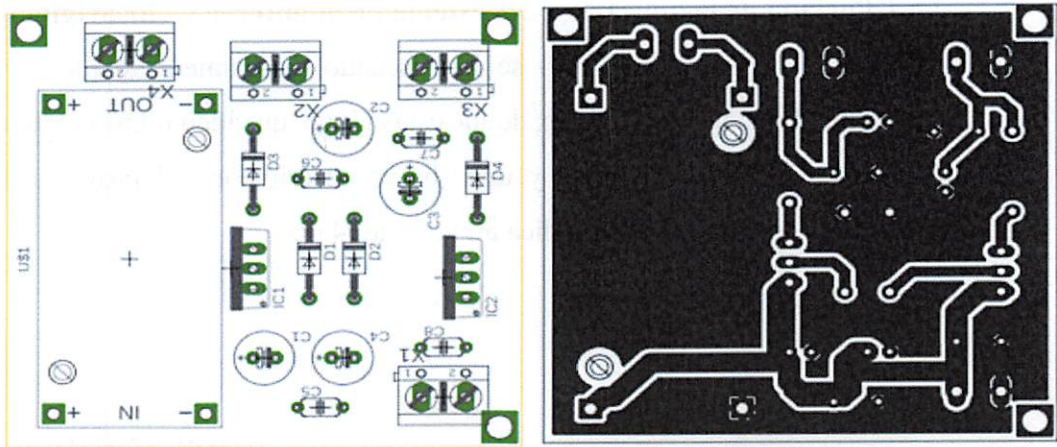


Figura 4. 38.- Esquema de los elementos e impresión de la placa de potencia

Elaborado por: Tatiana Aguilar

#### 4.6 INTERFAZ GRÁFICA DE LA APLICACIÓN MÓVIL Y WEB

La interfaz gráfica fue desarrollada en Dreamweaver un software diseñado para la elaboración de páginas web y la plataforma WordPress que contiene herramientas de personalización para sitios web. El Árbol del sitio web diseñado se indica en la figura 4.39.

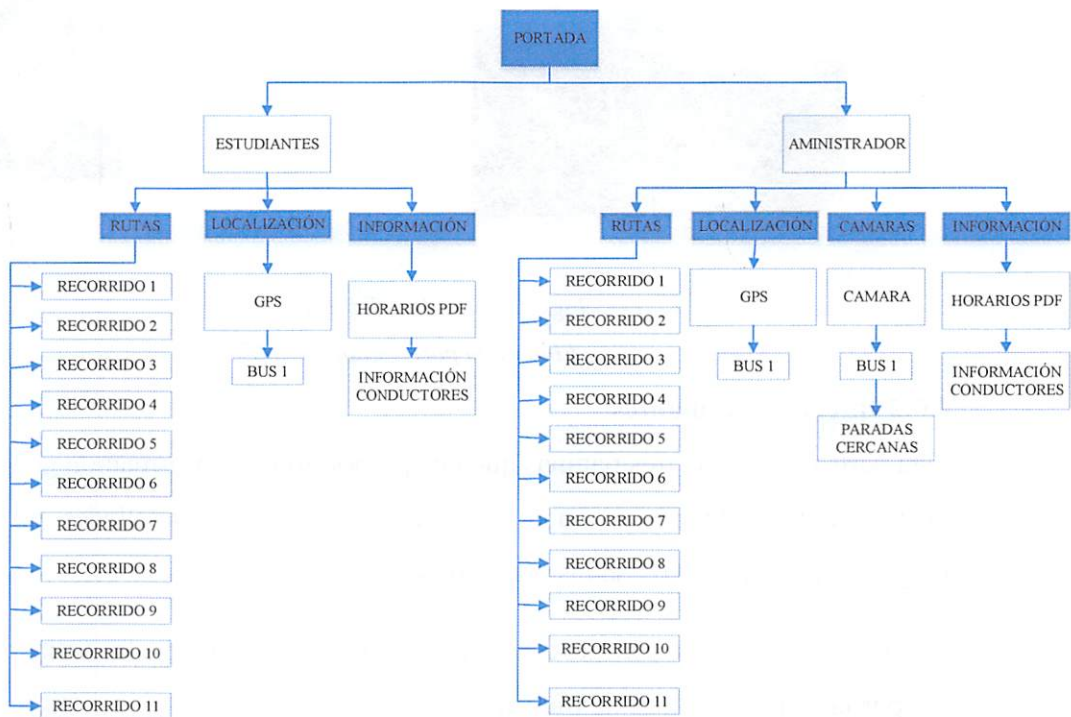


Figura 4. 39.- Árbol del sitio web y aplicación

Elaborado por: Tatiana Aguilar



#### 4.6.1 Portada de la aplicación del sistema de monitoreo y videovigilancia

La portada o página de inicio se ha diseñado directamente como servicio de la Universidad Técnica de Ambato, donde está el logo, un video representativo, imágenes de las unidades de transporte y una breve descripción del proyecto, existen dos opciones de acceso como se indica en la figura 4.40.

- Estudiantes
- Administrador



Figura 4. 40.- Interfaz de portada

Elaborado por: Tatiana Aguilar

#### 4.6.2 Interfaz estudiantes

Esta parte cuenta con tres páginas que nos proporciona la información generada por el investigador. Cada página cuenta con características desarrolladas utilizando los lenguajes HTML y PHP, se las puede observar en la figura 4.41.

- **Rutas:** Página que permite conocer las rutas donde se detalla las calles de recorrido por las once unidades de transporte.
- **Localización:** Permite localizar en tiempo real a la unidad seleccionada



- **Información:** Presenta información de tiempo que se demora el recorrido y tiempos de espera en las paradas establecidas, además datos de la unidad de transporte y del conductor encargado.

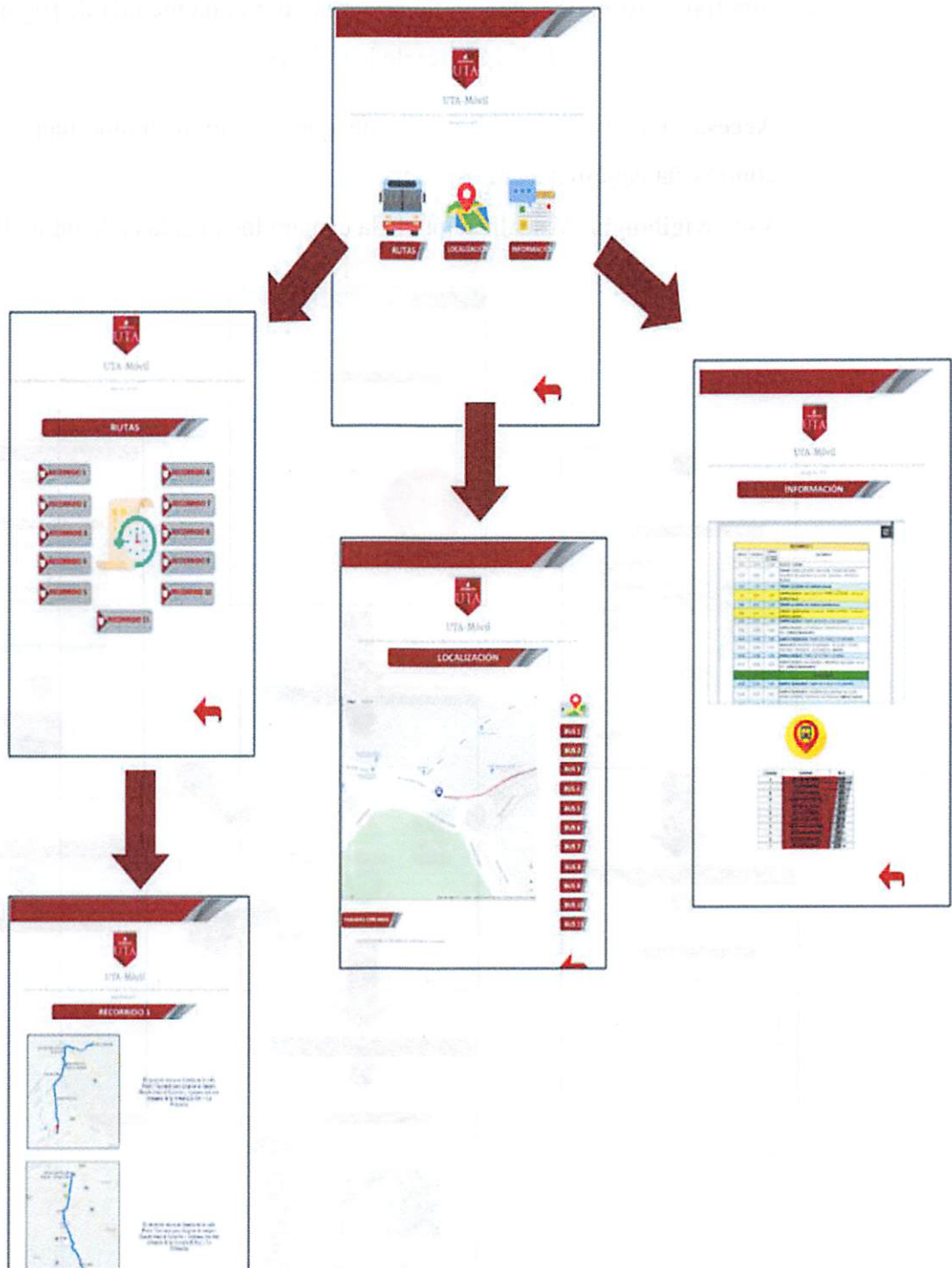


Figura 4. 41.- Interfaz gráfica de acceso estudiantes

Elaborado por: Tatiana Aguilar

### 4.6.3 Interfaz administrador

Esta parte cuenta con cuatro páginas que se indica en la figura 4.42, las primeras ya conocidas y la diferencia es la parte de videovigilancia, el servicio de cada bus que permite transmisión de video en tiempo real como una medida de seguridad para los usuarios y proyección de los bienes de la universidad.

- **Acceso:** La primera página permite que el administrador tenga su usuario y contraseña para ingresar al sistema
- **Videovigilancia:** Visualización de la cámara localizada en la unidad de transporte

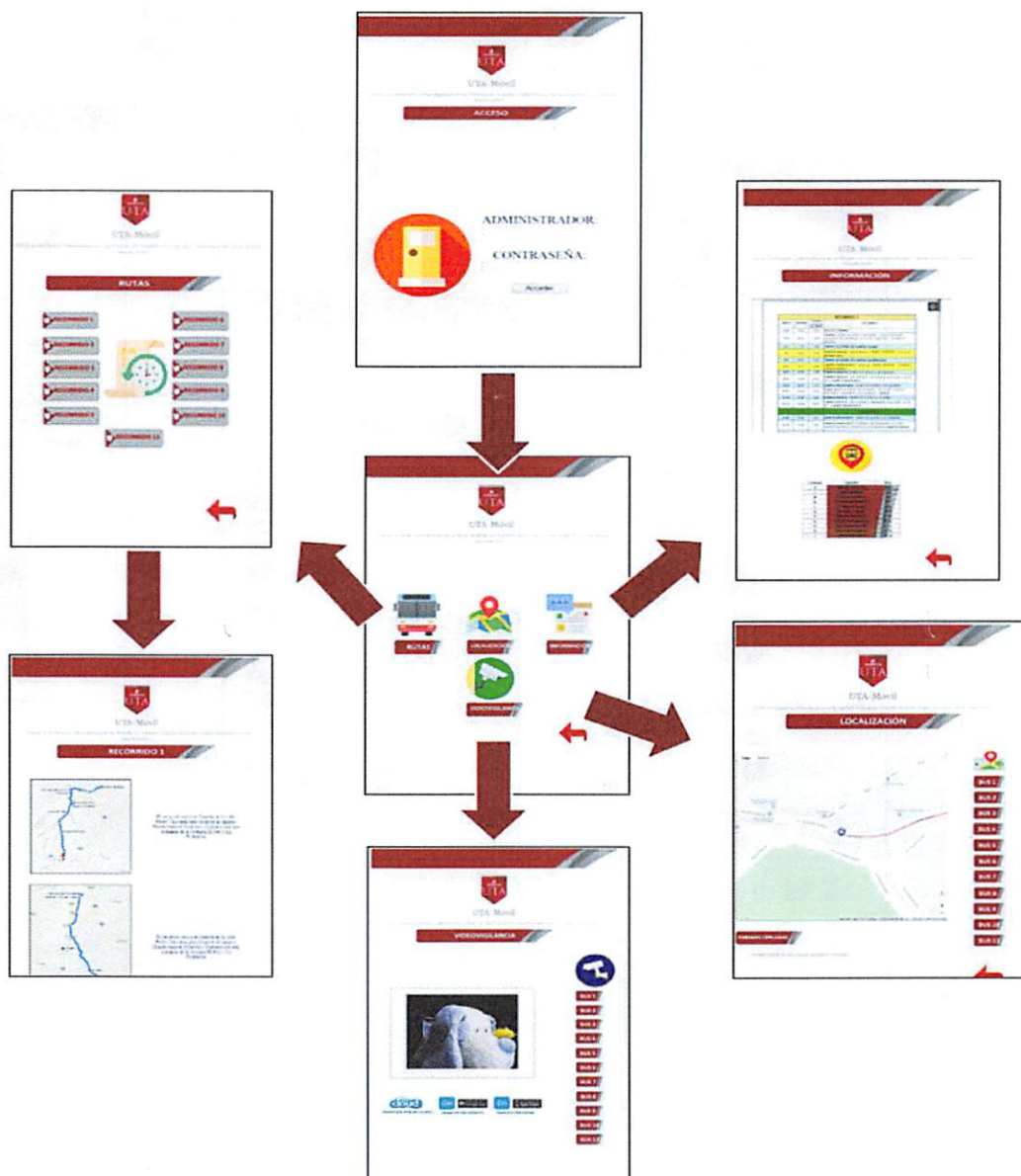


Figura 4. 42.- Interfaz gráfica de acceso administrador

Elaborado por: Tatiana Aguilar

#### 4.7 DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA DE MONITOREO Y VIDEOVIGILANCIA

En el presente diagrama de la figura 4.43 se observa la conexión final de todos los elementos que componen el sistema, de esta manera se puede apreciar como es el proceso de comunicación entre la unidad de transporte, el administrador y los usuarios.



Figura 4. 43.- Diagrama general del sistema de monitoreo y videovigilancia

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

#### 4.8 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS

El prototipo desarrollado para el monitoreo y videovigilancia de las unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato se lo implementa físicamente en la unidad N°10 durante el recorrido del campus Ingahurco al campus Huachi y viceversa como se puede observar en la figura 4.44 y en el ANEXO E.

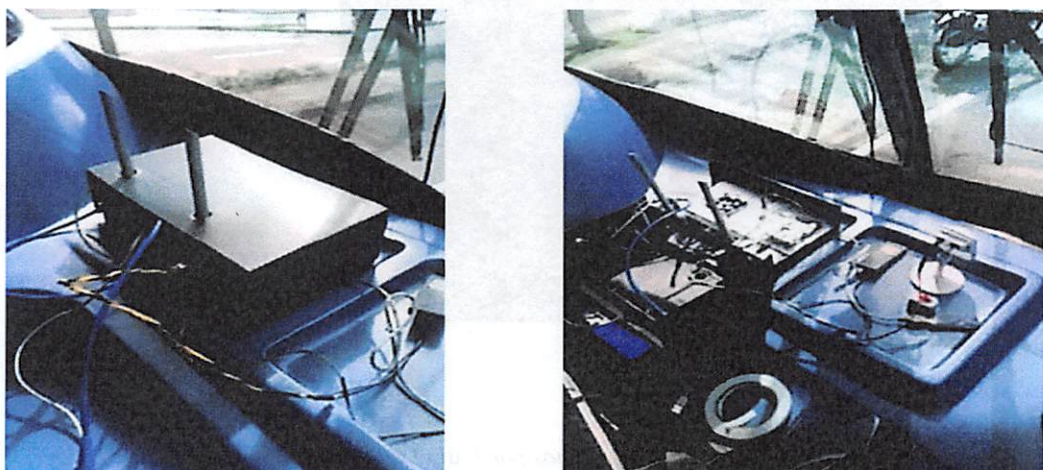


Figura 4. 44.- Instalación del sistema de monitoreo y videovigilancia en la unidad de transporte

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*



## Lectura de GPS

Para comprobar la correcta activación del módulo ublox neo 6M GPS se utilizó la consola de la Raspberry Pi a través del comando `cgps-s`, que permite obtener datos de latitud y longitud como se puede visualizar en la figura 4.45.

```

pi@raspberrypi: ~
lqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqkllqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqk^
x Time: 2019-04-09T22:12:59.000Z xxPRN: Elev: Azim: SNR: Used: x
x Latitude: 1.262955 S xx 2 18 229 23 Y x
x Longitude: 78.624705 W xx 3 23 071 37 Y x
x Altitude: 2711.8 m xx 6 52 245 39 Y x
x Speed: 26.3 kph xx 7 48 165 37 Y x
x Heading: 10.2 deg (true) xx 9 20 160 21 Y x
x Climb: n/a xx 17 22 334 34 Y x
x Status: 3D FIX (13 secs) xx 19 20 308 38 Y x
x Longitude Err: +/- 10 m xx 22 07 056 28 Y x
x Latitude Err: +/- 9 m xx 28 33 007 45 Y x
x Altitude Err: +/- 31 m xx 30 74 230 40 Y x
x Course Err: n/a xx x
x Speed Err: +/- 74 kph xx x
x Time offset: 0.358 xx x
x Grid Square: FI08qr xx x
mqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqjmqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqj

```

Figura 4. 45.- Consola de Raspberry Pi  
Elaborado por: Tatiana Aguilar

Los datos del GPS se obtuvieron al comparar valores generados por el prototipo y un dispositivo Android, en la figura 4.46 A se muestra los datos leídos desde la consola y en la figura 4.46 B los tomados con el Smartphone.

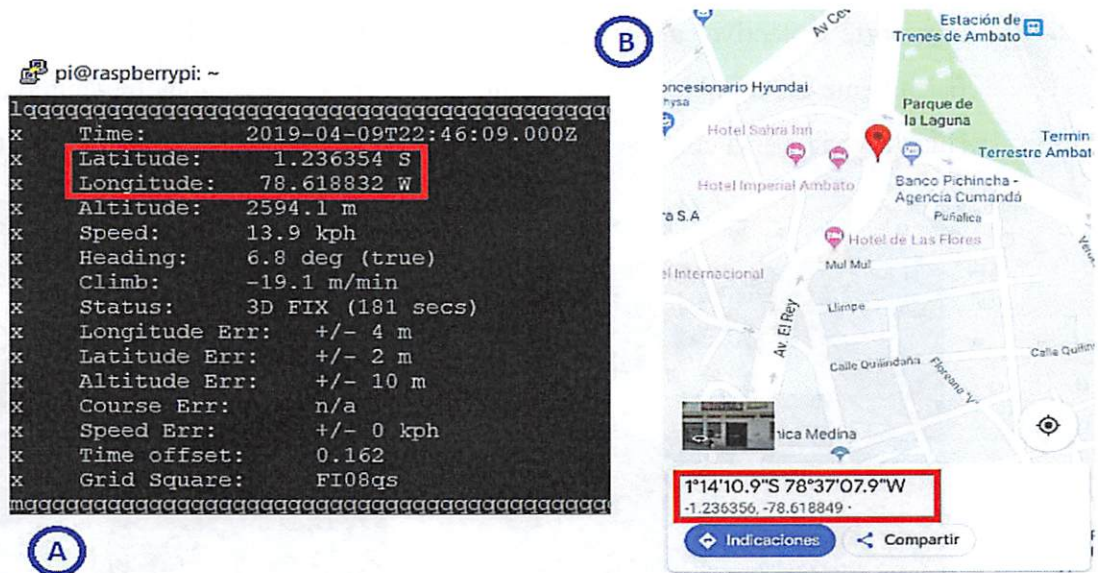


Figura 4. 46.- A) Datos por UBLOX NEO 6M B) Smartphone Android  
Elaborado por: Tatiana Aguilar

Para verificar la exactitud de la lectura de las coordenadas generadas por el prototipo y el dispositivo android se relaciona la latitud y la longitud de los valores medidos con el uso de la ecuación de Haversine que permite establecer la distancia entre dos puntos en el globo terráqueo.

En la tabla 4.26 se muestra los resultados obtenidos:

*Tabla 4. 26.- Valores medidos por el módulo y dispositivo android*

FECHA Y HORA	DESCRIPCIÓN DEL LUGAR	UBLOX 6M		DISPOSITIVO ANDROID		SEPARACIÓN ENTRE PUNTOS
		LONGITUD	LATITUD	LONGITUD	LATITUD	
09/04/2019 17H08	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO - CAMPUS HUACHI	-1.2668	-78.6253	-1.266815	-78.625382	4 metros
09/04/2019 17H10	COLEGIO LA SALLE AMBATO	-1.2651	-78.6251	-1.265116	-78.62509	2 metros
09/04/2019 17H13	AV LOS CHASQUIS Y AV LOS ATIS	-1.2616	-78.6246	-1.261686	-78.624595	3 metros
09/04/2019 17H16	AV LOS CHASQUIS SECTOR LA PRESIDENCIAL	-1.2602	-78.6243	-1.260188	-78.624279	2 metros
09/04/2019 17H22	COLEGIO PADRES JOSEFINOS AMBATO	-1.246	-78.6263	-1.246532	-78.626298	2 metros
09/04/2019 17H30	ESTADIO BELLAVISTA	-1.2446	-78.6226	-1.244589	-78.622663	5 metros
09/04/2019 17H37	EMPRESA ELECTRICA AV EL REY	-1.2425	-78.6217	-1.242472	-78.621673	3 metros
09/04/2019 17H41	AV EL REY Y CAYAMBE	-1.2395	-78.6202	-1.23942	-78.6202	6 metros
09/04/2019 17H45	BANCO PICHINCHA	-1.2364	-78.6189	-1.23651	-78.6189	3 metros
09/04/2019 17H48	TERMINAL TERRESTRE AMBATO	-1.2354	-78.6163	-1.23542	-78.6163	2 metros
09/04/2019 17H30	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO - CAMPUS INGAHURCO	-1.2348	-78.6167	-1.23486	-78.6167	2 metros
<b>PROMEDIO DE DISTANCIA</b>						<b>3.1 metros</b>

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

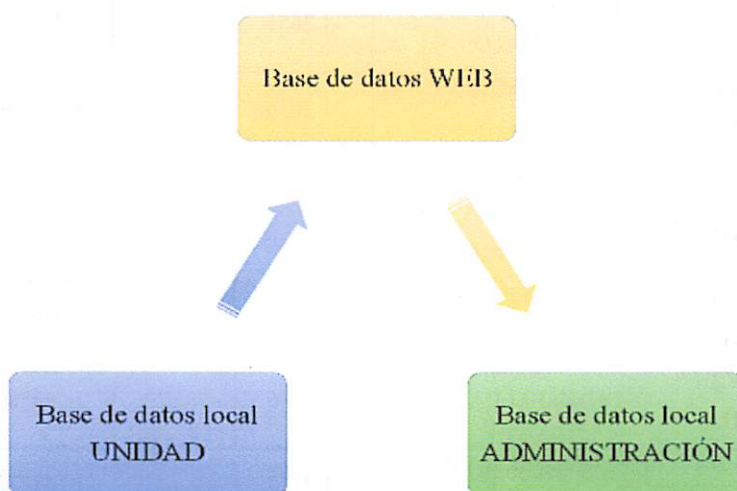


La distancia en promedio de lectura entre el prototipo y el dispositivo Android es de 3.1 metros, tomando en cuenta que la precisión de los datos depende de varios factores, como la triangulación de los satélites, equipos utilizados, cobertura, entre otros.

Se establece que la diferencia de los dos sistemas de referencia geográfica presenta valores óptimos para el desempeño del prototipo, los cuales permiten a los usuarios obtener una ubicación precisa.

### **Ingreso de registros en la base de datos**

El sistema cuenta con tres bases de datos como indica la figura 4.47, dos locales: en la unidad de transporte, la estación de monitoreo y una base de datos en la web como se muestra en la figura.



*Figura 4. 47.- Ciclo de trabajo de las bases de datos*

**Elaborado por:** Tatiana Aguilar

Los datos de latitud y longitud se almacenan en la base local de la unidad de transporte, la información es enviada a una base de datos web como un sistema de backup que posteriormente son extraídos y guardados en la base local de administrador donde son monitoreados y utilizados para determinar la posición de la unidad.

El sistema se encuentra sincronizado para realizar el envío de datos cada 10 segundos en la base local de la unidad de transporte, mientras que la recepción y envío de la base de datos web es instantáneo dependiendo de la conexión a internet.

ID	FECHA	LATITUD	LONGITUD
2001	2019-04-09 17:31:22	-1.24464	-78.6225
2002	2019-04-09 17:31:32	-1.24461	-78.6227
2003	2019-04-09 17:31:42	-1.24461	-78.6227
2004	2019-04-09 17:31:52	-1.2446	-78.6227
2005	2019-04-09 17:32:02	-1.2446	-78.6227
2006	2019-04-09 17:32:13	-1.24461	-78.6227
2007	2019-04-09 17:32:23	-1.2446	-78.6227
2008	2019-04-09 17:32:33	-1.24459	-78.6227
2009	2019-04-09 17:32:43	-1.24459	-78.6227
2010	2019-04-09 17:32:53	-1.24458	-78.6227
2011	2019-04-09 17:33:03	-1.24458	-78.6227

ID	FECHA	LATITUD	LONGITUD
1863	2019-04-09 19:30:44	-1.24461	-78.6226
1864	2019-04-09 19:30:54	-1.24461	-78.6227
1865	2019-04-09 19:31:05	-1.24461	-78.6227
1866	2019-04-09 19:31:16	-1.24461	-78.6227
1867	2019-04-09 19:31:27	-1.24464	-78.6225
1868	2019-04-09 19:31:38	-1.24461	-78.6227
1869	2019-04-09 19:31:49	-1.24461	-78.6227
1870	2019-04-09 19:31:59	-1.2446	-78.6227
1871	2019-04-09 19:32:10	-1.2446	-78.6227
1872	2019-04-09 19:32:21	-1.2446	-78.6227
1873	2019-04-09 19:32:32	-1.24459	-78.6227
1874	2019-04-09 19:32:43	-1.24459	-78.6227
1875	2019-04-09 19:32:54	-1.24458	-78.6227

ID	FECHA	LATITUD	LONGITUD
2001	2019-04-09 17:31:27	-1.24464	-78.6225
2002	2019-04-09 17:31:37	-1.24461	-78.6227
2003	2019-04-09 17:31:47	-1.24461	-78.6227
2004	2019-04-09 17:31:57	-1.2446	-78.6227
2005	2019-04-09 17:32:07	-1.2446	-78.6227
2006	2019-04-09 17:32:17	-1.24461	-78.6227
2007	2019-04-09 17:32:27	-1.2446	-78.6227
2008	2019-04-09 17:32:37	-1.24459	-78.6227
2009	2019-04-09 17:32:47	-1.24459	-78.6227
2010	2019-04-09 17:32:58	-1.24458	-78.6227
2011	2019-04-09 17:33:08	-1.24458	-78.6227

A) BASE DE DATOS LOCAL  
UNIDAD  
BASE:GPS  
TABLA:COORDENADAS

B) BASE DE DATOS WEB  
TABLA:ADCOORDENADAS

C) BASE DE DATOS LOCAL  
ADMINISTRADOR  
BASE:GPS  
TABLA:ADCOORDENADAS

Figura 4. 48.- Comparación de bases de datos

Elaborado por: Tatiana Aguilar

En la figura 4.48 se observa que la transición de registros entre las bases de datos se realiza en los tiempos establecidos; se toma en cuenta el registro número 2004 almacenado a las 17:31:52 en la base de datos local de la unidad, el mismo registro se almacena en la base de datos web con un retardo de siete segundos, es decir a las 17:31:59, mientras que en la base de datos local del administrador se almacena a las 17:32:07 con ocho segundos de retraso, cumpliéndose el todo el proceso en 15 segundos.

### Visualización en la plataforma

Una vez realizado todas las pruebas se puede observar ingresando a través de un navegador web o por medio de la aplicación móvil UTA-MÓVIL la localización de la unidad de transporte es la correcta.

Las paradas cercanas se realizó varias pruebas de acuerdo a las paradas ya establecida, una de ellas es al llegar a la Universidad Técnica de Ambato campus Ingahurco, al estar en el sitio las paradas cercanas sería el centro comercial Multiplaza y además señala la ubicación actual, como podemos observar en la figura 4.49.

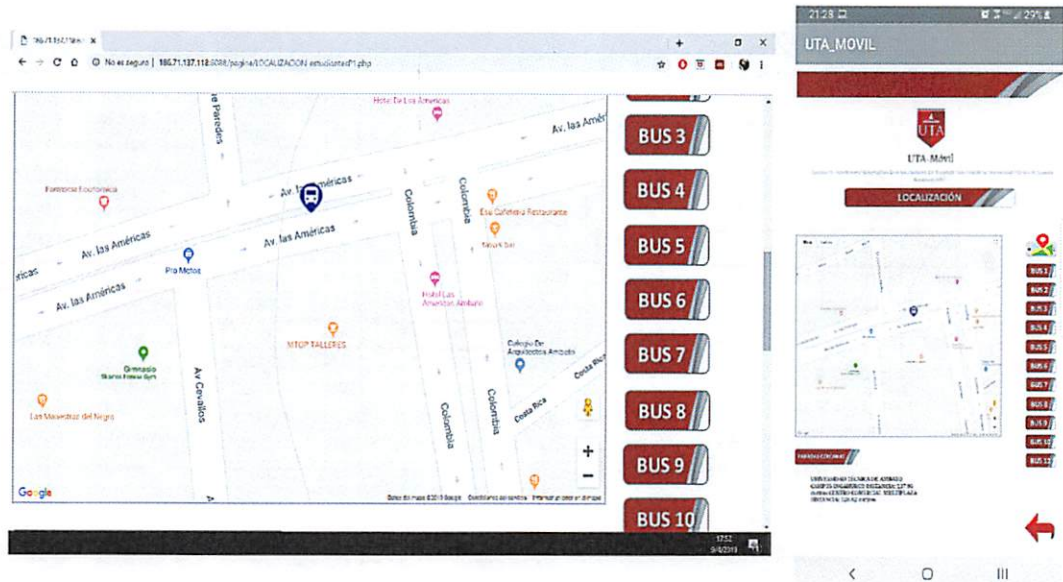


Figura 4. 49.- Ventana de localización de la unidad y paradas cercanas  
Elaborado por: Tatiana Aguilar

Además, en el módulo administrador permite visualizar el recorrido que realiza la unidad de transporte como indica la figura 4.50.

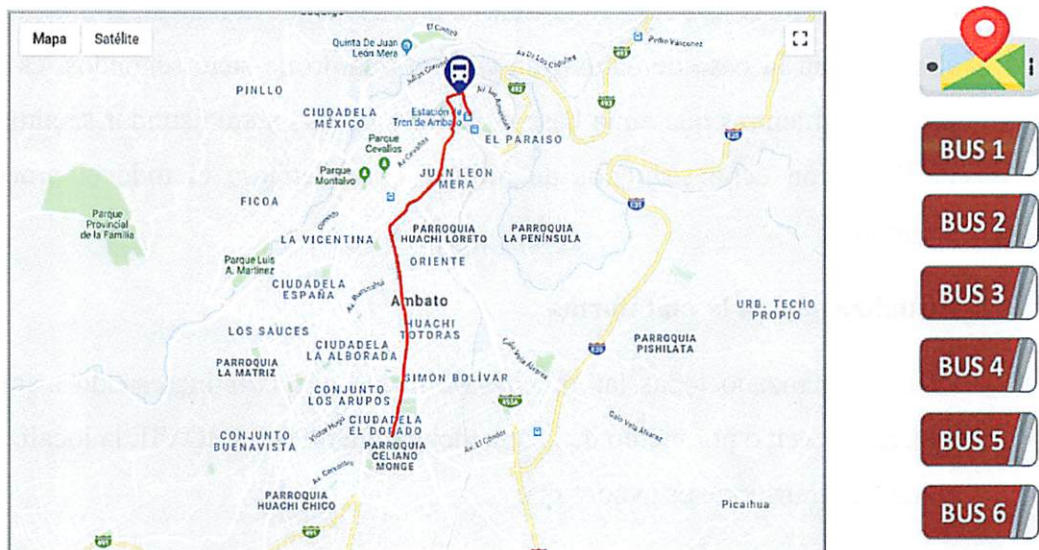


Figura 4. 50.- Recorrido de la unidad en ventana localización  
Elaborado por: Tatiana Aguilar

### Visualización de video en tiempo real

El primer paso para comprobar el correcto enlace se hizo uso del mismo sistema de prueba de la cámara, que indica su conexión hacia el servidor y que está transmitiendo, como se observa en la figura 4.51.




VÍDEO EN DIRECTO	CONFIGURACIÓN	MANTENIMIENTO	ESTADO
<b>INFORMACIÓN DEL DISPOSITIVO</b>			
Todos los detalles sobre la conexión de red se muestran en la página de Información del dispositivo. La versión de firmware también se muestra aquí.			
<b>INFORMACIÓN BÁSICA</b>			
Nombre de la cámara	DCS-932LB		
Fecha y hora	08 Apr 2019 8:38:30 P.M.		
Versión del firmware	2.17.01 (2018-07-03)		
Hardware Version	B		
Versión del agente	2.2.0-b33n		
Dirección MAC			
Dirección IP	192.168.2.100		
Máscara de subred	255.255.255.0		
Puerta de enlace predeterminada	192.168.2.1		
DNS primaria	192.168.2.1		
DNS secundaria	0.0.0.0		
DDNS	Deshabilitar		
Direccionamiento de puerto UPnP	Deshabilitar		
Prueba del servidor	Prueba correcta. 		
Prueba del correo electrónico	No se ha llevado a cabo ninguna prueba.		
<b>ESTADO DE LA RED INALÁMBRICA</b>			
Modo de conexión	Infraestructura		
Conexión	No		
SSID	dlink (MAC : 00 00 00 00 00 00)		
Canal	6		
Cifrado	No		
<input type="button" value="Actualizar"/>			

Figura 4. 51.- Sistema propio de prueba de la cámara DCS 932l

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Una vez comprobado que la transmisión al servidor se está ejecutando de manera correcta, se dirige al sistema para poder visualizar el video en tiempo real.



Figura 4. 52.- Sistema de cámara en funcionamiento

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Para el envío de video se utiliza conexión a internet, razón por lo que existe un retardo de diez segundos aproximadamente, en las pruebas realizadas de la figura 4.52 se observó que pueden existir retardos que no afectan al funcionamiento del prototipo.



## Botón de pánico

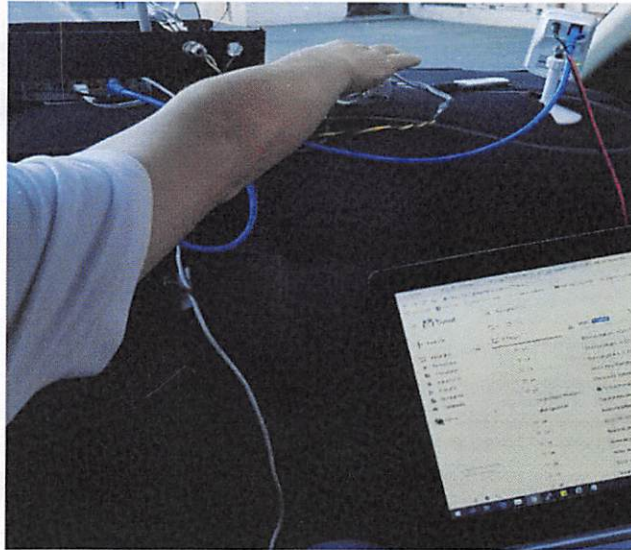


Figura 4. 53.- Usuario pulsando el botón de pánico

Elaborado por: Tatiana Aguilar

El botón de pánico se lo implementó en el caso de una emergencia en la unidad, para comprobar su funcionamiento se realizó varias pruebas con un usuario como indica la figura 4.53, el tiempo de respuesta en llegar la alerta al correo electrónico del administrador desde el momento que se acciona el botón de pánico es de diez segundos, considerando que el sistema tiene una rápida respuesta y baja latencia.

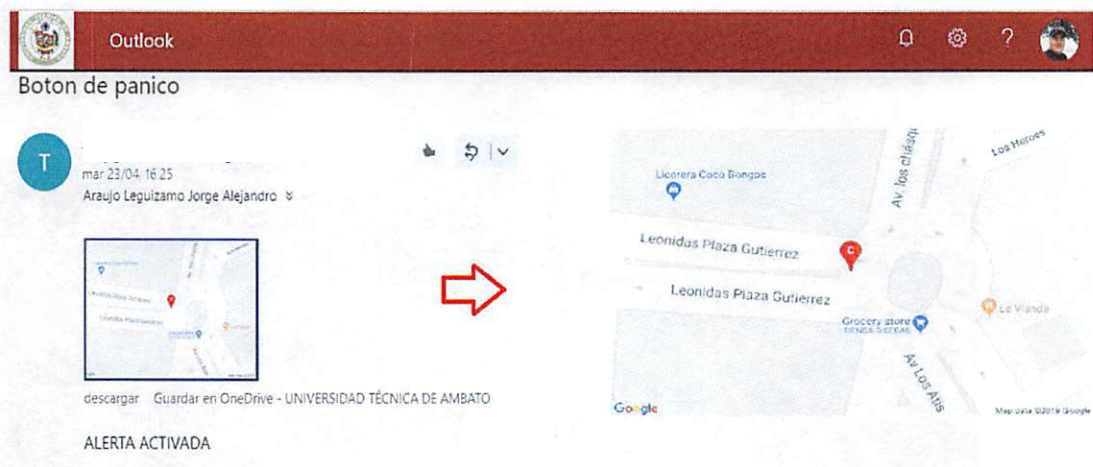


Figura 4. 54.- Alerta de botón de pánico y envío por correo electrónico

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Como se puede ver en la figura 4.54 la hora al presionar el botón de pánico y la hora de llegada al correo electrónico del administrador es las 16:25 las cuales se pueden visualizar tanto en el computador como en el dispositivo móvil. Además, se analizó la posición donde se encuentra la unidad colectiva al momento que se pulsó el

botón en las paradas establecidas para comparar la localización de la unidad con la imagen adjuntada en el correo electrónico es la misma.

### Servicio internet

Para determinar la velocidad del ancho de banda del servicio de internet, se utilizó la página Speed Test For Ookla por medio del computador conectado a la RED BUS de la unidad de transporte en movimiento, dándonos como resultado de 1.35Mbps de descarga y 0.89Mbps de carga, velocidad que permite al sistema estar operativo.

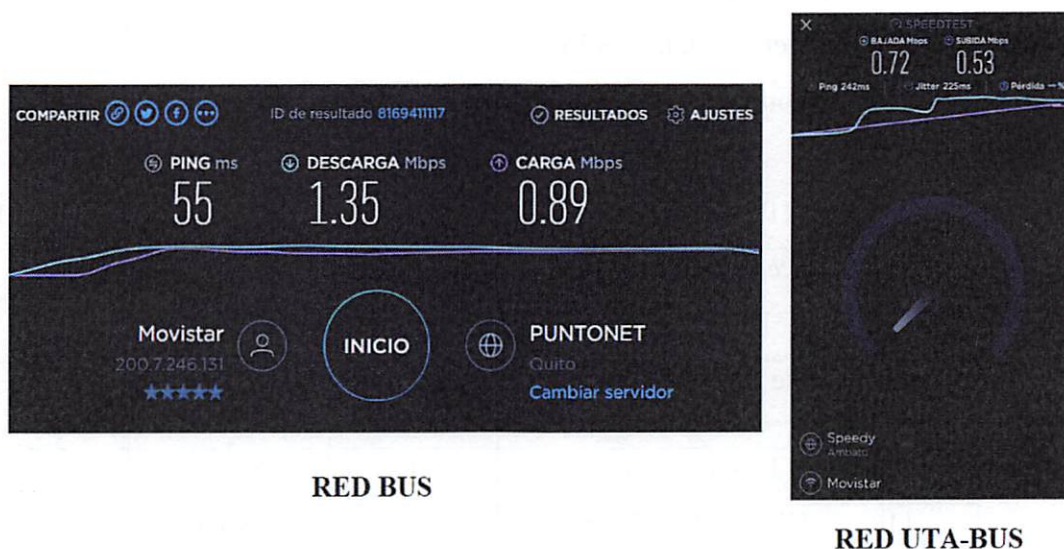


Figura 4. 55.- Test de la velocidad de ancho de banda en la página Speed Test For Ookla

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

Se analizó la red de invitado dirigida para los estudiantes, con la conexión a la red UTA-BUS desde un celular android en el interior de la unidad en movimiento, como la misma página Speed Test For Ookla como se visualiza en la imagen 4.55.

### 4.9 PRESUPUESTO DEL PROTOTIPO

En el presente apartado se analiza el presupuesto para la construcción y diseño del sistema de monitoreo y videovigilancia, considerando varios puntos como materiales de oficina, transporte y elementos propios para la construcción

El presupuesto de los elementos utilizados en el desarrollo del prototipo se lo detalla en la tabla 4.27

Tabla 4. 27.- Elementos utilizados en el prototipo

<b>Presupuesto del Prototipo</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
1.	Módulo GPS UBLOX 6M	1	\$ 20	\$ 20
2.	Botón de Pánico	1	\$ 3	\$ 3
3.	Cámara DLINK DCS-932L	1	\$ 70	\$ 70
4.	Kit Raspberry Pi 3B +	2	\$ 90	\$ 180
5.	Router TP-link MR3420	1	\$ 45	\$ 45
6.	Router TP-link TL-WR840N	1	\$ 30	\$ 30
7.	HUAWEI E173	1	\$15	\$15
8.	Convertidor Voltaje DC-DC LM2596	1	\$ 5	\$ 5
9.	Cable de red y conexión	20 m	\$ 5	\$ 5
10	Jack de Audio	1	\$ 2,50	\$ 2,50
11	Diseño de la Placa	1	\$ 10	\$ 10
12	Interruptor	1	\$ 0,50	\$0,50
13	Fusibles	1	\$ 1	\$ 1
14	Carcasa Sistema Monitoreo	1	\$ 30	\$ 30
15	Cables USB	1	\$ 2,50	\$ 2,50
16	Cables de Red	2	\$ 2,50	\$ 5
17	Servicio de Internet(GSM)	1	\$20	\$20
<b>18</b>	<b>TOTAL</b>			<b>\$ 444,5</b>

El presupuesto total es de \$444,5 dólares, un valor que justifica todas las características presentadas en el equipo.

#### 4.10 ANÁLISIS DE ANCHO DE BANDA

Para determinar el ancho de banda a utilizarse en el diseño propuesto se realizó pruebas de acceso a internet en dispositivos móviles como Smartphone y Tablet que se indica en la tabla 4.28, debido a que el servicio de internet fue destinado a los usuarios que



se encontraban dentro de las unidades de transporte, el mismo que estuvo limitado por el dispositivo de red a la utilización de redes sociales, mensajería, correo electrónico y páginas de consulta, con el objetivo de cumplir con las principales necesidades del estudiante.

Las redes sociales que se analizaron fueron Facebook, Instagram y Twitter, para mensajería Whatsapp, entre las páginas de consulta Google Chrome y en el correo electrónico a Gmail.

Para determinar el tráfico de navegación de las redes sociales en dispositivos móviles se hizo uso del analizador de tráfico *My data Manager*, con resultados que se muestra en la siguiente tabla, la cual se consideró desde el 21 de diciembre del 2018 al 1 de enero del 2019, de los 15 días la aplicación con mayor consumo fueron las Páginas Web con 26,59 MB y el promedio de Internet total es de 14,322 MB.

Tabla 4. 28.- Consumo de ancho de banda de las aplicaciones

Aplicacion/Dias	FACEBOOK(MB)	TWITTER (MB)	INSTAGRAM (MB)	PAGINAS WEB (MB)	WHATSAPP (MB)	CORREO (MB)
DIA 21/12/2018	80,00	57,00	8,00	38,59	60,70	0,56
DIA 22/12/2018	3,85	9,63	6,80	15,53	39,60	0,30
DIA 23/12/2018	10,20	10,11	1,12	9,45	25,20	0,05
DIA 24/12/2018	9,43	1,00	29,08	8,88	1,72	0,04
DIA 25/12/2018	40,00	1,00	9,85	2,31	1,00	0,03
DIA 26/12/2018	1,00	3,20	17,80	9,53	1,17	0,80
DIA 27/12/2018	30,00	10,00	12,18	18,37	10,30	0,30
DIA 28/12/2018	16,70	8,47	8,57	9,06	10,00	0,50
DIA 29/12/2018	4,40	9,20	33,70	150,00	8,10	0,05
DIA 30/12/2018	2,69	2,43	7,78	3,90	1,00	0,04
DIA 31/12/2018	7,69	15,00	6,95	10,10	2,40	0,31
DIA 01/01/2019	6,85	3,63	50,10	22,10	1,00	0,04
DIA 02/01/2019	7,70	1,00	29,30	69,39	0,30	0,03
DIA 03/01/2019	5,49	5,07	10,03	22,60	0,60	0,80
DIA 04/01/2019	10,00	10,00	50,10	9,00	1,80	0,23
PROMEDIO =	15,73	9,78	18,76	26,59	10,99	4,08
PROMEDIO TOTAL						14,322

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Gráficamente el consumo se puede apreciar en la figura 4.56

- a) Consumo del correo electrónico-GMAIL
- b) Consumo de páginas web-GOOGLE CHROME
- c) Consumo de redes sociales-FACEBOOK



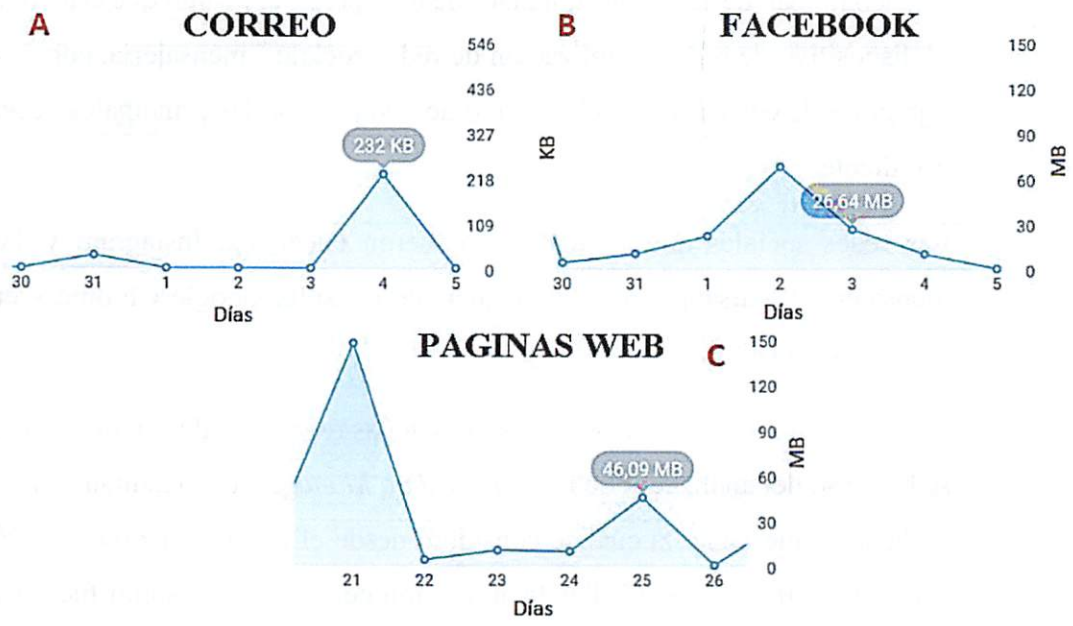


Figura 4. 56.- Variación del consumo por aplicación

Elaborado por: Tatiana Aguilar

El promedio de consumo por usuario analizado se observa en la figura 4.57

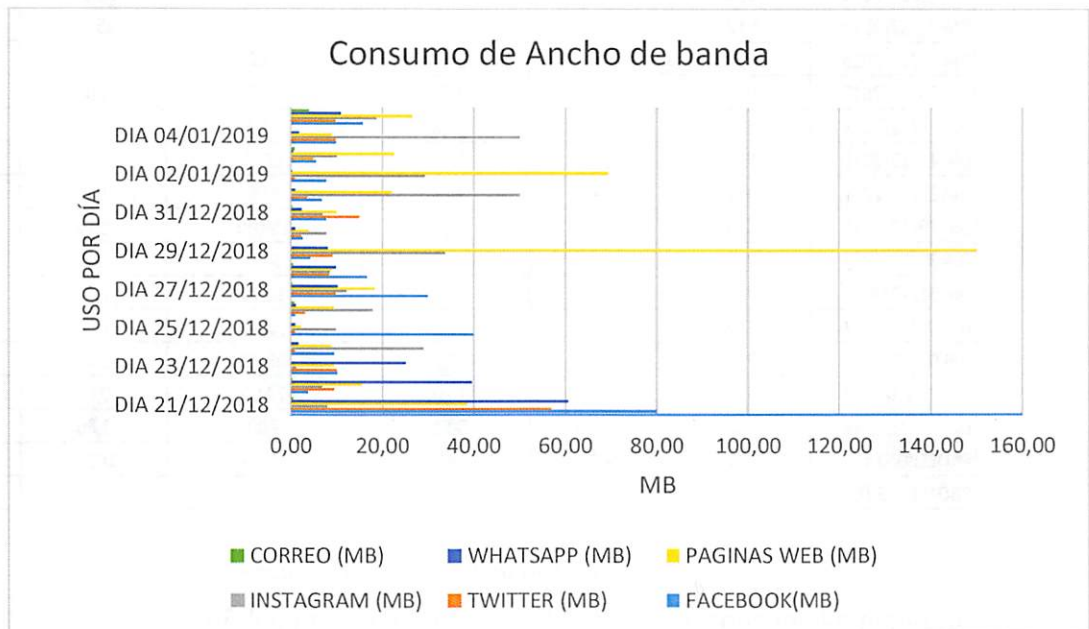


Figura 4. 57.- Promedio de las aplicaciones por usuario

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Resultado del promedio realizado tenemos que las páginas Web son de mayor consumo por los usuarios en cuanto al ancho de banda de Internet

$$AB_{int} = \frac{14665,728 \text{ KByte}}{1H} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} \times \frac{1 H}{3600 \text{ segundos}} = 32,59 \text{ Kbps}$$

$$AB_{int} = 32,59 \text{ Kbps} \times 45 \text{ usuarios} \approx 1466,55 \text{ Kbps}$$

#### 4.10.1 Ancho de banda del acceso a GPS/Ubicación

El consumo del GPS es proporcional a la cantidad de datos que enviamos a la base datos del servidor usando una interfaz desarrollada en PHP para la transmisión de datos como una página simple, de un tamaño aproximadamente de 2 Kbyte y el envío de información se lo realizó cada diez segundos durante el periodo de tiempo que la unidad de transporte cumpla su recorrido establecido.

$$AB_{GPS} = \frac{2 \text{ KByte}}{1 \text{ script}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} \times \frac{1 \text{ script}}{10 \text{ segundos}} = 1,6 \text{ Kbps}$$

#### 4.10.2 Ancho de banda para la transmisión de video

El ancho de banda para la transmisión de video se relaciona con la cantidad de datos que se mueven de un punto a otro en un periodo determinado medidos en segundos, en una cámara IP los parámetros a tomar en cuenta son la resolución, velocidad de cuadro (FPS) y compresión, el análisis se lo realizó con una resolución de 640x360, 10 FPS y una compresión de 15, de esta manera el valor de la tasa de bits está en 188 Kbps (o 0.18 Mbps) por cámara [45].

$$AB_{VIDEO} = \frac{188 \text{ Kbps}}{1 \text{ camara}} \times 3 \text{ camaras} = 564 \text{ Kbps}$$

#### 4.10.3 Dimensionamiento de ancho de banda total

El ancho de banda es la capacidad máxima a la cual se puede transmitir la información por un canal de comunicaciones para ofrecer servicios de datos, voz, video etc. Para la presente investigación el ancho de banda total se lo determinó en relación a la velocidad de bajada y subida; donde el acceso a internet es de bajada y el envío de información del GPS y Video son de subida como se lo explica en la tabla 4.29.

Tabla 4. 29.- Dimensionamiento de ancho de banda

Aplicación	ANCHO DE BANDA (Kbps)
<b>BAJADA</b>	
Internet	1466,55
<b>ABb TOTAL</b>	1466,55
<b>SUBIDA</b>	
GPS	1,6
Video	564
<b>ABs TOTAL</b>	565,60

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

Por lo tanto, es necesario al menos de 2 Mbps de bajada y 1 Mbps de subida. Además, el estudio se lo ha hecho para 45 usuarios pero es poco probable que todos estén conectados al mismo tiempo, debido a esto se estima que sólo un 35 % usen el servicio simultáneamente, esto tomando en cuenta varios factores como:

- Unidades sin afluencia de pasajeros.
- Usuarios ya cuentan con datos móviles.
- No hay necesidad de conexión.
- Los estudiantes en muchos casos no toman la unidad por el recorrido completo.

#### **4.11 CÁLCULOS DE PROPAGACIÓN DE ENLACES DE RADIO**

El diseño de enlaces de radio involucra el estudio de una serie de parámetros como elección de banda de frecuencias, tipos de antenas, el cálculo del balance de potencias, los equipos de comunicación, entre otros para poder cumplir con la cobertura necesaria de servicio de internet a las unidades.

##### **4.11.1 Selección de puntos de repetición**

Los tres campus de la Universidad Técnica de Ambato se encuentran distribuidos en la provincia de Tungurahua, el campus de Ingahurco al norte de la ciudad de Ambato en las calles Colombia y Chile, campus Huachi en la Av. Los Chasquis y Rio Payamino y el campus Querocha en el cantón Quero como se muestra en la figura 4.58.



Figura 4. 58.- Diseño de enlace entre los 3 campus de la Universidad Técnica de Ambato

Elaborado por: Tatiana Aguilar

La ubicación y las distancias existentes entre los campus se detallan en la tabla 4.30

Tabla 4. 30.- Distancias de los enlaces entre campus

CAMPUS	LATITUD	LONGITUD	CAMPUS	DISTANCIA
Ingahurco	1°14'2.88"S	78°36'58.65"O	Ingahurco-Huachi	4 km
Huachi	1°16'9.14"S	78°37'24.94"O	Huachi-Querochaca	11.4km
Querochaca	1°22'12.01"S	78°36'30.86"O	Ingahurco-Querochaca	15.4km

Elaborado por: Tatiana Aguilar

Las frecuencias para los enlaces de radio garantizan el rendimiento de la red, menor interferencia y mejoran la transmisión de datos, para el diseño propuesto se usa la banda de frecuencias de 5 GHz, en la tabla 4.31 se muestran los canales disponibles para 2,4 y 5 GHz en Ecuador.

Tabla 4. 31.- Canales de frecuencia disponibles en Ecuador

Numero de canal	Frecuencia (GHz)
1	2,412
2	2,417
3	2,422
4	2,427
5	2,432
6	2,437
7	2,442
8	2,447
9	2,452
10	2,457
11	2,462

b)

Banda	Numero de canal	Frecuencia (GHz)
U-NII 1	36	5,180
	40	5,200
	44	5,220
	48	5,240
U-NII 2	52	5,260
	56	5,280
	60	5,300
	64	5,320
U-NII 3	149	5,745
	153	5,765
	157	5,785
	161	5,805
5.8 ISM	165	5,825

a)

a) Frecuencia 2.4 GHz y b) Frecuencia 5 GHz

Fuente: "Diseño de una red Mesh" [22]



Los parámetros a considerarse para la selección de los puntos de repetición fueron: Facilidad de acceso, servicio de energía eléctrica, seguridad y posibilidad de arrendamiento

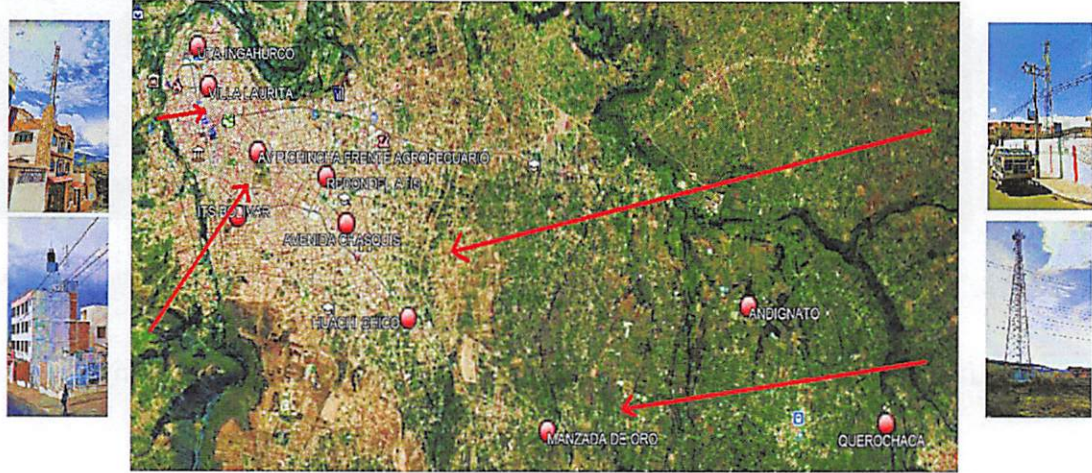


Figura 4. 59.- Puntos de repetición de Campus Ingahurco, Campus Huachi y Campus Querochaca

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

Como se observa en la figura 4.59 los puntos de repetición son lugares con torres ya instaladas ubicados estratégicamente para tener la mayor conexión y abarcar todos los recorridos de las unidades de transporte.

En la tabla 4.32 se detalla la latitud y longitud de los puntos de repetición, para la selección de los mismos se utilizó el programa air-Link de Ubiquiti, que permite ver la factibilidad de señal entre la estación A y estación B de cada enlace de radio.

Tabla 4. 32.- Coordenadas geográficas de los puntos de repetición

Nº	Ubicación	Latitud	Longitud
1	UTA-CAMPUS INGAHURCO	1°14'02.8"S	78°36'58.1"W
2	Villa LAURITA	1°14'20.2"S	78°37'13.3"W
3	Av. Pichincha Y Calle José García	1°14'20.2"S	78°37'13.3"W
4	Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	1°16'16.4"S	78°37'35.7"W
5	Huachi Chico - Calle Antonio Salas	1°17'14.8"S	78°38'00.1"W
6	Manzana De Oro	1°18'59.8"S	78°38'10.1"W
7	Andignato	1°20'26.4"S	78°36'16.7"W
8	UTA-CAMPUS QUEROCHACA	1°22'09.4"S	78°36'30.5"W
9	Av. Atahualpa y Calle Quiz Quiz	1°15'10.8"S	78°38'04.2"W
10	Av. Víctor Hugo y Calle El Valle	1°15'53.0"S	78°37'20.0"W

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

Con la utilización del programa online de *air-Link de Ubiquiti* que lo encontramos en <https://link.ubnt.com> se ubicó las diferentes coordenadas a interconectarse y se determinó si existe línea de vista, interferencias de otras antenas o edificios altos y otros detalles como se indica en la figura 4.60:



Figura 4. 60.- Captura de air-Link de Ubiquiti

En la tabla 4.33 se muestra los valores de distancia de cada enlace obtenidos en el programa mencionado.

Tabla 4. 33.- Distancias entre estación A y estación B


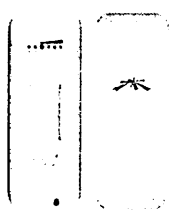


N°	Radioenlace		Distancia
	Estación A	Estación B	
1	UTA-CAMPUS INGAHURCO	Villa LAURITA	718,47 m
2	Villa LAURITA	Av. Pichincha Y Calle José García	1,52 km
3	Av. Pichincha Y Calle José García	Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	2,17 km
4	Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	Huachi Chico - Calle Antonio Salas	1,96 km
5	Huachi Chico - Calle Antonio Salas	Manzana De Oro	3,26 km
6	Manzana De Oro	Andignato	4,41 km
7	Andignato	UTA-CAMPUS QUEROCHACA	3,21 km
8	Av. Pichincha Y Calle José García	Av. Atahualpa y Calle Quiz Quiz	1,09 km
9	Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	Av. Victor Hugo y Calle El Valle	870,77 m

Elaborado por: Tatiana Aguilar

#### 4.11.2 Selección de equipos de radiofrecuencia de banda ancha

Para la selección de equipos se analizó la tecnología inalámbrica de airMAX y Ubiquiti que cuenta con una amplia gama de dispositivos de red como estaciones base, antenas, productos de radio altamente integrados y componentes de fácil instalación. En la tabla 4.34 se muestra las características de distintos equipos Ubiquiti, de los que se analizó la frecuencia y potencia de transmisión como principales parámetros.

Tabla 4. 34.- Selección de equipos de radiofrecuencia para el enlace

Modelo / Especificaciones	Rocket M5	Nano Station M5	Rocket M2	Rocket M900
				
<b>Frecuencia de Trabajo</b>	5170 - 5875 MHz	5170 - 5875 MHz	2402 - 2462 MHz	900 MHz
<b>Interfaz de red</b>	10/100 Ethernet	10/100 Ethernet	10/100 Ethernet	10/100 Ethernet
<b>Dimensiones</b>	160x80x30 mm	294x30x80 mm	160x80x30 mm	160x80x30 mm
<b>Procesador</b>	MIPS 74Kc	Atheros MIPS 74Kc	MIPS 24Kc	MIPS 24Kc
<b>Memoria</b>	128 MB SDRAM, 8 MB Flash	64 MB DDR2, 8 MB Flash	128 MB SDRAM, 8 MB Flash	64 MB SDRAM, 8 MB Flash
<b>Alimentación</b>	24V, 1 A, Adaptador PoE	24V, 0.5A,	24V, 1 A, Adaptador PoE	24V, 1 A, Adaptador PoE
<b>Potencia de Transmisión</b>	27 dBm	23 dBm	28 dBm	28 dBm
<b>Antenas Compatibles</b>	Sectorial, Rocket Dish, Omnidireccional	Sectorial, Rocket Dish, Omnidireccional	Sectorial, Rocket Dish, Omnidireccional	Sectorial, Yagi

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

En el análisis se determinó que el equipo de radiofrecuencia a utilizarse para el diseño de los enlaces es el Rocket M5, porque la frecuencia de 5170 - 5875 MHz, la memoria es suficiente para la aplicación, la potencia de transmisión es de 27 dBm y es posible utilizar antenas con características técnicas y físicas de baja media y alta ganancia. Para el estudio se utilizó antenas sectoriales ubicadas en los puntos de repetición y antenas omnidireccionales en las unidades de transporte. A continuación, se compara varios tipos de antenas de la marca airMAX:

Tabla 4. 35.- Selección de antenas sectoriales

Modelo / Especificaciones	airMAX AM-5G16-120	airMAX AM-5G17-90	airMAX AM-5G19-120	airMAX AM-5G20-90
Frecuencia	5.10 - 5.85 GHz	4.90 - 5.85 GHz	5.15 - 5.85 GHz	5.15 - 5.85 GHz
Ganancia	16 dBi	17 dBi	19 dBi	20 dBi
Dimensiones	367x63x41 mm	367x63x41 mm	700x135x73 mm	700x135x70 mm
Apertura HPOL	137° (6 dB)	72° (6 dB)	123° (6 dB)	91° (6 dB)
Apertura VPOL	118° (6 dB)	93° (6 dB)	123° (6 dB)	85° (6 dB)
Resistencia al viento	200 km/h	200 km/h	200 km/h	200 km/h
Distancia Máxima	6Km con Rocket M5	6Km con Rocket M5	8Km con Rocket M5	11Km con Rocket M5

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

Se ha utilizado antenas sectoriales porque emiten un haz más amplio y su intensidad o alcance es mayor. Para el diseño se utilizó airMAX AM-5G16 120 con una apertura horizontal de 137° y vertical de 120° que conjuntamente con el equipo de radiofrecuencia Rocket M5 permite alcanzar distancias mayores a 6 Km.

Para las unidades de transporte se utilizaron antenas omnidireccionales porque al ser un vehículo en movimiento requiere que la antena receptora esté en constante comunicación con la antena transmisora. En la tabla 4.36 se analizó este tipo de antenas de la marca airMAX.

Tabla 4. 36.- Selección de antenas omnidireccionales

Modelo / Especificaciones	airMAX Omni AMO-2G13	airMAX Omni AMO-3G12	airMAX Omni AMO-5G10	airMAX Omni AMO-5G13
Frecuencia de Trabajo	2.35 - 2.55 GHz	3.4 - 3.7 GHz	5.45 - 5.85 GHz	5.45 - 5.85 GHz
Ganancia	13 dBi	12 dBi	10 dBi	13 dBi
Dimensiones	1012x122x105 mm	1390x122x105 mm	1030x122x84 mm	799x90x65 mm
Ángulo de Elevación	7°	8°	12°	7°
Resistencia al viento	200 km/h	200 km/h	200 km/h	200 km/h
Polarización	Dual Lineal	Dual Lineal	Dual Lineal	Dual Lineal

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

Entre todas se ha seleccionado la antena airMAX Omni AMO-2G13 a una frecuencia de 2.4Ghz y una ganancia de 13 dBi para proporcionar mayor alcance, mejorar la fuerza de la señal y recibir señales débiles dentro del área de cobertura.



### 4.11.3 Selección de equipos de respaldo e infraestructura

La infraestructura de un radio enlace se la define como los soportes físicos y lógicos que permiten el transporte de los servicios de telecomunicación entre dos puntos de la red, entre los cuales se detallan en la tabla 4.47 y son:

#### Respaldo de energía

- Batería ciclo profundo
- Panel solar

#### Protección de equipos



- Protector antirrayos
- UPS (respaldo de energía)






#### Equipos adicionales

- Torre
- Inyector Poe
- Arrendamiento de terreno

A continuación, se detalla las características de los equipos.

Tabla 4. 37.- Equipos de infraestructura para el enlace

Respaldo de Energía	
Batería ciclo profundo	Características
	Capaces de descargarse diariamente. Voltaje de nominal de 12V. Capacidad de 100 Ah Vida útil de 6 años. Condiciones climáticas de hasta 24°C Modelo: Power Sonic UB121000-45978
Panel Solar	Características
	Material de Silicón poli cristalino. Voltaje nominal de 12V. Carga de Batería. Cuerpo de aleación de aluminio, evita el sol en la lluvia. Grado de protección IP68.

<p><b>Controlador de carga Solar</b></p> 	<p><b>Características</b></p> <p>Corriente máxima de 10A.          Voltaje del sistema de 12V/24V.          Luz LED indica el estado actual de la batería.          Protección de sobrecarga          Protección única contra la conexión reversible.</p>
<p><b>Protección de equipos</b></p>	
<p><b>Protector antirrayos</b></p> 	<p><b>Características</b></p> <p>Construido de acero inoxidable AISI 316.          Corriente típica de descarga: 45 KA.          Número de trazadores: 5          Número de puntas auxiliares: 4          Radio de protección: 18 m.</p>
<p><b>Equipos adicionales</b></p>	
<p><b>Torre</b></p> 	<p><b>Características</b></p> <p>Las torres a utilizarse serán de acero, con alturas de hasta 10 metros, donde serán ubicadas las antenas de radiocomunicaciones.</p>
<p><b>Inyector Poe</b></p> 	<p><b>Características</b></p> <p>Voltaje de salida 24VDC 0.3 A          Cuenta con un Puerto LAN Gigabit          Temperatura de operación 0 a 40 C          Voltaje de Entrada 100-240 VAC          Corriente de Entrada 0.3 A</p>
<p><b>Cable FTP</b></p> 	<p><b>Características</b></p> <p>Categoría 6          Calibre del conductor 23 AWG          Tipo de aislamiento PVC con blindaje de poliéster aluminizado.          Tipo de ensamble 4 pares con cruceta central          Impedancia 150 Ohmios</p>

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

En cada punto de repetición se hace uso de la energía brindada por el panel solar y los demás equipos a conectarse se visualizan en la figura 4.61.

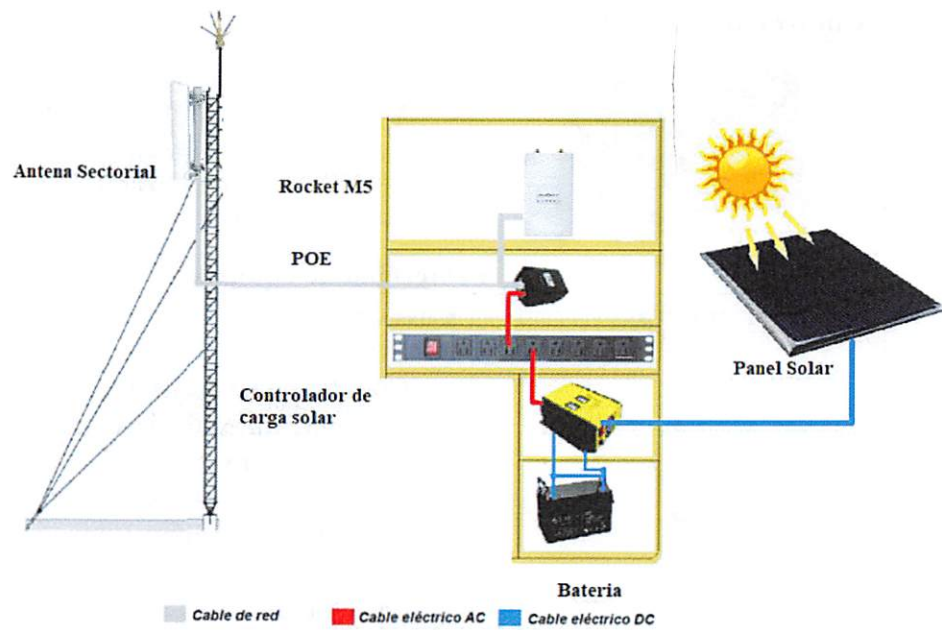


Figura 4. 61.- Esquema de conexión en cada torre del punto de repetición

De igual forma la conexión del equipo del sistema para la unidad de transporte colectiva en la figura 4.62.

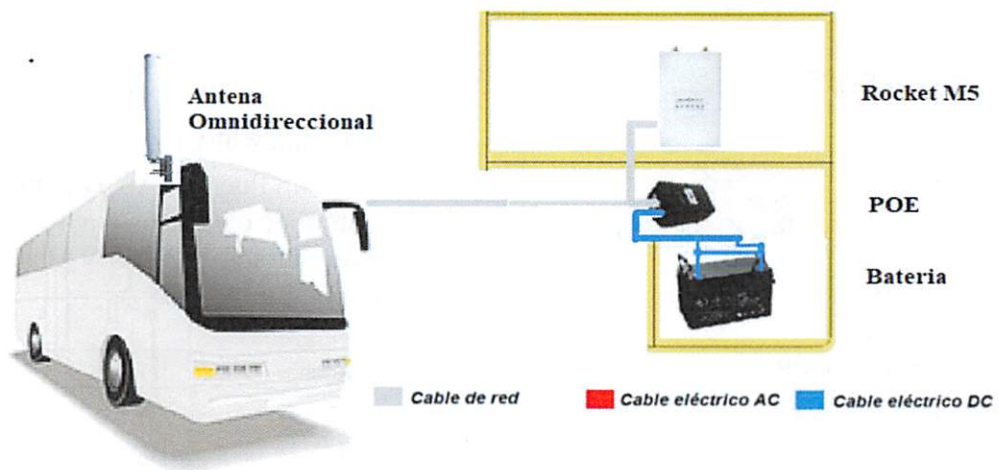


Figura 4. 62.- Esquema de conexión de la unidad de transporte y equipos de telecomunicaciones

#### 4.11.4 Topología de la red

En la figura 4.63 se muestra la topología de la red propuesta la cual cuenta con diez puntos de repetición ubicados en la provincia de Tungurahua, la transmisión de la señal inicia en el campus Ingahurco de la Universidad Técnica de Ambato, se dirige a la parte central de Ambato y se extiende al sur hasta llegar a Querochaca por medio de la utilización de equipos de radiocomunicaciones, permitiendo la conexión a internet de las unidades de transporte en cada uno de los recorridos.

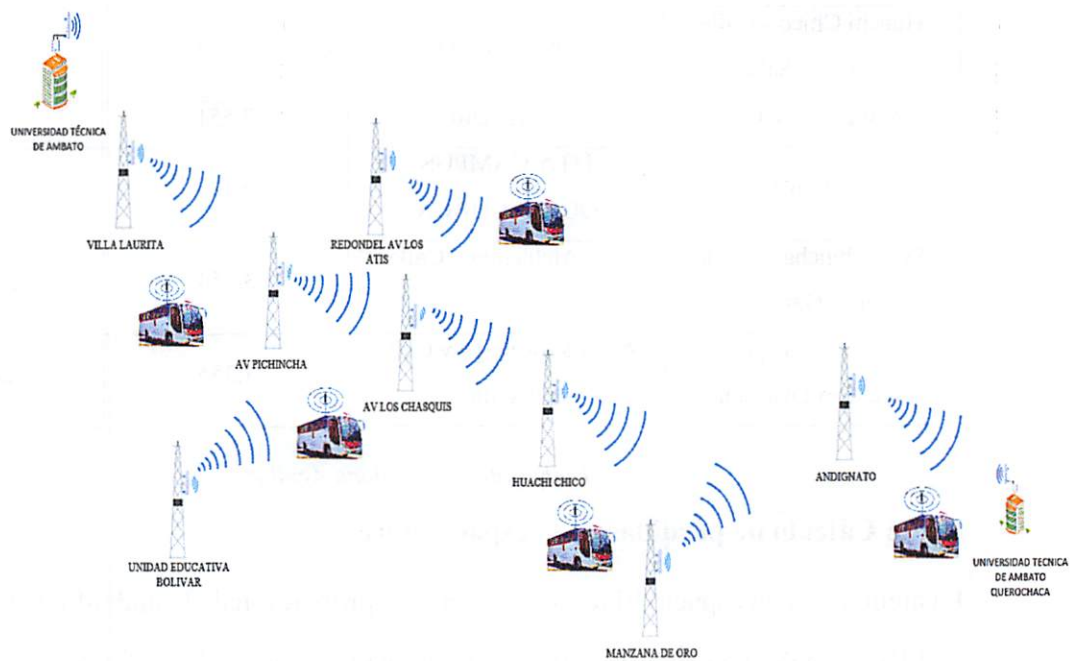


Figura 4. 63.- Topología de la red

Elaborado por: Tatiana Aguilar

#### 4.11.5 Cálculo de la 1ra zona de fresnel (m):

Para determinar la zona de fresnel desde la estación A y la estación B se aplicó la fórmula del radio de la primera zona de fresnel en la máxima distancia del centro del radioenlace como se indica en la tabla siguiente, la cual indica que si cubre un 60% de la señal garantiza la transmisión de datos sin ningún problema. En la tabla 4.38 se muestran os resultados.

Tabla 4. 38.- Cálculo de la zona de fresnel

Radioenlace		Radio de la Primera Zona de Fresnel (m)	60% del Radio de la Primera Zona de Fresnel(m)
Estación A	Estación B		
UTA-CAMPUS INGAHURCO	Villa LAURITA	3,048	1,829
Villa LAURITA	Av. Pichincha Y Calle José García	4,433	2,660
Av. Pichincha Y Calle José García	Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	5,297	3,178
Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	Huachi Chico - Calle Antonio Salas	5,034	3,021



Huachi Chico - Calle Antonio Salas	Manzana De Oro	6,493	3,896
Manzana De Oro	Andignato	7,551	4,531
Andignato	UTA-CAMPUS QUEROCHACA	6,443	3,866
Av. Pichincha Y Calle José García	Av. Atahualpa y Calle Quiz Quiz	3,754	2,253
Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	Av. Víctor Hugo y Calle El Valle	3,355	2,013

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

#### 4.11.6 Cálculo de pérdidas en el espacio libre

La atenuación en espacio libre es directamente proporcional al cuadrado de la distancia y la frecuencia, los cálculos permitieron predecir la intensidad del nivel de recepción cuando el transmisor y receptor tienen una trayectoria de línea de vista clara, sin obstrucciones entre la estación A y la estación B como se indica en la tabla 4.39.

*Tabla 4. 39.- Cálculo de pérdidas en el espacio*

Radioenlace		Distancia (Km)	Frecuencia (GHz)	Lp(Db)
Estación A	Estación B			
UTA-CAMPUS INGAHURCO	Villa LAURITA	0,71848	5,8	104,797
Villa LAURITA	Av. Pichincha Y Calle José García	1,52	5,8	111,305
Av. Pichincha Y Calle José García	Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	2,17	5,8	114,398
Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	Huachi Chico - Calle Antonio Salas	1,96	5,8	113,514
Huachi Chico - Calle Antonio Salas	Manzana De Oro	3,26	5,8	117,933
Manzana De Oro	Andignato	4,41	5,8	120,557
Andignato	UTA-CAMPUS QUEROCHACA	3,21	5,8	117,799
Av. Pichincha Y Calle José García	Av. Atahualpa y Calle Quiz Quiz	1,09	5,8	108,417
Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	Av. Víctor Hugo y Calle El Valle	0,87077	5,8	106,467

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

#### 4.11.7 Cálculo de la potencia recibida

Para el cálculo de la potencia se asume valores de longitud de cable de 2m, con pérdidas de 1dB en cada lado del enlace, 0.5dB de pérdidas en conectores, para las antenas se tomó un valor referencial de 17 dBi de ganancia y de 20 dBi de potencia de transmisión como se indica en la tabla 4.40.

Tabla 4. 40.- Cálculo de potencia recibida

Radioenlace		$P_{TX}$	$G_{TX}$	$L_{CCTX}$	$L_P$	$G_{RX}$	$L_{CCR}$	$P_{RX}$
Estación A	Estación B							
<u>UTA-CAMPUS</u> <u>INGAHURCO</u>	Villa LAURITA	20	17	1,5	104,797	17	1,5	-53,797
Villa LAURITA	Av. Pichincha Y Calle José García	20	17	1,5	111,305	17	1,5	-60,305
Av. Pichincha Y Calle José García	Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	20	17	1,5	114,398	17	1,5	-63,398
Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	Huachi Chico - Calle Antonio Salas	20	17	1,5	113,514	17	1,5	-62,514
Huachi Chico - Calle Antonio Salas	Manzana De Oro	20	17	1,5	117,933	17	1,5	-66,933
Manzana De Oro	Andignato	20	17	1,5	120,557	17	1,5	-69,557
Andignato	UTA-CAMPUS QUEROCHACA	20	17	1,5	117,799	17	1,5	-66,799
Av. Pichincha Y Calle José García	Av. Atahualpa y Calle Quiz Quiz	20	17	1,5	108,417	17	1,5	-57,417
Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	Av. Víctor Hugo y Calle El Valle	20	17	1,5	106,467	17	1,5	-55,467

Elaborado por: Tatiana Aguilar

#### 4.11.8 Cálculo del margen de umbral

Para el cálculo del margen umbral se utilizó los valores anteriores de la potencia recibida y la sensibilidad de recepción entre -62 dBm y -100dBm que redondeando da un valor de -80dBm. En la tabla 4.41 se muestran os resultados.

Tabla 4. 41.- Cálculo del margen de umbral

Radioenlace		$P_{RX}$	S(dBm)	Mu(dB)
Estación A	Estación B			
UTA-CAMPUS INGAHURCO	Villa LAURITA	-53,797	-80	26,203
Villa LAURITA	Av. Pichincha Y Calle José García	-60,305	-80	19,695
Av. Pichincha Y Calle José García	Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	-63,398	-80	16,602
Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	Huachi Chico - Calle Antonio Salas	-62,514	-80	17,486
Huachi Chico - Calle Antonio Salas	Manzana De Oro	-66,933	-80	13,067
Manzana De Oro	Andignato	-69,557	-80	10,443
Andignato	UTA-CAMPUS QUEROCHACA	-66,799	-80	13,201
Av. Pichincha Y Calle José García	Av. Atahualpa y Calle Quiz Quiz	-57,417	-80	22,583
Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	Av. Víctor Hugo y Calle El Valle	-55,467	-80	24,533

Elaborado por: Tatiana Aguilar

#### 4.11.9 Cálculo del margen de desvanecimiento

Para el cálculo del margen de desvanecimiento se utilizó el factor de rugosidad del terreno con un valor de 0.25 referente a un terreno rocoso muy disperejo y el factor climático con un valor de 0.125 de área montañosas de clima seco y el nivel de confiabilidad del enlace de 0.99999 determinado por cada 400 Km.

Tabla 4. 42.- Cálculo del margen de desvanecimiento

Radioenlace		A	B	R	Fm
Estación A	Estación B				
UTA-CAMPUS INGAHURCO	Villa LAURITA	0.25	0.125	0,99999	-13,6638181

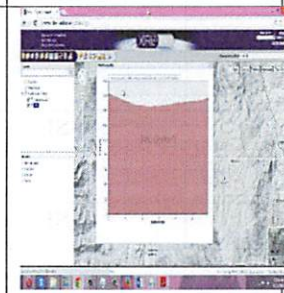
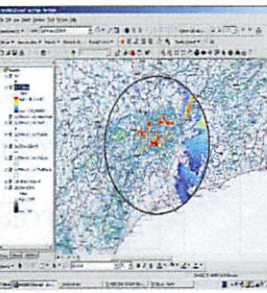
Villa LAURITA	Av. Pichincha Y Calle José García	0.25	0.125	0,99999	-3,90095092
Av. Pichincha Y Calle José García	Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	0.25	0.125	0,99999	0,73753345
Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	Huachi Chico - Calle Antonio Salas	0.25	0.125	0,99999	-0,58857642
Huachi Chico - Calle Antonio Salas	Manzana De Oro	0.25	0.125	0,99999	6,04026944
Manzana De Oro	Andignato	0.25	0.125	0,99999	9,97689912
Andignato	UTA-CAMPUS QUEROCHACA	0.25	0.125	0,99999	5,83889241
Av. Pichincha Y Calle José García	Av. Atahualpa y Calle Quiz Quiz	0.25	0.125	0,99999	-8,23346362
Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi	Av. Víctor Hugo y Calle El Valle	0.25	0.125	0,99999	-11,1591548

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

#### 4.11.10 Simulación

En la tabla 4.43 se analiza las características, ventajas y desventajas del software Link Planner, Xirio online y RadioGis para el cálculo de radioenlaces.

*Tabla 4. 43.- Cuadro comparativo de software para realizar radioenlaces*

CARACTERÍSTICAS	LINK PLANNER	XIRIO –ONLINE	RADIOGIS
<b>FÍSICO</b>			
<b>AUTOR</b>	Cambium Network	Empres de profesionales Xirion	Juan Llacer, Leandro.



<b>RESULTADOS</b>	Ofrecer resultados fiables, hasta en enlaces en el mar o altitudes elevadas como sierras o montañas	Los archivos de gráficas guardadas se pierden a los 3 días	Simula la altura de los edificios, montañas, suelo urbano o agua como mares o ríos
<b>PERIODO</b>	Después de 12 meses de prueba obliga a comprar la versión completa	Los gráficos de alta resolución son limitados, y hay que esperar 24 horas para seguir trabajando	Solo permite 60 días de prueba
<b>FRECUENCIA</b>	Trabaja en la frecuencia libre de Wimax de 5,8Ghz, pero no en la 3,5Ghz de uso privado Wimax.	Wimax a 3,5Ghz de uso privado o Wimax a 5,8Ghz de uso público.	Wimax de 5,8Ghz
<b>EQUIPOS</b>	Utiliza antenas y componentes de aplicación real	No tiene catálogo de antenas, ni materiales de uso real	No dispone de materiales como antenas o equipos transmisores de aplicación en la vida real
<b>APLICA ATENUACIONES</b>	No aplica para atenuaciones de lluvia o nieve	El editor de antenas es muy costoso y los parámetros son laboriosos	No aplica para atenuaciones de lluvia o nieve
<b>MODELOS</b>	UIT-R 12 P530 es la UIT y el modelo Vigants Barnetts un modelo de EEUU	I.T.U (526-10 530-14 y 1411) para radioenlaces Wimax, los modelos Okamura-Hata y Walfish Bertoni	UITR-526, Xia/Bertoni, Okumura-Hata y COST-Hata, COST 23
<b>AUTÓNOMO</b>	SI	NO	Solo se puede generar 6 prácticas
<b>INFORME</b>	SI	NO	NO

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

Fuente: " Estudio y análisis de las herramientas de radioenlaces"[46]

Después de estudiar detalladamente los tres programas de simulaciones radioeléctricas propuestos se ha seleccionado Link Planner como el más aceptable para el proyecto de investigación debido a que las simulaciones están basadas en productos de uso real, las frecuencias a las que trabaja son las necesarias, el periodo de prueba es extenso y genera un resumen técnico en un documento pdf.

Para poder comprobar todos los cálculos ya realizados anteriormente se hace uso del Software LINKPLANNER V4.8, en el cual se ha ubicado cada una de las coordenadas en lugares estratégicos con el fin de que el enlace tenga vista directa y no haya ningún obstáculo. Además, se ha detallado de forma gráfica estadística todos los parámetros de cada enlace punto a punto realizado como se puede verificar en el ANEXO F.

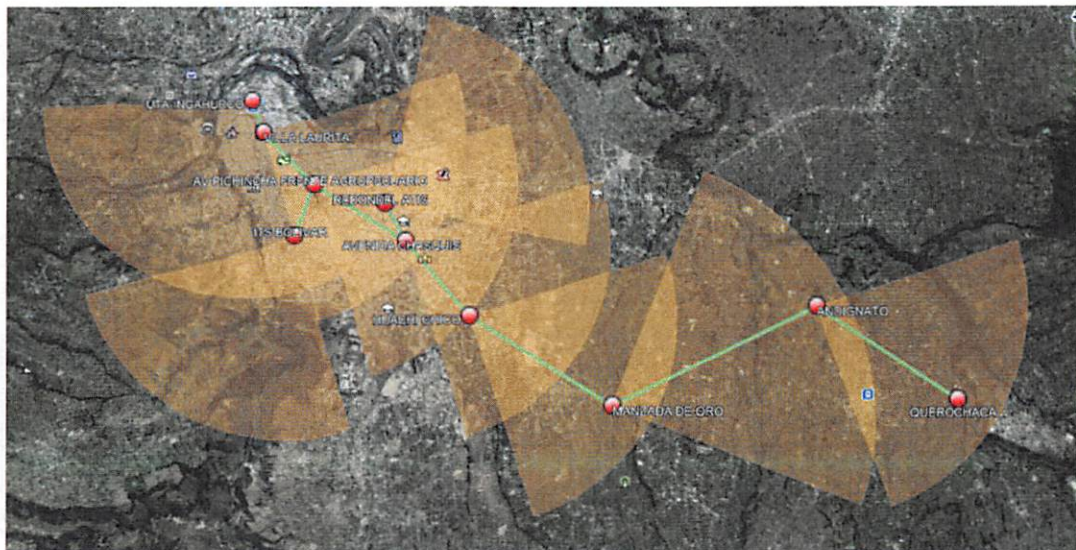


Figura 4. 64.- Simulación de la radio enlace en Link Planner

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

El LINKPlanner de la marca de Motorola es una herramienta personalizada para el diseño y configuración de enlaces, se encuentra disponible para PC y Mac que permite realizar escenarios basados en la geografía, distancia, altura de la antena, potencia de transmisión y otros factores, para optimizar el rendimiento del sistema[47].

La visualización gráfica optimiza un enlace antes de la implementación mediante el cambio de los datos de entrada para ver el efecto en el rendimiento y la productividad. Por ejemplo, si un cálculo de enlace indica un bajo rendimiento, a continuación, una serie de factores (tipo de producto, frecuencia, ancho de banda de canal, altura de la antena, etc. tamaño de la antena) se puede cambiar para ver la mejora en el rendimiento del enlace.

Oportunidad y Reporting Típicamente, permite generar un informe que proporciona detalle gráfico y textual de la ruta y su rendimiento proyectado [47].

#### 4.11.11 Perfiles de los terrenos de los radioenlaces (Software PTP LINKPlanner)

Para detallar cada uno de los parámetros y valores adquiridos en el software LINKPlanner se ejemplifica el primer enlace de la red, ya que los demás perfiles de terreno se los puede analizar en el ANEXO F que es un resumen esencial de cada enlace.

##### Enlace Uta Ingahurco-Villa LAURITA

En las figuras 4.65 se puede observar la información y el punto localizado en el mapa de los nodos Ingahurco y villa Laurita.

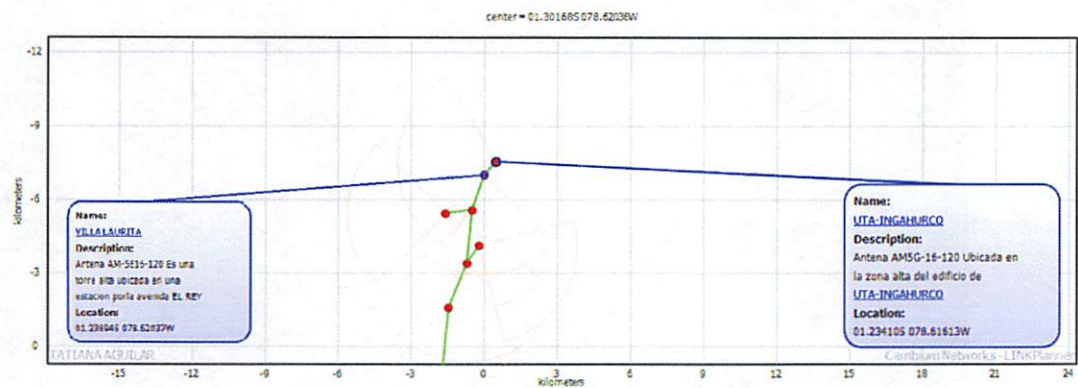


Figura 4. 65.- Enlace de la Universidad Técnica de Ambato Campus Ingahurco y Villa LAURITA

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*

El perfil de terreno del radioenlace se observa en la figura 4.66 donde indica un corte transversal del relieve del enlace punto a punto, la zona de Fresnel, la distancia entre los puntos de repetición y la altura sobre el nivel de mar.

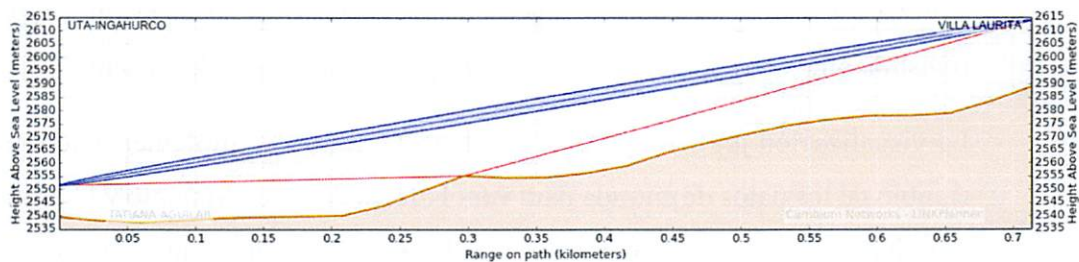


Figura 4. 66.- Enlace Uta Ingahurco-Villa LAURITA

*Elaborado por: Tatiana Aguilar*



En la figura 4.67 se muestra una gráfica de disponibilidad de ancho de banda, según cuestiones atmosféricas, interferencias, además en el recuadro inferior se anexan los radios, kit de aterrizaje y protección, las fuentes de alimentación requeridas y los metros de cable de red a ocupar.

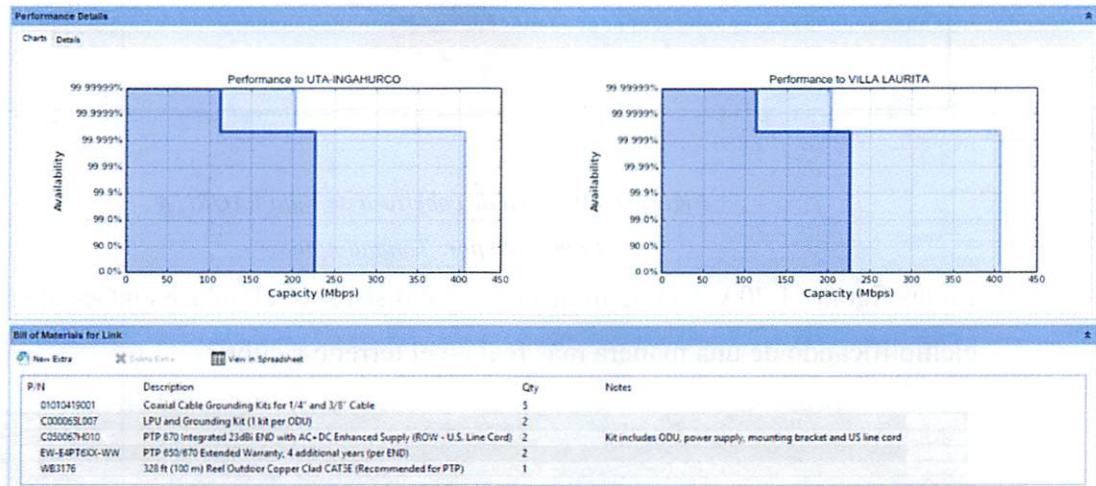


Figura 4. 67.- Detalles de rendimiento del enlace

Elaborado por: Tatiana Aguilar

En las figuras 4.68 y 4.69 se indica la dirección del ángulo de cobertura que cubre la antena y como se conecta con los demás enlaces para cubrir las rutas.

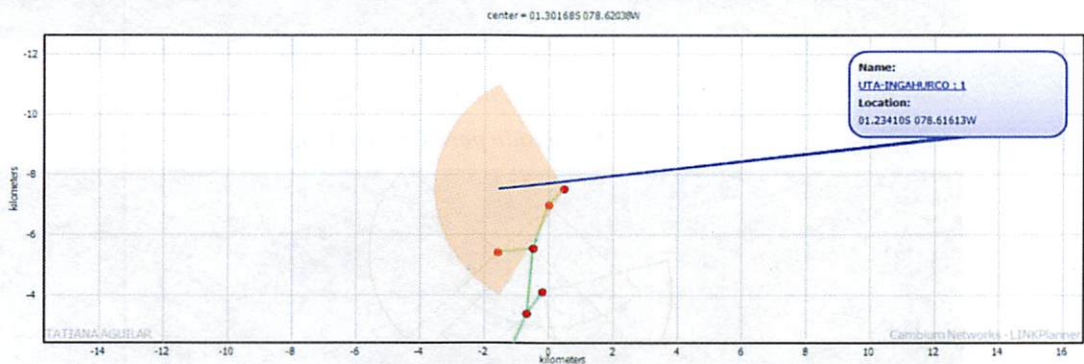


Figura 4. 68.- Área de cobertura de Ingahurco

Elaborado por: Tatiana Aguilar



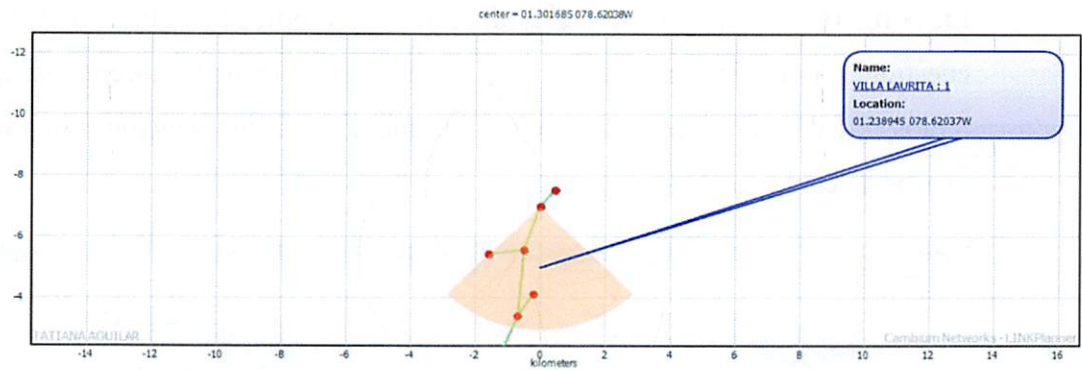


Figura 4. 69.- Área de cobertura de Villa LAURITA

Elaborado por: Tatiana Aguilar

En las figuras 4.70 y 4.71 se indica cómo se distribuye el enlace en Google Maps, ejemplificando de una manera más real en el terreno a cubrir.

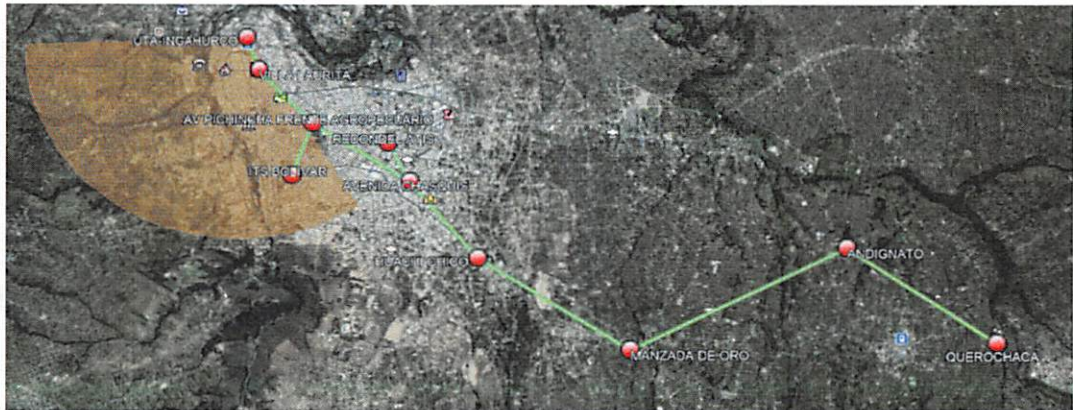


Figura 4. 70.- Nodo Ingahurco en Google Maps

Elaborado por: Tatiana Aguilar

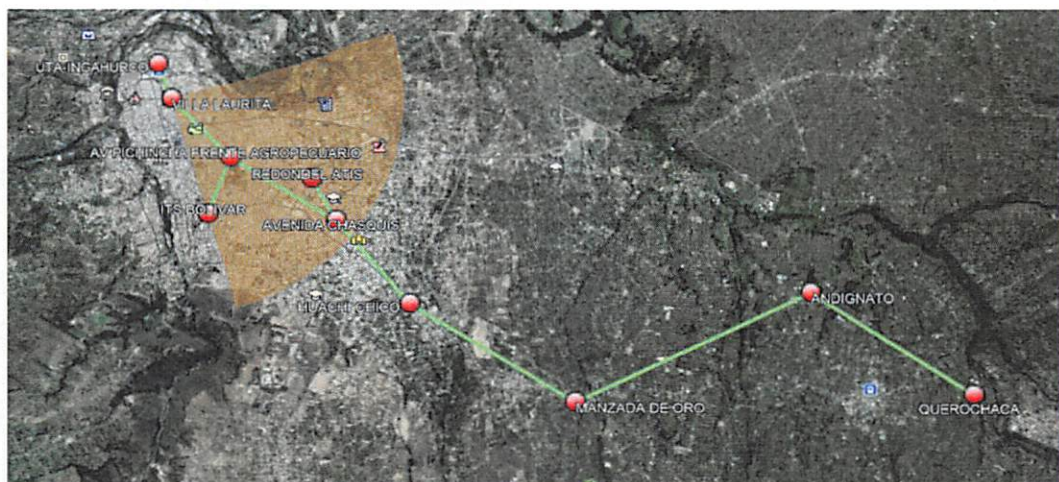


Figura 4. 71.- Nodo Villa LAURITA en Google Maps

Elaborado por: Tatiana Aguilar

#### 4.12 PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LOS ENLACES Y UNIDADES DE TRANSPORTE

Presupuesto de equipos a ubicarse en los puntos de:

- Villa LAURITA
- Av. Los Chasquis y Calle Río Oyacachi
- Av. Atahualpa y Calle Quiz Quiz
- Av. Víctor Hugo y Calle El Valle
- Huachi Chico - Calle Antonio Salas
- Manzana De Oro

Estos puntos cuentan con la colocación de torres y antenas ya instaladas, por lo que en la tabla 4.44 se detalla el presupuesto de los equipos.

*Tabla 4. 44.- Presupuesto de equipos de los puntos de repetición*

<b>EQUIPOS DE LOS PUNTOS DE REPETICIÓN</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
1.	Radio Base airMAX Rocket M5	6	\$ 140	\$ 840
2.	Antenas Sectoriales airMAX AM-5G16-120	6	\$ 70	\$ 420
3.	Soporte Rocket M5	6	\$ 10	\$ 60
4.	Batería	6	\$ 300	\$ 1800
5.	Panel Solar	6	\$ 120	\$ 720
6.	Controlador de carga Solar	6	\$ 40	\$ 240
7.	Inyector Poe	6	\$ 12	\$ 72
8.	Cable FTP	60 m	\$ 1	\$ 60
9.	Caja para exteriores 60x60x40	6	\$ 80	\$ 480
			<b>VALOR TOTAL</b>	<b>\$4692</b>

En la tabla 4.45 se detalla el valor de arrendamiento de la colocación de los equipos en la torre, analizando un presupuesto mensual y anual de los seis puntos de repetición.

*Tabla 4. 45.- Presupuesto de arrendamiento*

<b>ARRENDAMIENTO DEL ESPACIO</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total Mensual</b>
1.	Arrendamiento del Lugar	6	\$ 50	\$ 300
			<b>VALOR TOTAL 1 AÑO</b>	<b>\$3600</b>

Presupuesto de equipos a ubicarse en los puntos de:

- Av. Pichincha y Calle José García
- Andignato

Para los puntos mencionados se considera la instalación de torres o mástiles.

*Tabla 4. 46.- Presupuesto de equipos de los puntos de repetición*

<b>EQUIPOS DE LOS PUNTOS DE REPETICIÓN</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
1.	Radio Base airMAX Rocket M5	2	\$ 140	\$ 280
2.	Antenas Sectoriales airMAX AM-5G16-120	2	\$ 70	\$ 140
3.	Soporte Rocket M5	2	\$ 10	\$ 20
4.	Batería	2	\$ 300	\$ 600
5.	Panel Solar	2	\$ 120	\$ 240
6.	Controlador de carga Solar	2	\$ 40	\$ 80
7.	Inyector Poe	2	\$ 12	\$ 24
8.	Torre arriestrada 9m	1	\$ 820	\$ 820
9.	Mástil 5m	1	\$ 240	\$ 240
10	Luz de balizamiento	1	\$ 30	\$ 30

11	Pararrayo	1	\$ 180	\$ 180
12	Tierra de torre	1	\$ 120	\$ 120
13	Cable FTP	30 m	\$ 1	\$ 30
14	Caja para exteriores 60x60x40	2	\$ 80	\$ 160
			<b>VALOR TOTAL</b>	<b>\$ 2964</b>

Además, el arrendamiento de casetas donde se ubicarán los equipos se detalla en la tabla 4.47.

*Tabla 4. 47.- Presupuesto de arrendamiento*

<b>ARRENDAMIENTO DEL ESPACIO</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total Mensual</b>
1.	Arrendamiento del Lugar	2	\$ 100	\$ 200
			<b>VALOR TOTAL AÑO</b>	<b>\$2400</b>

Los puntos ubicados en el Campus de Ingahurco y Querochaca cuentan con todas las facilidades de acceso, torres instaladas y energía eléctrica para la instalación de los equipos de telecomunicaciones, en la tabla 4.48 se muestra el presupuesto referencial para estos puntos.

*Tabla 4. 48.- Presupuesto de equipos de los puntos de repetición*

<b>EQUIPOS DE LOS PUNTOS DE REPETICIÓN</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
1.	Radio Base airMAX Rocket M5	2	\$ 140	\$ 280
2.	Antenas Sectoriales airMAX AM-5G16-120	2	\$ 70	\$ 140
3.	Soporte Rocket M5	2	\$ 10	\$ 20



4.	Inyector Poe	2	\$ 12	\$ 24
5.	Cable FTP	20 m	\$ 1	\$ 20
6.	Caja para exteriores 60x60x40	2	\$ 80	\$ 160
			<b>VALOR TOTAL</b>	<b>\$ 644</b>

Para las unidades de transporte colectivo se toma en cuenta los siguientes equipos que se detalla en la tabla 4.49:

*Tabla 4. 49.- Presupuesto de equipos para la unidad de transporte*

<b>EQUIPOS PARA LA UNIDAD DE TRANSPORTE</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
1.	Radio Base airMAX Rocket M5	1	\$ 140	\$ 140
2.	Antenas Omnidireccionales airMAX AMO-2G13	1	\$ 120	\$ 120
3.	Inyector Poe	1	\$ 12	\$ 12
4.	Cable FTP	10 m	\$ 1	\$ 10
<b>SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA</b>				
5.	Cámara HIKVISION AE-VC123T-ITS	4	\$ 100	\$ 400
6.	DVR HIKVISION DS-MP 7504	1	\$ 600	\$ 600
7.	Aviation Conector	4	\$ 3,50	\$ 14
8.	Disco Duro SATA Western Digital 2.5" 2Tb	1	\$ 120	\$ 120
			<b>VALOR TOTAL</b>	<b>\$1416</b>

#### 4.13 PRESUPUESTO TOTAL

En la tabla 4.50 se detalla el presupuesto total para la implementación del sistema con el prototipo utilizando GSM de las once unidades de transporte.

*Tabla 4. 50.- Presupuesto total del prototipo*

<b>Presupuesto Total</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
1.	Presupuesto del prototipo	11	\$ 444,5	\$ 4889,5
<b>VALOR TOTAL</b>				<b>\$ 4889,5</b>

En la tabla 4.51 se detalla el presupuesto total para la implementación del sistema con el radioenlace de las once unidades de transporte.

*Tabla 4. 51.- Presupuesto total del sistema con el radio enlace*

<b>Presupuesto Total</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
1.	Presupuesto del Enlace de Radio.	1	\$ 8300	\$ 8300
2.	Presupuesto de equipos de la unidad de transporte y videovigilancia	11	\$1416	\$ 15576
<b>VALOR TOTAL</b>				<b>\$23876</b>

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- Se determinó que, la Universidad Técnica de Ambato cuenta con once unidades disponibles para los recorridos a los tres campus de lunes a viernes en distribución de siete unidades en las jornadas de 6h00 hasta las 15h00 y cuatro unidades hasta las 23h00. La información de las rutas se encuentra en la página oficial de la universidad pero no está actualizada, esto provoca que el estudiante pregunte al chofer a qué lugar se dirige antes de tomar la unidad. No posee un sistema de videovigilancia y solo cuenta con un rastreo satelital rentado por una empresa privada que brinda escasa información al administrador. El sistema de seguridad es un botón de pánico que no en todas las unidades se encuentran operativas y el tiempo de respuesta es alto por lo que en caso de emergencias no hay un apoyo inmediato.
- La tecnología 3G es óptima para la conexión de banda ancha móvil porque ofrece fiabilidad y un ancho de banda de hasta 384 Kbps. El módulo GPS Ublox 6M es una excelente alternativa de precisión, portable y de bajo costo. El router 3G/4G TL-MR3420 es compatible con la tecnología 3G que garantiza el acceso continuo de internet, considerando que en las pruebas de funcionamiento realizadas se obtuvo un control de ancho de banda eficiente.
- El prototipo desarrollado para el monitoreo y videovigilancia de las unidades de transporte colectivo de la Universidad Técnica de Ambato se lo implementa

físicamente en la unidad N°10 durante el recorrido del campus Ingahurco al campus Huachi y viceversa. La visualización de datos se dividió en dos partes, la primera orientada a los estudiantes y personal de la institución donde a través de la página web se indica información de los recorridos. La localización accede a la posición actual de la unidad, aviso de paradas cercanas, información de los conductores y los tiempos de espera en las paradas establecidas. La segunda parte es dirigida al administrador con los mismos servicios del estudiante y el sistema de videovigilancia para recibir video en tiempo real. Para una situación de emergencia el botón de pánico tiene la finalidad de genera una alerta instantánea al correo institucional del administrador y enviar las coordenadas de la unidad, de esta manera el sistema implementado permite una respuesta rápida y eficiente.

- La aplicación móvil descargable de la tienda Aptoide permite que la comunidad universitaria tenga alcance a la información de recorridos y localización de las unidades de transporte colectivo con gran facilidad.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Para el correcto arranque del módulo GPS se recomienda realizarlo en un ambiente abierto porque el módulo necesita recibir señal de al menos cuatro satélites para poder generar datos de latitud y longitud.
- Se recomienda asignar un puerto de comunicaciones dedicado y abierto para poder acceder a la cámara IP sin complicaciones desde internet, esto es importante debido a que la mayoría de fabricantes utilizan este método para acceder a los diferentes servicios que ofertan.
- Se recomienda conectar el prototipo directamente a la batería de la unidad, ya que cuenta con un sistema de potencia independiente que permite seguir enviando información, aun cuando el vehículo se haya apagado, siempre y cuando el conductor tenga encendido el sistema.
- En la infraestructura de los enlaces utilizar una batería que soporte desvanecimiento profundo, es decir, pueden quedarse casi en cero voltios y sin



energía que una vez que se vuelven a cargar se recupera automáticamente su condición normal de funcionamiento.

- Para futuros trabajos profundizar en el análisis de requerimientos para la implementación de los enlaces de radio, con el fin de contar con un sistema propio que brinde servicios de internet a las unidades de transporte de la Universidad Técnica de Ambato.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. T. Sánchez, “CALIDAD DEL SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE CUENCA,” *Universidad Politécnica Salesiana*, 2017. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14263/1/UPS-CT007011.pdf?fbclid=IwAR1XtLMXux6-MQambdSMVHb0lRTemVKWici4O0WIJKCuOSXJJqNB8kgmD2o>. [Accessed: 18-Feb-2019].
- [2] I. Race, “Transporte público en Europa,” 2010. [Online]. Available: <http://www.copsoq.istas21.net/web/abreenlace.asp?idenlace=8737>.
- [3] J. Roberto, R. Orán-roque, and J. R. Calderón-maya, “Un análisis sobre el sistema de transporte público en la Zona Metropolitana de Cancún ( ZMC ), México 2016 The Public Transportation System in the Metropolitan Zone of Cancun ( ZMC ), Mexico 2016,” 2017. [Online]. Available: <https://quivera.uaemex.mx/article/download/9755/8069/>.
- [4] P. Alzamora and A. Bautista, “Control y monitorización del recorrido de los buses de transporte público mediante tecnología gps y gsm.,” 2010. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2356/14/UPS-GT000128.pdf>.
- [5] J. A. S. Mejia, A. A. O. Gutierrez, and S. E. Mejia, “Technological web platform for integrated public transport system (SITP) of the West Center Metropolitan Area in Colombia,” *CHILECON 2015 - 2015 IEEE Chil. Conf. Electr. Electron. Eng. Inf. Commun. Technol. Proc. IEEE Chilecon 2015*, pp. 763–770, 2016.
- [6] D. E. L. Sr *et al.*, “DISEÑO DEL SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA Y SEGURIDAD PARA EL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE URBANO DE LA CIUDAD DE LOJA (SITU),” 2012. [Online]. Available: [http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10903/1/VeintimillaOcampo%2C Paula Juliana.pdf](http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10903/1/VeintimillaOcampo%2C%20Paula%20Juliana.pdf).
- [7] F. R. Soriano, J. J. Samper, J. J. Martinez, R. V. Cirilo, and E. Carrillo, “Smart cities technologies applied to sustainable transport. Open data management,” *2016 8th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS)*, Apr-2016. [Online]. Available:

<http://ieeexplore.ieee.org/document/7520155/>. [Accessed: 18-Feb-2019].

- [8] L. Barba-guamán and P. A. Quezada-sarmiento, “Simulación de contador de personas para buses de servicio público de Loja con concepto IoT aplicando el algoritmo de Viola-Jones Simulation of people counter for public service buses,” pp. 1–6, 2017.
- [9] DOMODESK and I. y C. Todo En Domotica, “A FONDO: ¿Qué es IoT (el Internet de las Cosas)?,” 2018. [Online]. Available: <https://www.domodesk.com/221-a-fondo-que-es-iot-el-internet-de-las-cosas.html>. [Accessed: 18-Feb-2019].
- [10] Víctor Ventura, “Qué es la Internet de las Cosas (IoT) - polaridad.es,” 2, 20017. [Online]. Available: <https://polaridad.es/que-es-internet-de-las-cosas-iot/>. [Accessed: 18-Feb-2019].
- [11] C. D. E. Evaluación and Y. A. D. E. La, “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENTRENADOR DE MICROCONTROLADORES PARA COMUNICACIÓN VÍA RED CELULAR,” 1993. [Online]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/615/1/UNACH-EC-IET-2015-0008.pdf>.
- [12] A. Barberá, “Arquitectura De Referencia En El Internet of Things,” *Sunqu*, 2016. [Online]. Available: <https://www.zemsania.com/recursos-zemsania/whitepapers/DTS/arquitecturaIoT.pdf>.
- [13] Jesús María Sesma Solance, “Network Connected Devices (Internet of Things): Riesgos (parte 2, Final),” *1-12*, 2015. [Online]. Available: <https://blogs.deusto.es/master-informatica/network-connected-devices-internet-of-things-riesgos-parte-2-final/>. [Accessed: 18-Feb-2019].
- [14] S. Lucero, “IoT platforms: enabling the Internet of Things,” *Ihs*, 2016. [Online]. Available: <https://cdn.ihs.com/www/pdf/enabling-IOT.pdf>.
- [15] L. Felipe and H. Correa, “Estudio Del Impacto De Ieee802.11N Sobre Las Redes Wireless En El Perú Tesis Para Optar El Título De Ingeniero De Las Telecomunicaciones Pontificia Universidad Católica Del Perú Facultad De Ciencias E Ingeniería,” 2007. [Online]. Available: [https://www.academia.edu/attachments/41254728/download\\_file?st=MTU1Nj](https://www.academia.edu/attachments/41254728/download_file?st=MTU1Nj)

MyMzA1MywxODYuNzEuMjEwLjE0OCwyMTIyOTc1Mg%3D%3D&s=sw  
p-toolbar&ct=MTU1NjMyMzA1NCwxNTU2MzIzMDU3LDIxMjI5NzUy.

- [16] P. Rios, "Simulacion y Evaluacion de Redes Wifi mediante la Plataforma OPNET," *Biomass Chem Eng*, 2015. [Online]. Available: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3269/1/T-UCSG-POS-MTEL-35.pdf>.
- [17] A. G. Pérez, "ESTUDIO SOBRE TECNOLOGÍAS DE RED INALÁMBRICAS DE ÁREA PERSONAL. INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y MONITORIZACIÓN DE UNA RED ZIGBEE," 2017. [Online]. Available: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/12021/396458.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [18] M. C. S. Monica and R. Najera, "CUADRO COMPARATIVO DEL ESTANDAR 802.11," vol. 1, p. 12, 2016.
- [19] S. S. R. Ahamed, "Review and Analysis of Local Multipoint Distribution System (LMDS) to Deliver Voice, Data, Internet, and Video Services," 2010. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1001.4184>.
- [20] D. D. C. CONDORI and C. A. SUARES, "UNIVERSIDAD DE AQUINO BOLIVIA" FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA lmds-y-mmms." [Online]. Available: <https://ingetelecom.files.wordpress.com/2007/08/lmds-y-mmms.docx>.
- [21] A. Peña, Joan Domingo Gámiz Caro, Juan Grau i Saltes, "Diseño de un sistema de radioenlace para comunicaciones en el ámbito industrial," *Comunicaciones en el entorno industrial*, 2003. [Online]. Available: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/81906/6/ggonzalezme neTFG0618memoria.pdf>.
- [22] JOSÉ LUIS MARTÍNEZ, "PRORED | ¿Qué es un radioenlace? · Origen y Funcionamiento," *www.prored.es*, 2017. [Online]. Available: <https://www.prored.es/blog/radio-enlace/que-es-un-radioenlace/>. [Accessed: 13-Mar-2019].
- [23] I. De, T. Del, and S. Fijo, "Radiación y Radiocomunicación," *Universidad de*



- Sevilla, 2008. [Online]. Available: <https://personal.us.es/murillo/docente/radio/documentos/tema8.pdf>.
- [24] B. S. N. Segovia, “SISTEMA DE TELECONTROL Y ORIENTACION REMOTA DE ANTENAS DIRECCIONALES PUNTO A PUNTO,” *Universidad Tecnica De Ambato*, 2019. [Online]. Available: <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/29252>.
- [25] T. Valenzuela, “DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIDEO-VIGILANCIA INALÁMBRICO PARA LA CIUDAD DE CAYAMBE PROYECTO,” *ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL*, 2016. [Online]. Available: <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/29252>.
- [26] J. T. T. Cortés, “Modelos de propagación.” [Online]. Available: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lem/soriano\\_m\\_jc/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/soriano_m_jc/capitulo2.pdf). [Accessed: 26-Apr-2019].
- [27] J. M. Huidrobo, *COMUNICACIONES MOVILES*, Primera. Mexico, 2012.
- [28] Francisco Molina, “Cálculos primera zona de fresnel - Francisco Molina,” 2018. [Online]. Available: <https://www.franciscomolina.cl/calculos-primera-zona-de-fresnel/>. [Accessed: 13-Mar-2019].
- [29] Francisco Ramos, “Pérdidas en obstáculos | Radioenlaces,” 2018. [Online]. Available: <http://www.radioenlaces.es/articulos/pérdidas-en-obstaculos/>. [Accessed: 18-Mar-2019].
- [30] [Http://rfelektronik.se/](http://rfelektronik.se/), “Coaxial Cable Attenuation Charts A compilation of some of the most common coaxial cable attenuations . Nominal attenuation of 30 . 5 metres ( 100ft ) RF Elektronik Coaxial Cable Attenuation Charts Attenuation of Coaxial Transmission Lines in the VHF / UHF,” 2018. [Online]. Available: [http://rfelektronik.se/manuals/Datasheets/Coaxial\\_Cable\\_Attenuation\\_Chart.pdf](http://rfelektronik.se/manuals/Datasheets/Coaxial_Cable_Attenuation_Chart.pdf).
- [31] W. Tomasi, I. Gloria, M. Hernández, I. Virgilio, and G. Pozo, *Sistemas de comunicaciones opticas*. 2003.
- [32] Wireless Solution MEXICO, “Tipos de Antenas y Funcionamiento,” 2018.

- [Online]. Available: [https://www.wni.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=31:general&id=62:antenasporte&Itemid=79](https://www.wni.mx/index.php?option=com_content&view=article&catid=31:general&id=62:antenasporte&Itemid=79). [Accessed: 13-Mar-2019].
- [33] Angélica Cárcamo, “¿Qué tipos de antenas existen? (III) – Radios Libres,” 2014. [Online]. Available: <https://radioslibres.net/20-que-tipos-de-antenas-existen/>. [Accessed: 18-Mar-2019].
- [34] J. C. López Rodríguez, “Estructura, Funcionamiento y aplicaciones de las cámaras IP,” 2007. [Online]. Available: <http://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/handle/123456789/11211?show=full>.
- [35] Nosteal, “Cámaras de Seguridad para el Transporte Público o de Pasajeros,” 2018. [Online]. Available: <http://nosteal.cl/services-view/camaras-seguridad-transporte-publico/>. [Accessed: 13-Mar-2019].
- [36] Comaxnet, “¿Que es una Camara IP? ~ Comaxnet,” 2018. [Online]. Available: <http://comaxnet-seguritech.blogspot.com/2009/11/que-es-una-camara-ip.html>. [Accessed: 13-Mar-2019].
- [37] Digilogics Productos Soluciones Prensa Contacto and TRANSPORTE, “Digilogics | Transporte,” 2018. [Online]. Available: <http://www.digilogics.com.mx/soluciones/transporte/>. [Accessed: 13-Mar-2019].
- [38] Noticias, “Cámaras en los buses para cuatro fines principales: Vigilancia, seguridad, formación y humor televisivo.” [Online]. Available: <http://busurbano.blogspot.com/2013/12/camaras-en-los-buses-para-cuatro-fines-principales-vigilancia-seguridad-docemcia-humor.html>. [Accessed: 13-Mar-2019].
- [39] Dr Hector Torres, “GPS Ublox: NEO-6M módulo GPS con MATLAB.” [Online]. Available: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/gps-ublox-neo-6m-módulo-con-matlab/>. [Accessed: 18-Mar-2019].
- [40] “UART GPS NEO-6M (B) - Waveshare Wiki.” [Online]. Available: [https://www.waveshare.com/wiki/UART\\_GPS\\_NEO-6M\\_\(B\)](https://www.waveshare.com/wiki/UART_GPS_NEO-6M_(B)). [Accessed: 18-Mar-2019].

- [41] www.industrialshields.com, “Raspberry PI Model 3 B+ | Arduino based PLC Controller for Industrial Applications by Industrial Shields.” [Online]. Available: [https://www.industrialshields.com/es\\_ES/shop/product/1373331-raspberry-pi-model-3-b-474](https://www.industrialshields.com/es_ES/shop/product/1373331-raspberry-pi-model-3-b-474). [Accessed: 23-Mar-2019].
- [42] J. Pilatuña, “Diseño E Implementación De Un Sistema De Seguridad Electrónica Y Desarrollo De Una Hmi Para Monitorear Las Instalaciones De La Planta Chova Del Ecuador Proyecto,” *Estudio de Factibilidad para la creación de una operadora de ecoturismo en la ciudad de Otavalo*, 2008. [Online]. Available: <file:///C:/Users/HOGAR/Downloads/CD-2042.pdf>.
- [43] www.tecnoseguro.com, “Estructura de una Central de Monitoreo de Alarmas: Topología y tendencias.” [Online]. Available: <https://www.tecnoseguro.com/tutoriales/alarma/estructura-de-una-central-de-monitoreo-de-alarmas-topologia-y-tendencias>. [Accessed: 23-Mar-2019].
- [44] www.branner.cl, “Cámaras para autos y Autobuses | Cámaras de Seguridad - Branner,” 2018. [Online]. Available: <https://www.branner.cl/cctv/camaras-de-seguridad/camaras-para-autos/>. [Accessed: 11-Apr-2019].
- [45] Claudemir Martins, “Bitrate para cámaras IPs – entienda como funciona – Aprenda CCTV,” *aprendacctv.com*. [Online]. Available: <http://aprendacctv.com/bitrate-para-camaras-ips-entienda-como-funciona/>. [Accessed: 17-Apr-2019].
- [46] U. P. D. E. Valencia and I. T. T. S. De Telecomunicación, ““ Estudio y análisis de las herramientas para el cálculo de cobertura radioeléctrica Linkplanner , RadioGis y Xirio online ,”” 2013. [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/32413/Memoria.pdf?sequence=1>.
- [47] Cambium Networks, “Cambium LINKPlanner User Guide.” [Online]. Available: <http://unidata.com.ua/epmp/add/files/LINKplanner-4.5.3/link-planner-user-guide-4.5.3.pdf>.

## ANEXOS ANEXO A

### CONVENIO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
RECTORADO



#### CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL DE TRANSPORTE ESTUDIANTIL ENTRE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO Y LA COOPERATIVA "FURGO AMBATO"

En la ciudad de Ambato, hoy día martes veinte y cuatro de julio de dos mil siete, comparecen de manera libre y voluntaria : por una parte la Universidad Técnica de Ambato representada por su Rector Ing. Luis Amoroso Mora, institución a la que en adelante se le podrá llamar LA UNIVERSIDAD ; y, por otra parte la Cooperativa de Transporte Estudiantil "Furgo Ambato" representada por los señores Rodrigo Real y señor Hernán Constante en calidad de Presidente y Gerente respectivamente; a quienes en adelante se les podrá llamar LA COOPERATIVA, con el objeto de suscribir el presente CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL, de conformidad con las cláusulas que se señalan mas adelante. Los comparecientes son hábiles según la ley para contratar y por lo mismo para contraer obligaciones

**PRIMERA:- ANTECEDENTES:** La Universidad Técnica de Ambato es una Institución de Educación Superior de derecho público que para el cumplimiento de su misión y objetivos, su Administración ha considerado la necesidad de establecer alianzas estratégicas con distintas instituciones públicas y privadas de la localidad, que le permitan ir solventando sus necesidades a corto, mediano y largo plazo; la Cooperativa de Transporte Estudiantil "Furgo Ambato" tiene como objeto social brindar servicio de transporte estudiantil con sus unidades automotrices, las mismas que han sido calificadas por las Autoridades respectivas para ofertar este servicio de transporte de pasajeros.

**SEGUNDA:- OBJETO:** Con los antecedentes expuestos los comparecientes por los derechos que representan tienen a bien instituir, como en efecto instituyen, el sistema de colaboración interinstitucional que se regirá por las disposiciones de este convenio, a cuyo efecto establecen las siguientes condiciones y procedimientos:

- a) La Cooperativa proporcionará las unidades de transporte que sean necesarias para el traslado estudiantil, siendo que el costo de dicho servicio será directamente cubierto por los estudiantes de la UTA, al hacer uso del mismo.
- b) La Cooperativa se compromete a proporcionar el transporte estudiantil desde los Predios Universitarios de Huachi y de Ingahurco, garantizando normas de seguridad por la integridad física de los estudiantes de la Universidad que hagan uso del mismo; así como también garantizando el respectivo seguro por accidentes de tránsito, conforme así lo señala la Ley de Tránsito y de Transporte Terrestre.
- c) La Cooperativa en coordinación con la UTA se compromete en señalar la ruta para poder dar un mejor servicio de transportación.
- d) La Cooperativa se compromete cumplir con el siguiente horario de 19H00 hasta 22H30. Las partidas serán simultáneamente tanto de Huachi como de Ingahurco.
- e) El mantenimiento y cuidado de las unidades de transporte estará a cargo de la Cooperativa "Furgo Ambato".
- f) En caso de que la Cooperativa durante la prestación de sus servicios demostrare negligencias o abandonare injustificadamente sus servicios por más de dos días consecutivos, la Universidad unilateralmente podrá declarar terminado el respectivo convenio.

COLA INGAHURCO Av. COLOMBIA entre CHILE y SALVADOR TEL: 03-2420 461 / 03-2421 084 e-mail: lamoroso@uta.edu.ec

Figura A. 1.- Convenio de la cooperativa "Furgo Ambato" con la UTA



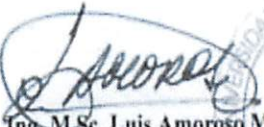
**TERCERA.- PLAZO:** El presente convenio regirá entre las partes por el plazo de dos años a contarse de la presente fecha. -

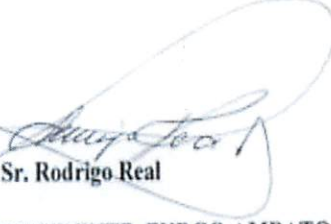
**CUARTA.- ACLARACIÓN:** Se aclara que la Universidad no asume responsabilidad alguna por el costo del servicio materia de este convenio, así como tampoco de indemnizaciones civiles que se puedan originar como consecuencia de accidentes de tránsito de las unidades de la Cooperativa, en el cumplimiento y ejecución del presente convenio, pues aquello es y será de responsabilidad de la Cooperativa como queda señalado en la cláusula segunda, literal b) del presente convenio.


**QUINTA.- AUTORIZACIONES:** Las partes intervinientes, por la ejecución del presente convenio deberán obtener la aprobación del mismo por parte de los respectivos órganos de Gobierno y autorizaciones pertinentes, y sus representantes legales para la ejecución del presente convenio.

**SEXTA: ACEPTACION:** Las partes se comprometen y declaran estar de acuerdo con las cláusulas que anteceden y en caso de controversias se sujetan al trámite verbal sumario y a los jueces competentes del Cantón Ambato.

Para constancia firman en unidad de acto en original y tres copias de igual valor y tenor.

  
Ing. M.Sc. Luis Amoroso Mora  
RECTOR UTA

  
Sr. Rodrigo Real  
PRESIDENTE FURGO AMBATO

  
Sr. Hernán Constante  
GERENTE FURGO AMBATO



  


Figura A. 2.- Convenio de la cooperativa "Furgo Ambato" con la UTA



## ANEXO B

### RECORRIDO DE LAS 11 UNIDADES

RECORRIDO 1			
SALIDA	LLEGADA	TIEMPO ESTIMAD	RECORRIDO
6:00	6:20	0:20	HUACHI - IZAMBA
6:20	6:50	0:30	IZAMBA: PEDRO VASCONEZ - SOCAYÓN - UNIDAD NACIONAL - REDONDEL DE CUMANDA- AV. EL REY -QUIZ QUIZ - PICHINCHA - HUACHI.
6:50	7:30	0:40	TIEMPO DE ESPERA EN CAMPUS HUACHI
7:30	8:00	0:30	CAMPUS HUACHI - LOS CHASQUIS -PASO LATERAL -CEVALLOS QUEROCHACA
8:00	8:05	0:05	TIEMPO DE ESPERA EN CAMPUS QUEROCHACA
8:05	8:35	0:30	CAMPUS QUEROCHACA: CEVALLOS - PASO LATERAL - CHASQUIS CAMPUS HUACHI
8:35	9:35	1:00	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
9:35	10:00	0:25	CAMPUS HUACHI - LOS CHASQUIS - PICHINCHA- QUIZ QUIZ - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
10:00	10:05	0:05	CAMPUS INGAHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
10:05	10:30	0:25	INGAHURCO: REDONDEL DE CUMANDA - AV. EL REY - PADRES JOSEFINOS - PICHINCHA - LOS CHASQUIS - HUACHI
10:30	10:35	0:05	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A USUARIOS
10:35	11:00	0:25	CAMPUS HUACHI - LOS CHASQUIS - PICHINCHA- QUIZ QUIZ - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO.
11:00	12:00	1:00	ALMUERZO
12:00	12:05	0:05	CAMPUS INGAHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
12:05	12:30	0:25	CAMPUS INGAHURCO - REDONDEL DE CUMANDA- AV. EL REY- PADRES JOSEFINOS- PICHINCHA- LOS CHAQUIS- CAMPUS HUACHI
12:30	12:35	0:05	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
12:35	13:00	0:25	CAMPUS HUACHI - LOS CHASQUIS - PICHINCHA- QUIZ QUIZ - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
13:00	13:30	0:30	CAMPUS INGAHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
13:30	14:00	0:30	CAMPUS INGAHURCO: REDONDEL DE CUMANDA - AV. EL REY - PADRES JOSEFINOS - PICHINCHA - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI.
14:00	14:05	0:05	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
14:05	14:30	0:25	CAMPUS HUACHI - LOS CHASQUIS - PICHINCHA- QUIZ QUIZ - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
14:30	14:35	0:05	CAMPUS INGAHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
14:35	15:00	0:25	CAMPUS INGAHURCO - REDONDEL DE CUMANDA- AV. EL REY- PADRES JOSEFINOS- PICHINCHA- LOS CHAQUIS- CAMPUS HUACHI
HORAS DE TRABAJO		8:00	

*Figura B. 1.- Itinerario del Recorrido 1*



RECORRIDO 2			
SALIDA	LLEGADA	TIEMPO ESTIMADO	RECORRIDO
15:00	15:10	0:10	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
15:10	15:30	0:20	CAMPUS HUACHI: LOS CHASQUIS - PICHINCHA - QUIZ QUIZ- AV. EL REY - CAMPUS INGACHURCO.
15:30	16:00	0:30	CAMPUS INGACHURCO - 12 DE NOVIEMBRE - 13 DE ABRIL - AV ATAHUALPA - RIO CUTUCHI - CAMPUS HUACHI
16:00	16:30	0:30	CAMPUS HUACHI: LOS CHASQUIS - PICHINCHA - QUIZ QUIZ- AV. EL REY - CAMPUS INGACHURCO.
16:30	17:00	0:30	CAMPUS INGACHURCO - 12 DE NOVIEMBRE - 13 DE ABRIL - AV ATAHUALPA - RIO CUTUCHI - CAMPUS HUACHI
17:00	17:30	0:30	CAMPUS HUACHI: LOS CHASQUIS - PICHINCHA - QUIZ QUIZ- AV. EL REY - CAMPUS INGACHURCO.
17:30	17:35	0:05	CAMPUS INGACHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTE
17:35	18:00	0:25	CAMPUS INGACHURCO - 12 DE NOVIEMBRE - 13 DE ABRIL - AV ATAHUALPA - RIO CUTUCHI - CAMPUS HUACHI
18:00	18:05	0:05	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
18:05	18:30	0:25	CAMPUS HUACHI: LOS CHASQUIS - PICHINCHA - QUIZ QUIZ- AV. EL REY - CAMPUS INGACHURCO.
18:30	18:35	0:05	CAMPUS INGACHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTE
18:35	19:05	0:30	CAMPUS INGACHURCO: AV. LAS AMERICAS - AV. EL REY - PARQUE SUCRE - QUIZ QUIZ - PLAZA DE TOROS - ANTONIO CLAVIJO - RODRIGO VELA - JORGE CLAVIJO - AV. ATAHUALPA - RIO CUTUCHI - CAMPUS HUACHI.
19:05	19:10	0:05	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
19:10	19:40	0:30	CAMPUS HUACHI: LOS CHASQUIS - PICHINCHA - QUIZ QUIZ- AV. EL REY - CAMPUS INGACHURCO.
19:40	20:10	0:30	CAMPUS INGACHURCO: REDONDEL DE CUMANDA - PARQUE 12 - 13 DE ABRIL -RIO CUTUCHI - CAMPUS HUACHI
20:10	20:40	0:30	CAMPUS HUACHI: LOS CHASQUIS - PICHINCHA - QUIZ QUIZ- AV. EL REY - CAMPUS INGACHURCO.
20:40	21:10	0:30	CAMPUS INGACHURCO: TIEMPO DE ESPERA ESTUDIANTES
21:10	21:40	0:30	CAMPUS INGACHURCO: REDONDEL DE CUMANDA - PARQUE 12 - 13 DE ABRIL -RIO CUTUCHI - CAMPUS HUACHI
21:40	22:00	0:20	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA ESTUDIANTES
22:00	22:35	0:35	CAMPUS HUACHI: LOS CHASQUIS - ESTADIO BELLAVISTA- AV. EL REY- AV. LAS AMERICAS - IZAMBA.
22:35	23:00	0:25	IZAMBA: AV. PEDRO VASCONES -SOCAVÓN- AV. 12 DE NOVIEMBRE - PARQUE SUCRE - PICHINCHA- LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI
HORAS DE TRABAJO		8:00	

Figura B. 2.- Itinerario del Recorrido 2



RECORRIDO 3			
SALIDA	LLEGADA	TIEMPO ESTIMADO	RECORRIDO
6:00	6:24	0:24	CAMPUS HUACHI - AV. LOS CHASQUIS - AV. EL REY - AV. LAS AMERICAS - IZAMBA
6:24	6:50	0:26	IZAMBA - PEDRO VASCONEZ - SOCAVON - GONZALES SUAREZ - REDONDEL DE CUMANDA - AV. EL REY - AV. CORAZON - AV. BOLIVARIANA - AV. VICTOR HUGO - CAMPUS HUACHI
6:50	7:15	0:25	CAMPUS HUACHI - LOS CHASQUIS - PICHINCHA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
7:15	8:00	0:45	CAMPUS INGAHURCO - REDONDEL DE CUMANDA - AV. EL REY - PADRES JOSEFINOS - PICHINCHA - CHASQUIS - CAMPUS HUACHI - PASO LATERAL - CEVALLOS - CAMPUS QUEROCHACA
8:00	8:15	0:15	CAMPUS QUEROCHACA: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
8:15	9:00	0:45	CAMPUS QUEROCHACA: CEVALLOS - PASO LATERAL - CAMPUS HUACHI - LOS CHASQUIS - PICHINCHA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
9:00	9:15	0:15	CAMPUS INGAHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
9:15	10:00	0:45	CAMPUS INGAHURCO: REDONDEL DE CUMANDA - AV. EL REY - PADRES JOSEFINOS - PICHINCHA - CHASQUIS - CAMPUS HUACHI - JDURANB CÁRDENAS - PASO LATERAL - CEVALLOS - CAMPUS QUEROCHACA
10:00	10:30	0:30	CAMPUS QUEROCHACA: TIEMPO DE ESPERA A USUARIOS A ESTUDIANTES
10:30	11:15	0:45	CAMPUS QUEROCHACA: CEVALLOS - REDONDEL DE HUACHI - JULIO JARAMILLO - CAMPUS HUACHI - PICHINCHA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
11:15	11:20	0:05	CAMPUS INGAHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
11:20	11:50	0:30	CAMPUS INGAHURCO: REDONDEL DE CUMANDA - AV. 12 DE NOVIEMBRE - PARQUE SUCRE - PADRE JOSEFINOS - PICHINCHA - CHASQUIS - CAMPUS HUACHI
11:50	12:10	0:20	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
12:10	12:30	0:20	CAMPUS HUACHI: LOS CHASQUIS - PICHINCHA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
12:30	12:35	0:05	CAMPUS INGAHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
12:35	13:00	0:25	CAMPUS INGAHURCO: REDONDEL DE CUMANDA - AV. 12 DE NOVIEMBRE - PARQUE SUCRE - PADRE JOSEFINOS - PICHINCHA - CHASQUIS - CAMPUS HUACHI
13:00	13:10	0:10	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
13:10	13:40	0:30	CAMPUS HUACHI: MAYORISTA - AV. BOLIVARIANA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
13:40	14:00	0:20	CAMPUS INGAHURCO: REDONDEL DE CUMANDA - AV. EL REY - PADRES JOSEFINOS - PICHINCHA - CHASQUIS - CAMPUS HUACHI
14:00	15:00	1:00	ALMUERZO
HORAS DE TRABAJO		8:00	

Figura B. 3.- Itinerario del Recorrido 3

RECORRIDO 4			
SALIDA	LLEGADA	TIEMPO ESTIMADO	RECORRIDO
15:00	15:05	0:05	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
15:05	15:30	0:25	CAMPUS HUACHI : AV. ATAHUALPA - 13 DE ABRIL- PARQUE 12- AV 12 DE NOVIEMBRE - CAMPUS INGACHURCO
15:30	15:35	0:05	CAMPUS INGACHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
15:35	16:20	0:45	CAMPUS INGACHURCO: REDONDEL DE CUMANDA - AV. EL REY- PADRES JOSEFINOS - PICHINCHA - LOS CHASQUIS - DURÁN CÁRDENAS - PASO LATERAL - CEVALLOS - CAMPUS QUEROCHACA.
16:20	17:10	0:50	CAMPUS QUEROCHACA: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
17:10	18:00	0:50	CAMPUS QUEROCHACA - CEVALLOS - HUACHI EL BELEN - ANIBAL GRANJA - DURAN CARDENAS- LOS CHAQUIS - PICHINCHA- AV. EL REY - CAMPUS INGACHURCO
18:00	18:35	0:35	CAMPUS INGACHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
18:35	19:05	0:30	CAMPUS INGACHURCO: AV. LAS AMERICAS - 12 DE NOVIEMBRE- PARQUE SUCRE- PICHINCHA- CAMPUS HUACHI.
19:05	19:10	0:05	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
19:10	19:35	0:25	CAMPUS HUACHI: AV. ATAHUALPA- PARQUE 12 DE NOVIEMBRE - INGACHURCO.
19:35	20:00	0:25	CAMPUS INGACHURCO: AV 12 DE NOVIEMBRE - 13 DE ABRIL - AV. ATAHUALPA - RIO CUTUCHI - CAMPUS HUACHI
20:00	21:00	1:00	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
21:00	21:30	0:30	CAMPUS HUACHI: AV. ATAHUALPA- PARQUE 12 DE NOVIEMBRE - AV. 12 DE NOVIEMBRE - CAMPUS INGACHURCO (RECOGER A PASAJEROS FRENTE A LA FACULTAS DE JURISPRUDENCIA)
21:30	22:00	0:30	CAMPUS INGACHURCO: REDONDEL DE CUMANDA- AV. EL REY - PADRES JOSEFINOS - PICHINCHA- CAMPUS HUACHI.
22:00	22:30	0:30	CAMPUS HUACHI: AV. ATAHUALPA- PARQUE 12 DE NOVIEMBRE - AV. 12 DE NOVIEMBRE - CAMPUS INGACHURCO
22:30	23:00	0:30	CAMPUS INGACHURCO: REDONDEL DE CUMANDA- AV. EL REY - PARQUE SUCRE - PADRES JOSEFINOS - PICHINCHA- CAMPUS HUACHI.
HORAS DE TRABAJO		8:00	

Figura B. 4.- Itinerario del Recorrido 4



RECORRIDO 5			
SALIDA	LLEGADA	TIEMPO ESTIMADO	RECORRIDO
6:30	6:40	0:10	CAMPUS HUACHI : LOS CHASQUIS- AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
6:40	7:30	0:50	CAMPUS INGAHURCO: GONZALES SUAREZ- AV. EL REY- CORAZON - AV. BOLIVARIANA- REDONDEL MAYORISTA - TERREMOTO - AMABLE ORTIZ- HUACHI GRANDE - CEVALLOS - CAMPUS QUEROCHACA.
7:30	8:20	0:50	CAMPUS QUEROCHACA: CEVALLOS - HUACHI CHICO - AV. ATAHUALPA - PARQUE 12 DE NOVIEMBRE - AV. 12 DE NOVIEMBRE - CAMPUS INGAHURCO
8:20	8:45	0:25	CAMPUS INGAHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
8:45	9:30	0:45	CAMPUS INGAHURCO: REDONDEL DE CUMANDA - 12 DE NOVIEMBRE- 13 DE ABRIL - AV. ATAHUALPA - HUACHI GRANDE- CEVALLOS - CAMPUS QUEROCHACA
9:30	10:30	1:00	CAMPUS QUEROCHACA: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
10:30	11:10	0:40	CAMPUS QUEROCHACA: CEVALLOS - HUACHI CHICO - AV. ATAHUALPA - PARQUE 12 DE NOVIEMBRE - AV. 12 DE NOVIEMBRE - CAMPUS INGAHURCO
11:10	11:15	0:05	CAMPUS INGAHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
11:15	12:00	0:45	CAMPUS INGAHURCO: REDONDEL DE CUMANDA - 12 DE NOVIEMBRE- 13 DE ABRIL - AV. ATAHUALPA - HUACHI GRANDE- CEVALLOS - CAMPUS QUEROCHACA
12:00	13:00	1:00	ALMUERZO
13:00	13:35	0:35	CAMPUS QUEROCHACA: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
13:35	14:05	0:30	CAMPUS QUEROCHACA: CEVALLOS - HUACHI CHICO - AV. ATAHUALPA - CAMPUS HUACHI
14:05	14:35	0:30	CAMPUS HUACHI: AV. LOS CHASQUIS - JULIO JARAMILLO - REDONDEL DE HUACHI - CEVALLOS - CAMPUS QUEROCHACA
14:35	15:00	0:25	CAMPUS QUEROCHACA: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
15:00	15:30	0:30	CAMPUS QUEROCHACA: CEVALLOS -ATAHUALPA - REDONDEL DE HUACHI - JULIO JARAMILLO - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI.
HORAS DE TRABAJO		8:00	

Figura B. 5.- Itinerario del Recorrido 5



RECORRIDO 6			
SALIDA	LLEGADA	TIEMPO ESTIMADO	RECORRIDO
6:00	6:24	0:24	CAMPUS HUACHI- Av. LOS CHASQUIS- IZAMBA
6:24	6:28	0:04	IZAMBA: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
6:28	7:00	0:32	IZAMBA: PEDRO VASCONEZ - SOCAVON - UNIDAD NACIONAL - 12 DE NOVIEMBRE - PARQUE SUCRE - PADRES JOSEFINOS - PICHINCHA - CAMPUS HUACHI
7:00	8:10	1:10	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
8:10	8:30	0:20	CAMPUS HUACHI - MAYORISTA - BOLIVARIANA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
8:30	8:35	0:05	CAMPUS INGAHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
8:35	9:05	0:30	CAMPUS INGAHURCO: REDONDEL DE CUMANDA- AV. EL REY - PADRES JOSEFINOS - PICHINCHA-CHASQUIS - CAMPUS HUACHI
9:05	9:10	0:05	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
9:10	9:30	0:20	CAMPUS HUACHI - MAYORISTA - BOLIVARIANA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
9:30	10:00	0:30	CAMPUS INGAHURCO: REDONDEL DE CUMANDA- AV. EL REY - PADRES JOSEFINOS - PICHINCHA-CHASQUIS - CAMPUS HUACHI
10:00	10:10	0:10	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
10:10	10:30	0:20	CAMPUS HUACHI - MAYORISTA - BOLIVARIANA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
10:30	10:35	0:05	CAMPUS INGAHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
10:35	11:05	0:30	CAMPUS INGAHURCO: REDONDEL DE CUMANDA- AV. EL REY - PADRES JOSEFINOS - PICHINCHA-CHASQUIS - CAMPUS HUACHI
11:05	11:10	0:05	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
11:10	11:30	0:20	CAMPUS HUACHI - MAYORISTA - BOLIVARIANA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
11:30	12:00	0:30	CAMPUS INGAHURCO: REDONDEL DE CUMANDA- AV. EL REY - PADRES JOSEFINOS - PICHINCHA-CHASQUIS - CAMPUS HUACHI
12:00	12:30	0:30	CAMPUS HUACHI - MAYORISTA - BOLIVARIANA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
12:30	12:35	0:05	CAMPUS INGAHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
12:35	13:00	0:25	CAMPUS INGAHURCO: AV. EL REY- PARQUE SUCRE- QUIZ QUIZ - PLAZA DE TOROS - ANTONIO CLAVIJO- VICTOR SANCHEZ- RODRIGO VELA - JORGE CLAVIJO - AV. ATAHUALPA - CAMPUS HUACHI.
13:00	14:00	1:00	ALMUERZO
14:00	14:30	0:30	CAMPUS HUACHI: AV. LOS CHASQUIS - JULIO JARAMILLO- REDONDEL HUACHI CHICO- AV. ATAHUALPA - JORGE CLAVIJO- VICTOR SANCHEZ- GARCIA LORCA - QUIZ QUIZ - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO.
14:30	14:35	0:05	CAMPUS INGAHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
14:35	15:00	0:25	CAMPUS INGAHURCO: AV. 12 DE NOVIEMBRE -13 DE ABRIL - AV. ATAHUALPA -CAMPUS HUACHI.
HORAS DE TRABAJO		8:00	

Figura B. 6.- Itinerario del Recorrido 6



RECORRIDO 7			
SALIDA	LLEGADA	TIEMPO ESTIMADO	RECORRIDO
14:30	15:00	0:30	CAMPUS HUACHI: AV. ATAHUALPA - 13 DE ABRIL- PARQUE 12- REDONDEL DE CUMANDA - <b>CAMPUS INGAHURCO</b>
15:00	15:30	0:30	<b>CAMPUS INGAHURCO:</b> LAS AMERICAS- REDONDEL DE CUMANDA- AV EL REY - PICHINCHA - <b>CAMPUS HUACHI</b>
15:30	15:35	0:05	<b>CAMPUS HUACHI:</b> TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
15:35	16:00	0:25	<b>CAMPUS HUACHI:</b> AV. ATAHUALPA - 13 DE ABRIL- PARQUE 12- REDONDEL DE CUMANDA - <b>CAMPUS INGAHURCO</b>
16:00	16:05	0:05	<b>CAMPUS INGAHURCO:</b> TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
16:05	16:30	0:25	<b>CAMPUS INGAHURCO:</b> LAS AMERICAS- REDONDEL DE CUMANDA- AV EL REY - PICHINCHA - LOS CHASQUIS - <b>CAMPUS HUACHI</b>
16:30	16:35	0:05	<b>CAMPUS HUACHI:</b> TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
16:35	17:00	0:25	<b>CAMPUS HUACHI-</b> MAYORISTA - BOLIVARIANA - AV. EL REY - <b>CAMPUS INGAHURCO</b>
17:00	17:30	0:30	<b>CAMPUS INGAHURCO:</b> LAS AMERICAS- REDONDEL DE CUMANDA- AV EL REY - PICHINCHA - <b>CAMPUS HUACHI</b>
17:30	17:35	0:05	<b>CAMPUS HUACHI:</b> TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
17:35	18:00	0:25	<b>CAMPUS HUACHI-</b> MAYORISTA - BOLIVARIANA - AV. EL REY - <b>CAMPUS INGAHURCO</b>
18:00	18:30	0:30	<b>CAMPUS INGAHURCO:</b> LAS AMERICAS- REDONDEL DE CUMANDA- AV EL REY - PICHINCHA - <b>CAMPUS HUACHI</b>
18:30	18:35	0:05	<b>CAMPUS HUACHI:</b> TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
18:35	19:00	0:25	<b>CAMPUS HUACHI-</b> MAYORISTA - BOLIVARIANA - AV. EL REY - <b>CAMPUS INGAHURCO</b>
19:00	19:30	0:30	<b>CAMPUS INGAHURCO:</b> LAS AMERICAS- REDONDEL DE CUMANDA- AV EL REY - PICHINCHA - <b>CAMPUS HUACHI</b>
19:30	20:00	0:30	<b>CAMPUS HUACHI:</b> TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
20:00	20:30	0:30	<b>CAMPUS HUACHI -</b> MERCADO MAYORISTA - AV . BOLIVARIANA- AV . EL REY - REDONDEL DE CUMANDA- <b>CAMPUS INGAHURCO</b>
20:30	20:35	0:05	<b>CAMPUS INGAHURCO:</b> TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
20:35	21:00	0:25	<b>CAMPUS INGAHURCO:</b> LAS AMERICAS- REDONDEL DE CUMANDA- AV 12 DE NOVIEMBRE- AV 13 DE ABRIL - AV. ATAHUALPA- RIO CUTUCHI- <b>CAMPUS HUACHI</b>
21:00	21:30	0:30	<b>CAMPUS HUACHI:</b> TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
21:30	22:00	0:30	<b>CAMPUS HUACHI -</b> MERCADO MAYORISTA - AV . BOLIVARIANA- AV . EL REY - REDONDEL DE CUMANDA- <b>CAMPUS INGAHURCO</b>
22:00	22:10	0:10	<b>CAMPUS INGAHURCO:</b> TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
22:10	22:30	0:20	<b>CAMPUS INGAHURCO:</b> LAS AMERICAS- REDONDEL DE CUMANDA- AV EL REY - PICHINCHA - <b>CAMPUS HUACHI</b>
HORAS DE TRABAJO		8:00	

Figura B. 7.- Itinerario del Recorrido 7



RECORRIDO 8			
SALIDA	LLEGADA	TIEMPO ESTIMADO	RECORRIDO
6:00	6:20	0:20	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA
6:20	6:30	0:10	CAMPUS HUACHI: MAYORISTA
6:30	6:40	0:10	MAYORISTA - CAMPUS HUACHI:
6:40	6:50	0:10	CAMPUS HUACHI: MAYORISTA
6:50	7:00	0:10	MAYORISTA - CAMPUS HUACHI:
7:00	8:00	1:00	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
8:00	8:30	0:30	CAMPUS HUACHI: AV. ATAHUALPA - JORGE CLAVIJO- RODRIGO VELA- ANTONIO CLAVIJO - PIO BAROJA - GARCIA LORCA- QUIZ QUIZ PARQUE SUCRE - AV. EL REY - CAMPUS INGACHURCO
8:30	9:00	0:30	CAMPUS INGACHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
9:00	9:30	0:30	CAMPUS INGACHURCO - AV EL REY - PADRES JOSEFINOS- PICHINCHA - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI
9:30	10:00	0:30	CAMPUS HUACHI: MERCADO MAYORISTA - AV. BOLIVARIANA - AV. EL REY - CAMPUS INGACHURCO
10:00	10:30	0:30	CAMPUS INGACHURCO - AV EL REY - PADRES JOSEFINOS- PICHINCHA - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI
10:30	11:00	0:30	CAMPUS HUACHI: MERCADO MAYORISTA - AV. BOLIVARIANA - AV. EL REY - CAMPUS INGACHURCO
11:00	11:45	0:45	CAMPUS INGACHURCO - AV EL REY - PADRES JOSEFINOS- PICHINCHA - LOS CHAQUIS - CAMPUS HUACHI - JULIO JARAMILLO - CEVALLOS - CAMPUS QUEROCHACA
11:45	12:30	0:45	CAMPUS HUACHI: ESPERA USUARIOS A ESTUDIANTES
12:30	13:10	0:40	CAMPUS QUEROCHACA: CEVALLOS - REDONDEL HUACHI CHICO - JULIO JARAMILLO - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI - MAYORISTA - AV. BOLIVARIANA - AV. EL REY - CAMPUS INGACHURCO
13:10	13:40	0:30	CAMPUS INGACHURCO - 12 DE NOVIEMBRE - 13 DE ABRIL - AV ATAHUALPA - RIO CUTUCHI - CAMPUS HUACHI
13:40	14:40	1:00	ALMUERZO
14:40	15:00	0:20	CAMPUS HUACHI: ESPERA USUARIOS A ESTUDIANTES
HORAS DE TRABAJO		8:00	

Figura B. 8.- Itinerario del Recorrido 8

RECORRIDO 9			
SALIDA	LLEGADA	TIEMPO ESTIMADO	RECORRIDO
15:00	15:30	0:30	CAMPUS HUACHI- MAYORISTA - BOLIVARIANA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
15:30	16:10	0:40	CAMPUS INGAHURCO: LAS AMERICAS- REDONDEL DE CUMANDA- AV EL REY - PICHINCHA - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI
16:10	16:30	0:20	CAMPUS HUACHI- MAYORISTA - BOLIVARIANA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
16:30	17:00	0:30	CAMPUS INGAHURCO: LAS AMERICAS- REDONDEL DE CUMANDA- AV EL REY - PICHINCHA - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI
17:00	17:10	0:10	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
17:10	17:30	0:20	CAMPUS HUACHI- MAYORISTA - BOLIVARIANA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
17:30	18:05	0:35	CAMPUS INGAHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
18:05	18:35	0:30	CAMPUS INGAHURCO: LAS AMERICAS- REDONDEL DE CUMANDA- AV EL REY - PICHINCHA - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI
18:35	19:00	0:25	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
19:00	19:30	0:30	CAMPUS HUACHI- MAYORISTA - BOLIVARIANA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
19:30	20:00	0:30	CAMPUS INGAHURCO: LAS AMERICAS- REDONDEL DE CUMANDA- AV EL REY - PICHINCHA - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI
20:00	20:30	0:30	CAMPUS HUACHI- MAYORISTA - BOLIVARIANA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
20:30	21:00	0:30	CAMPUS INGAHURCO: LAS AMERICAS- REDONDEL DE CUMANDA- AV EL REY - PICHINCHA - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI
21:00	21:30	0:30	CAMPUS HUACHI- MAYORISTA - BOLIVARIANA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO (RECOGER A ESTUDIANTES FRENTE A LA FACULTAD DE JURISPRUDENCIA)
21:30	22:00	0:30	CAMPUS INGAHURCO: LAS AMERICAS- REDONDEL DE CUMANDA- AV EL REY - PICHINCHA - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI
22:00	22:40	0:40	CAMPUS HUACHI: MAYORISTA - AV. BOLIVARIANA - AV. LOS ANDES - LUIS A. MARTINEZ - PARQUE CEVALLOS - AV. CEVALLOS - CAMPUS INGAHURCO
22:40	23:00	0:20	CAMPUS INGAHURCO - REDONDEL DE CUMANDA - AV. EL REY - PICHINCHA - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI
HORAS DE TRABAJO		8:00	

Figura B. 9.- Itinerario del Recorrido 9



RECORRIDO 10			
SALIDA	LLEGADA	TIEMPO ESTIMADO	RECORRIDO
6:00	6:32	0:32	CAMPUS HUACHI - LOS CHASQUIS - IZAMBA
6:32	7:30	0:58	IZAMBA: RODRIGO PACHANO - UNIDAD NACIONAL - BOLIVAR - LALAMA - JUAN B. VELA - MERA - 13 DE ABRIL - ATAHUALPA - MUNICIPIO- CAMPUS HUACHI- DURAN CÁRDENAS- PASO LATERAL- CEVALLOS - CAMPUS QUEROCHACA.
7:30	8:15	0:45	CAMPUS QUEROCHACA: HUACHI CHICO - HUCHI BELÉN - DURÁN CÁRDENAS- LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI - PICHINCHA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
8:15	9:00	0:45	CAMPUS INGAHURCO: AV. EL REY - PICHINCHA - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI - JULIO JARAMILLO - HUACHI GRANDE - CEVALLOS - CAMPUS QUEROCHACA
9:00	9:45	0:45	CAMPUS QUEROCHACA: HUACHI CHICO - HUCHI BELÉN - DURÁN CÁRDENAS- LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI - PICHINCHA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
9:45	10:15	0:30	CAMPUS INGAHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
10:15	11:00	0:45	CAMPUS INGAHURCO: AV. EL REY - PICHINCHA - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI - JULIO JARAMILLO - HUACHI GRANDE - CEVALLOS - CAMPUS QUEROCHACA
11:00	11:15	0:15	CAMPUS QUEROCHACA: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
11:15	12:00	0:45	CAMPUS QUEROCHACA: HUACHI CHICO - JULIO JARAMILLO - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI - PICHINCHA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
12:00	12:35	0:35	CAMPUS INGAHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES
12:35	13:20	0:45	CAMPUS INGAHURCO: AV. EL REY - PICHINCHA - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI - PASO LATERAL - HUACHI GRANDE - CEVALLOS - CAMPUS QUEROCHACA
13:15	14:15	1:00	ALMUERZO EN QUEROCHACA
14:15	15:00	0:45	CAMPUS QUEROCHACA: HUACHI CHICO - JULIO JARAMILLO - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI - PICHINCHA - AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO
HORAS DE TRABAJO		8:05	

Figura B. 10.- Itinerario del Recorrido 10



RECORRIDO 11				
SALIDA	LLEGADA	TIEMPO ESTIMADO	RECORRIDO	H: 6H30
6:00	6:25	0:25	CAMPUS HUACHI: TIEMPO DE ESPERA A LOS USUARIOS	
6:25	6:40	0:15	CAMPUS HUACHI - AV. LOS CHASQUIS - ORIENTE - AZUAY - AV. BOLIVARIANA - AV. DEL REY - AV. LAS AMÉRICAS - CAMPUS INGACHURCO	
6:40	7:30	0:50	CAMPUS INGACHURCO - AV. GONZALES SUAREZ - AV. CEVALLOS - MERA - 13 DE ABRIL - AV. ATAHUALPA - HUACHI GRANDE - CEVALLOS - CAMPUS QUEROCHACA	
7:30	8:00	0:30	CAMPUS QUEROCHACA: TIEMPO DE ESPERA A LOS ESTUDIANTES	
8:00	8:40	0:40	CAMPUS QUEROCHACA - CEVALLOS - HUACHI GRANDE - REDONDEL DE HUACHI CHICO - JULIO JARAMILLO- CAMPUS HUACHI - CHASQUIS - PICHINCHA - AV. QUIZ QUIZ - PARQUE SUCRE - AV. EL REY - AV. LAS AMÉRICAS- CAMPUS INGACHURCO	
8:40	9:30	0:50	CAMPUS INGACHURCO - REDONDEL DE CUMANDÁ - AV. EL REY - PARQUE SUCRE - QUIZ QUIZ - AV. ATAHUALPA - REDONDEL DE LA POLICÍA - LA PRADERA - LOS CHASQUIS - CAMPUS HUACHI - REDONDEL DE HUACHI CHICO - HUACHI GRANDE - CEVALLOS - CAMPUS QUEROCHACA	
9:30	11:15	1:45	CAMPUS QUEROCHACA: TIEMPO DE ESPERA A LOS USUARIOS	
11:15	12:00	0:45	CAMPUS QUEROCHACA - CEVALLOS - HUACHI GRANDE - REDONDEL DE HUACHI CHICO - JULIO JARAMILLO- CAMPUS HUACHI - CHASQUIS - PICHINCHA - AV. QUIZ QUIZ - PARQUE SUCRE - AV. EL REY - AV. LAS AMÉRICAS- CAMPUS INGACHURCO	
12:00	12:05	0:05	CAMPUS INGACHURCO: TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES	
12:05	13:00	0:55	CAMPUS INGACHURCO - GONZALES SUAREZ - AV. 12 DE NOVIEMBRE - PARQUE 12 DE NOVIEMBRE - 13 DE ABRIL - AV. ATAHUALPA - HUACHI GRANDE - CEVALLOS - CAMPUS QUEROCHACA	
13:00	14:40	1:40	ALMUERZO EN QUEROCHACA	
14:40	15:05	0:25	CAMPUS QUEROCHACA TIEMPO DE ESPERA A ESTUDIANTES	
15:05	15:40	0:35	CAMPUS QUEROCHACA - CEVALLOS - HUACHI GRANDE - REDONDEL DE HUACHI CHICO - AV. ATAHUALPA - CAMPUS HUACHI	
HORA		8:00		

Figura B. 11.- Itinerario del Recorrido 11

**ANEXO C**

**REGLAMENTO PARA EL CONTROL DE VEHÍCULOS DEL SECTOR  
PÚBLICO**



No imprimir este documento a menos que sea absolutamente necesario



**REGLAMENTO PARA EL CONTROL DE VEHICULOS DEL  
SECTOR PUBLICO**

Acuerdo de la Contraloría General del Estado 42  
Registro Oficial Suplemento 913 de 30-dic.-2016  
Estado: Vigente

No. 042-CG-2016

EL CONTRALOR GENERAL DEL ESTADO

Considerando:

Que, el artículo 211 de la Constitución de la República señala que la Contraloría General del Estado, es un organismo técnico encargado del control de la utilización de los recursos estatales, y de las personas jurídicas de derecho privado que dispongan de recursos públicos;

Que, el artículo 212 número 2, de la Constitución de la República del Ecuador faculta a la Contraloría General del Estado, la determinación de responsabilidades administrativas y civiles culposas e indicios de responsabilidad penal; y el número 3, establece como función de la Contraloría General del Estado, expedir normativa para el cumplimiento de sus funciones;

Que, los artículos 7 número 5), 31 número 22) y 95 facultan a la Contraloría General del Estado a expedir las regulaciones y disposiciones necesarias para el cumplimiento de sus funciones;

Que, la Ley Orgánica de la Contraloría General del Estado en sus artículos 45, 46 y 48, faculta al organismo de control el establecimiento de responsabilidades administrativas culposas; la imposición de sanciones por estas faltas; además, de su ejecución;

Que, con Acuerdo 005-CG-2014 publicado en el Registro Oficial 178 de 6 de febrero de 2014, se expidió el Reglamento para el Control de los Vehículos del Sector Público y de las Entidades de Derecho Privado que disponen de Recursos Públicos, y sus reformas emitidas mediante Acuerdos 018-CG-2016 y 029-CG-2016, publicados en los Registros Oficiales 751 y 802 de fecha 10 de mayo y 21 de julio de 2016, respectivamente;

Que, mediante Acuerdo 017-CG-2016, publicado en el Registro Oficial 751 de 10 mayo de 2016, se expidió el Reglamento General para la Administración, Utilización, Manejo y Control de los Bienes y Existencias del Sector Público;

Que, el señor Presidente Constitucional de la República, con fecha 17 de abril de 2016, mediante Decreto 1001, dispuso el estado de excepción en las provincias afectadas por los movimientos telúricos del 16 de abril de 2016, y con Decreto Ejecutivo 1215 de 14 de octubre de 2016, declaró el estado de excepción en las provincias de Manabí y Esmeraldas; y, dispuso la movilización en todo el territorio nacional hacia esas provincias; de tal manera que todas las entidades de la Administración Pública Central e Institucional, en especial las Fuerzas Armadas, de la Policía Nacional y gobiernos autónomos descentralizados de las provincias afectadas deberán coordinar esfuerzos con el fin de ejecutar las acciones necesarias e indispensables para mitigar y prevenir los riesgos; así como enfrentar, recuperar y mejorar las condiciones adversas, que provocaron los eventos telúricos y sus réplicas;

Que, mediante Acuerdo 040-CG-2016, de 14 de noviembre de 2016, se expidió el Instructivo de registro y uso de medios o servicios electrónicos que brinda la Contraloría General del Estado;

Que, es necesario codificar y reformar las disposiciones reglamentarias para el control de vehículos,





sobre la base de las necesidades institucionales, sugerencias sobre su aplicación y sobre el registro y acceso al aplicativo informático; y,

En ejercicio de las facultades que le confieren el artículo 212 número 3 de la Constitución de la República; y los artículos 7 número 5, 31 número 22 y, 95 de la Ley Orgánica de la Contraloría General del Estado.

Acuerda:

Expedir el Reglamento Sustitutivo para el Control de los Vehículos del Sector Público y de las Entidades de Derecho Privado que disponen de Recursos Públicos.

## CAPITULO I NORMAS GENERALES

**Art. 1.-** Ambito de aplicación.- Se sujetan a las disposiciones del presente reglamento, los dignatarios, autoridades, funcionarios, administradores, servidores y trabajadores de las instituciones del Estado, señaladas en el artículo 225 de la Constitución de la República del Ecuador, así como de las entidades de derecho privado que administran recursos públicos.

**Art. 2.-** Asignación de los vehículos.- Los vehículos pertenecientes al sector público y a las entidades de derecho privado que administran recursos públicos, se destinarán al cumplimiento de labores estrictamente oficiales y para la atención de emergencias nacionales o locales.

Las dos máximas autoridades unipersonales o corporativas de las instituciones referidas en el artículo 1 de este reglamento, pueden contar con un vehículo de asignación personal exclusiva, para fines institucionales.

La máxima autoridad puede asignar un vehículo para otras autoridades del nivel jerárquico superior de la entidad, aunque sin asignación exclusiva ni personal y solo para uso en días y horas laborables.

El Presidente y el Vicepresidente de la República, los presidentes de las funciones del Estado, así como los funcionarios con rango de ministros, podrán utilizar los vehículos asignados, sin limitación alguna, para el desempeño de sus labores oficiales.

**Art. 3.-** Servidores y/o trabajadores responsables.- Son responsables del cumplimiento de las normas contenidas en este acuerdo, los servidores públicos y privados descritos en el artículo 1 del presente reglamento, a cuyo cargo se encuentren los vehículos institucionales y quienes los conduzcan.

Para efectos de la aplicación de esta normativa se entenderá por:

Titular de la gestión administrativa.- El servidor que dirige la gestión administrativa de la entidad.

Titular de una unidad administrativa.- Servidor que dirige cualquier unidad administrativa de la entidad.

Encargado o responsable de la unidad de transportes. - El servidor encargado de la organización y control del parque automotor institucional.

Conductor.- El servidor y/o trabajador facultado para conducir un vehículo automotor oficial, así como, quien guía, dirige o maniobra un vehículo remolcado.

Mecánico.- El servidor bajo cuya responsabilidad se encuentra a cargo el chequeo, mantenimiento y reparación de los vehículos.



## ANEXO D

### CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN

#### Archivo **ta.py**

```
#!/usr/bin/python
# Importamos los módulos necesarios
import os
from gps import *
from time import *
import time
import threading

db = mysql.connector.connect(host=" ",user=" ",passwd=" ",db="
")
gpsd = None
os.system('clear')

class GpsPoller(threading.Thread):
    def __init__(self):
        threading.Thread.__init__(self)
        global gpsd
        gpsd = gps(mode=WATCH_ENABLE)
        self.running = True

if __name__ == '__main__':
    gpsp = GpsPoller()
    try:
        gpsp.start()
        while True:
            os.system('clear')
            print 'Latitud: ', gpsd.fx.latitude
            print 'Longitud: ', gpsd.fx.longitude

            sql = "INSERT INTO COORDENADAS (LATITUD, LONGITUD)
VALUES (%f,%f)" %(gpsd.fx.latitude, gpsd.fx.longitude)
            db.commit()
            cursor.close()

            if gpsd.fx.latitude == 0.0 and gpsd.fx.longitude ==
0.0:
                print "Esperando GPS..."
            else:
                print "GPS OK"
                data = open("locations.txt", "a")
                data.write("%s,%s\n" % (gpsd.fx.latitude,
gpsd.fx.longitude))
                data.close()
                time.sleep(10)
    except (KeyboardInterrupt, SystemExit):
        print "\nDesconectando GPS..."
        gpsp.running = False
        gpsp.join()
```

## Archivo **BOTON.py**

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time
import os

GPIO.setwarnings(False)
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(16,GPIO.IN,pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
GPIO.setup(12,GPIO.OUT)

while True:
    Status = GPIO.input(16)
    if Status ==False:
        print("BOTON PULSANDO")
        GPIO.output(12,True)
        os.system('echo "ALERTA ACTIVADA"| mutt -s
"Boton de panico "$ --correo electrónico)
        time.sleep(0.2)
        GPIO.output(12,False)
```

## Interfaz **LOCALIZACIÓN.PHP**

```
<?php
$mysqli = new mysqli("", "", "", "");

/* comprobar la conexión */
if ($mysqli->connect_errno) {
    printf("Falla la conexión: %s\n", $mysqli->connect_error);
    exit();
}
$resultado = $mysqli->query("SELECT ID,
DATE_FORMAT(FECHA,'%H:%i'), LATITUD, LONGITUD FROM
ADCOORDENADAS ORDER BY ID DESC");

$fecha=array();
$i=0;

while ($row = mysqli_object($rsq)) {
    $ID= $row->ID;
    $Fecha= $row->FECHA;
    $Latitud= $row->LATITUD;
    $Longitud= $row->LONGITUD;
    $i=$i+1;
}
echo $fecha[0];
$mysqli->close();
?>

</style>
<script src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=
_WAoLs&callback=initMap"></script>
```

```

        <?php $array = explode("\n",
file_get_contents('/var/www/html/carpeta/datos.txt')); ?>
        <script>
        function initialize() {
        var mapOptions = {
        zoom: 20,
        center: new google.maps.LatLng
        mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP
        };
        var map = new google.maps.Map(document.getElementById(),
mapOptions);
        var marker = new google.maps.Marker({
                <?php $endarray = end($array); ?>
                position: new google.maps.LatLng($latitud[0], <
                $longitud[0])
                map: map,
                });
        var flightPlanCoordinates = [
<?php foreach ($array as $arrayItem) {
echo 'new google.maps.LatLng('.$arrayItem.',';
} ?>
                var flightPath = new google.maps.Polyline({
                path: flightPlanCoordinates,
                geodesic: true,
                strokeColor: '#FF0000',
                strokeOpacity: 1.0,
                strokeWeight: 4
                });
                flightPath.setMap(map);
        }
        google.maps.event.addDomListener(window, 'load',
initialize);
        </script>

<?php
$dutaingahurco = (6371 * acos( sin(deg2rad($latitud[0])) *
sin(deg2rad(-1.234130)) + cos(deg2rad($longitud[0] - -
78.616941)) * cos(deg2rad($latitud[0])) * cos(deg2rad(-
1.234130)))) * 1000;

$dutahuachi = (6371 * acos( sin(deg2rad($latitud[0])) *
sin(deg2rad(-1.266458)) + cos(deg2rad($longitud[0] - -
78.625173)) * cos(deg2rad($latitud[0])) * cos(deg2rad(-
1.266458)))) * 1000;

$dccmultiplaza = (6371 * acos( sin(deg2rad($latitud[0])) *
sin(deg2rad(-1.233015)) + cos(deg2rad($longitud[0] - -
78.619182)) * cos(deg2rad($latitud[0])) * cos(deg2rad(-
1.233015)))) * 1000;

$dpacevallos = (6371 * acos( sin(deg2rad($latitud[0])) *
sin(deg2rad(-1.240985)) + cos(deg2rad($longitud[0] - -
78.626950)) * cos(deg2rad($latitud[0])) * cos(deg2rad(-
1.240985)))) * 1000;

```

## ANEXO E

### INFORME DE LAS PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
VICERRECTORADO ADMINISTRATIVO

Memorando Nro. UTA-VR-AD-2019-0242-M

Ambato, 02 de mayo de 2019

**PARA:** Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia  
Decana Facultad de Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones  
e Industrial

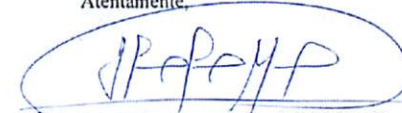
**ASUNTO:** Informe del Trabajo de Titulación desarrollado por la señorita TATIANA  
KATHERINE AGUILAR ARCOS

De mi consideración:

Para su conocimiento y con el fin de que se proceda con el trámite correspondiente, adjunto se servirá encontrar el Memorando N° UTA-DAD-2019-0735-M de fecha 30 de abril de 2019, suscrito por el Ingeniero Jorge Alejandro Araujo Leguizamo, Especialista de Servicios Institucionales, mediante el cual informa a este Vicerrectorado, respecto a las pruebas de funcionamiento del prototipo de monitoreo y video vigilancia instalado en el Bus Institucional, presentado por la señorita TATIANA KATHERINE AGUILAR ARCOS, Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones de la Facultad de Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones e Industrial, para realizar el Trabajo de Titulación denominado "MONITOREO Y VIDEOVIGILANCIA DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE COLECTIVO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO BASADO EN IoT".

Particular que llevo a su conocimiento para los fines legales pertinentes.

Atentamente,



Ing. MSc. Jorge Ernesto León Mantilla  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO



Referencias:

- UTA-DAD-2019-0735-M

Anexos:

- imagen 1.docx
- imagen 2.docx
- imagen 3.docx
- imagen 4.docx
- imagen 5.docx
- imagen 6.docx
- imagen 7.docx
- oficiotatiana aguilar.pdf
- vr-ad-2018-0641-m-fisei-autorizacion\_realizar\_trabajo\_titulacion\_srta\_tatiana\_aguilar.pdf

DR. GALO NARANJO LÓPEZ, Ph.D  
RECTOR

Dirección: Av. Colombia y Chile  
Teléfono: (+593) 2521081 - 2523039 ext. 112 - 142  
Ambato - Ecuador

www.uta.edu.ec

1/2

\* Documento generado por Ocupe

Figura E. 1.- Informe del funcionamiento del Prototipo en la unidad N°10





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
VICERRECTORADO ADMINISTRATIVO  
SECRETARÍA

30 ABR 2019

Recibido por: *Rub*

Hora: 14:50. N.º: 1529

Memorando Nro. UTA-DAD-2019-0735-M

Ambato, 30 de abril de 2019

PARA: Ing. MSc. Jorge Ernesto León Mantilla  
Vicerrector Administrativo

*FISEE*  
*Continuar por el trámite*  
*que corresponde*  
*[Signature]* 2/05/2019

ASUNTO: FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO DE MONITOREO Y VIDEO VIGILANCIA

De mi consideración:

*efy:*  
*consultar que tratamiento*  
*se le debe dar a este*  
*documento*  
*[Signature]* 30/04/2019

1. ANTECEDENTES:

1.1 El 18 de octubre del 2018 y con oficio N° UTA-VR-AD-2018-0641-M, tiene el respaldo de la Institución y se autoriza a la Señorita TATIANA KATHERINE AGUILAR ARCOS, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, a realizar el trabajo de Titulación denominado "MONITOREO Y VIDEOVIGILANCIA DE LAS UNIDADES DE TRASPORTE COLECTIVO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO BASADO EN IoT", en el cual me asigna como tutor institucional.

1.2 Durante los meses de octubre del 2018 a marzo del 2019, se le apoya con la información de los Buses Institucionales, a más de la entrega de los recorridos que cumplen los buses de la Universidad Técnica de Ambato, las normativas de control vigentes para los vehículos del sector Público emitidos por la Contraloría General del Estado.

1.3 Con fecha 15 de abril 2019, el Srta. TATIANA KATHERINE AGUILAR ARCOS, solicita al Vicerrectorado Administrativo se asigne una unidad de la Institución para realizar las Pruebas de funcionamiento del prototipo de monitoreo y video vigilancia, bajo mi coordinación.

1.4 El 23 de abril del 2019, se realizan las Pruebas de funcionamiento del prototipo de monitoreo y video vigilancia, y se asigna al Sr. Miguel Sailema chofer Institucional y custodio del bus N° 10 de placas TEI-1262.

2. ANÁLISIS:

Expuesto los antecedentes y la documentación de respaldo, se procedió a realizar las pruebas solicitadas en el bus asignado del cual informo lo siguiente:

2.1 El prototipo de monitoreo y video vigilancia es instalado en el Bus sin ningún inconveniente ni retraso alguno (Imagen 1)

2.2 El bus realizó el desplazamiento del Campus Ingahureo al campus Huachi y viceversa durante el recorrido habitual del bus asignado, en el cual se realizó el monitoreo y seguimiento mediante la plataforma web y la app diseñada por la Srta. Tatiana Aguilar

DR. GALO NARANJO LÓPEZ, Ph.D  
RECTOR

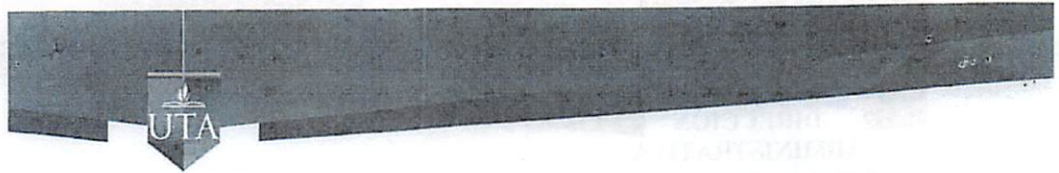
Dirección: Av. Colombia y Chile  
Teléfono: (+593) 3750260 ext. 5122  
Ambato - Ecuador

www.uta.edu.ec

\* Documento generado por Quipus

1/2

Figura E. 2.- Informe del funcionamiento del Prototipo en la unidad N°10



Ambato, 30 de abril de 2019

(Imagen 2, 3 y 4).

2.3 De la misma forma se realizar el monitoreo mediante video vigilancia a través de la plataforma web y la app diseñada (Imagen 5 y 6).

2.4 Cabe señalar que el prototipo cuenta con un botón de pánico, que luego de realizar las pruebas pertinentes se constata que envía una señal al correo electrónico registrado, y funciona de manera correcta (Imagen 7).

2.5 Como valor agregado se constató que el prototipo diseñado por la señorita estudiante contaba con el servicio de Wifi el cual abastecía con señal fuerte en toda la unidad Institucional.

### 3. CONCLUSIÓN

Se deja constancia en el presente informe que las pruebas de funcionamiento del prototipo de monitoreo y video vigilancia instalado en el Bus Institucional, presentado por la Srta. TATIANA KATHERINE AGUILAR ARCOS, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, para realizar el trabajo de Titulación denominado "MONITOREO Y VIDEOVIGILANCIA DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE COLECTIVO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO BASADO EN IoT", fueron ejecutadas de acuerdo a lo propuesto por la señorita estudiante y verificado el funcionamiento del prototipo a satisfacción por mi persona.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Ing. Jorge Alejandro Arriaga Leguizamo  
ESPECIALISTA EN SERVICIOS INSTITUCIONALES

#### Anexos:

- imagen 1.docx
- imagen 2.docx
- imagen 3.docx
- imagen 4.docx
- imagen 5.docx
- imagen 6.docx
- imagen 7.docx
- oficiotatiana aguil.ar.pdf
- vr-ad-2018-0641-m-fisci-autorizacion\_realizar\_trabajo\_titulacion\_srta\_tatiana\_aguil.ar.pdf

Figura E. 3.- Informe del funcionamiento del Prototipo en la unidad N°10

IMAGEN 1

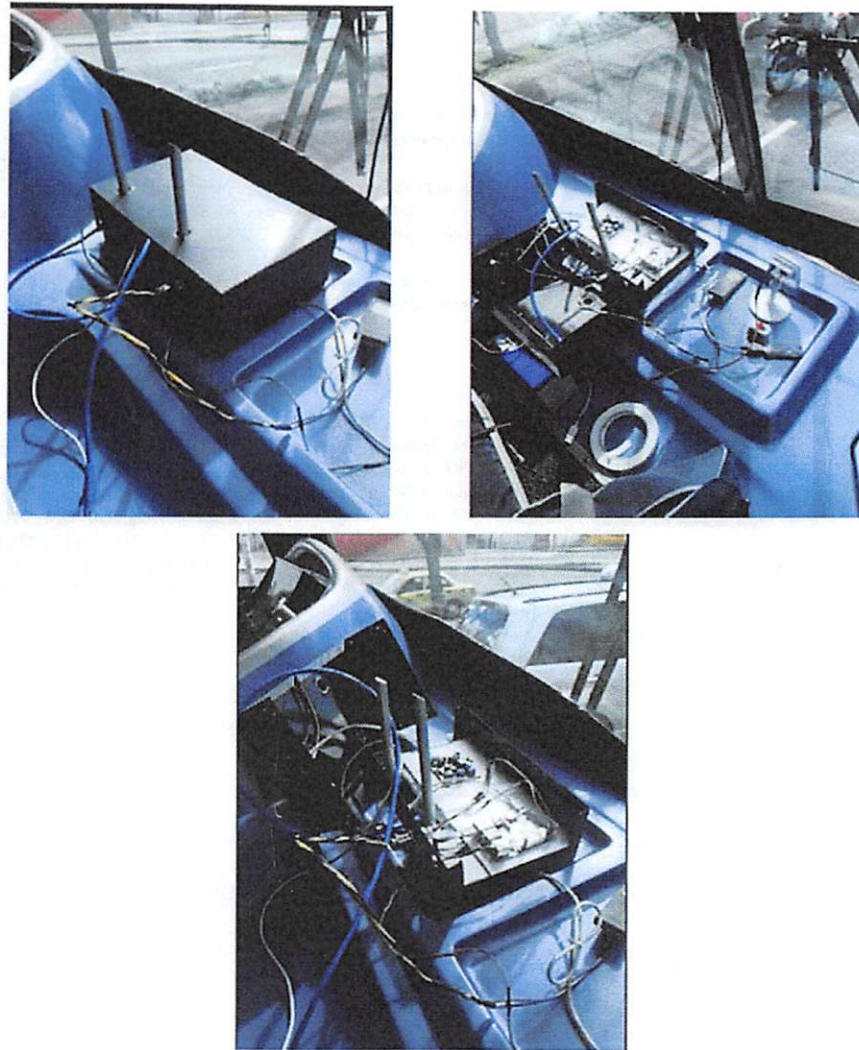


Figura E. 4.- Informe del funcionamiento del Prototipo en la unidad N°10



IMAGEN 2



Cdla. Ingahurco: Av. México y El Salvador (esq.) | Telf.:  
[www.uta.edu.ec](http://www.uta.edu.ec)  UniversidadTécnicaAmbatoOficial  UniversidadTécnica de Ambato  @UTécnicaAmbato

Figura E. 5.- Informe del funcionamiento del Prototipo en la unidad N°10



IMAGEN 3

PAGINA WEB MONITOREO

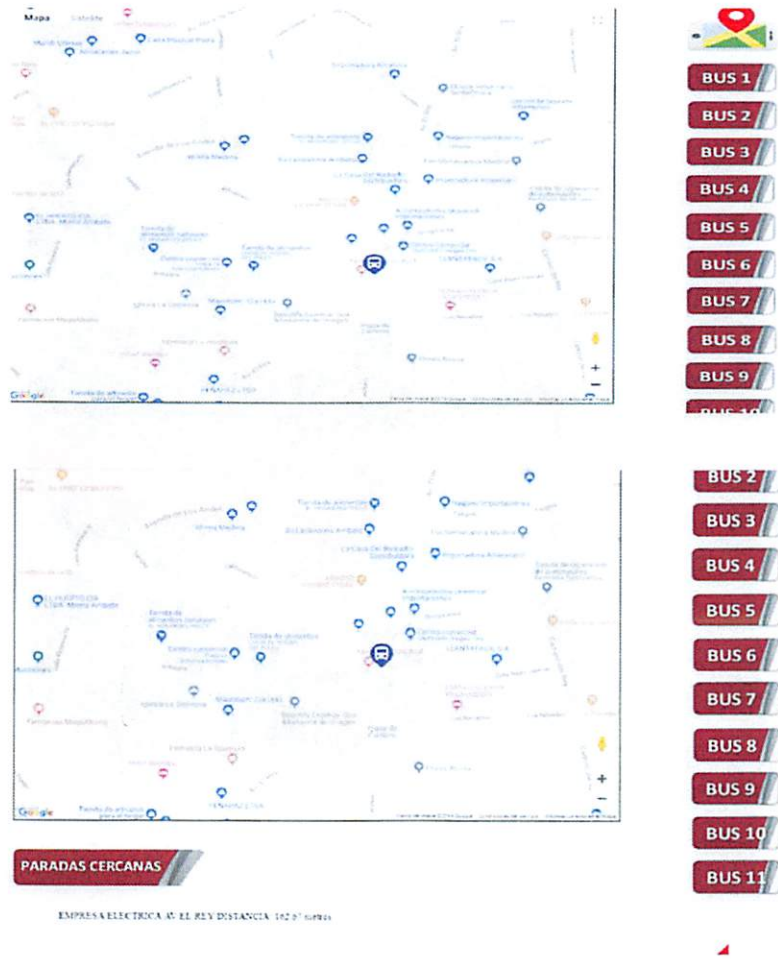
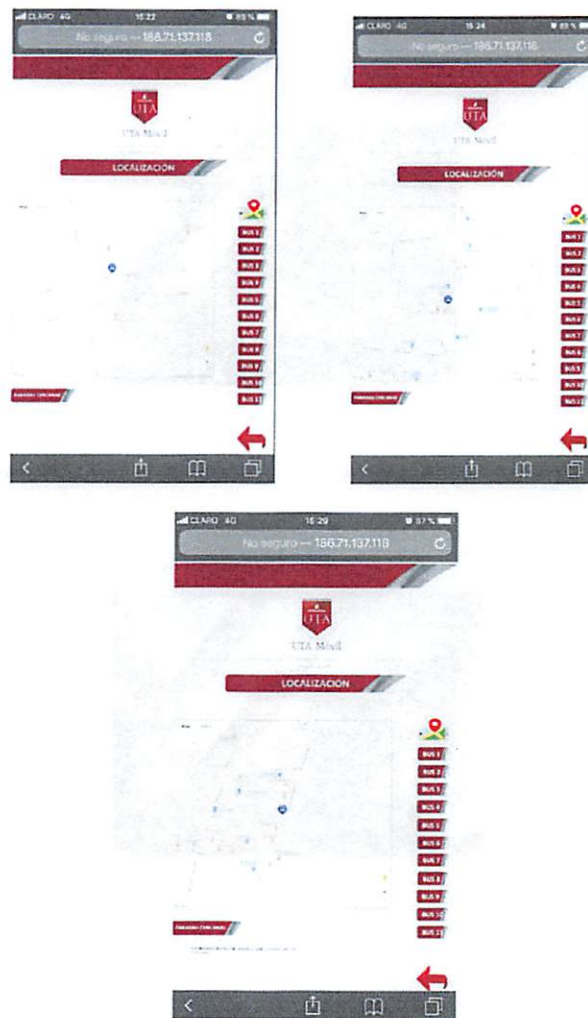


Figura E. 6.- Informe del funcionamiento del Prototipo en la unidad N°10

IMAGEN 4  
APP MONITOREO



Cdla. Ingahurco: Av. Mexico y El Salvador (esq.) | Telf.:

[www.uta.edu.ec](http://www.uta.edu.ec)  [Universidad Técnica de Ambato Oficial](#)  [Universidad Técnica de Ambato](#)  [@UTechnicaAmbato](#)

Figura E. 7.- Informe del funcionamiento del Prototipo en la unidad N°10

IMAGEN 5

PAGINA WEB VIDEO VIGILANCIA



BUS 1

BUS 2

BUS 3

BUS 4

BUS 5

BUS 6



BUS 1

BUS 2

BUS 3

BUS 4

BUS 5

BUS 6

BUS 7

BUS 8

Cdla. Ingahurco; Av. México y El Salvador (esq.) | Telf.:

[www.uta.edu.ec](http://www.uta.edu.ec)



Universidad Técnica de Ambato



Universidad Técnica de Ambato

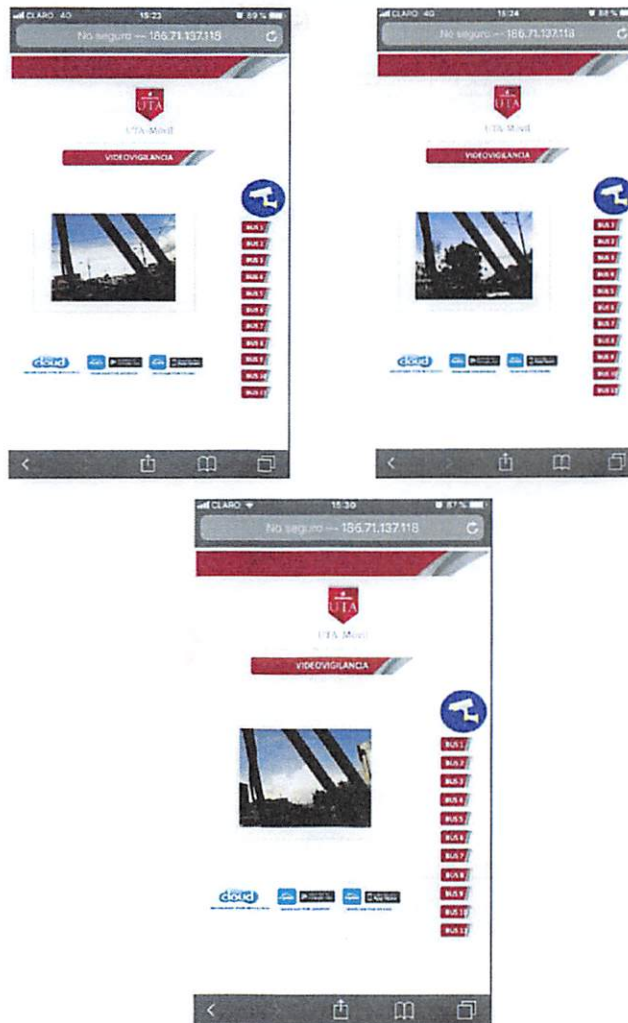


@UTechnicaAmbato

Figura E. 8.- Informe del funcionamiento del Prototipo en la unidad N°10

IMAGEN 6

APP VIDEO VIGILANCIA



Cdla. Ingahuroco: Av. Mexico y El Salvador (esq.) | Telf.:

[www.uta.edu.ec](http://www.uta.edu.ec)  Universidad Técnica de Ambato Oficial  Universidad Técnica de Ambato  @UTecnicadeAmbato

Figura E. 9.- Informe del funcionamiento del Prototipo en la unidad N°10



**IMAGEN 7**  
**BOTÓN DE PÁNICO**

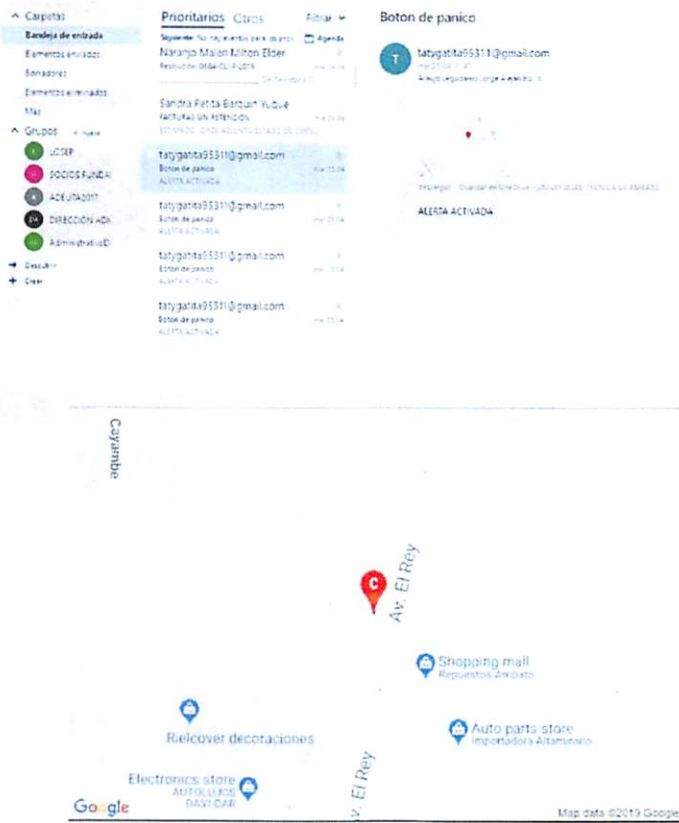


Figura E. 10.- Informe del funcionamiento del Prototipo en la unidad N°10

## ANEXO F

### ENLACE –CAMPUS-UTA-LINK PLANNER



#### Project ENLACE-CAMPUS-UTApptprj LINKPlanner Proposal Report

11 March 2019

Organization: FISEI  
Phone: 0998849049  
Email: tatygaita95311@gmail.com

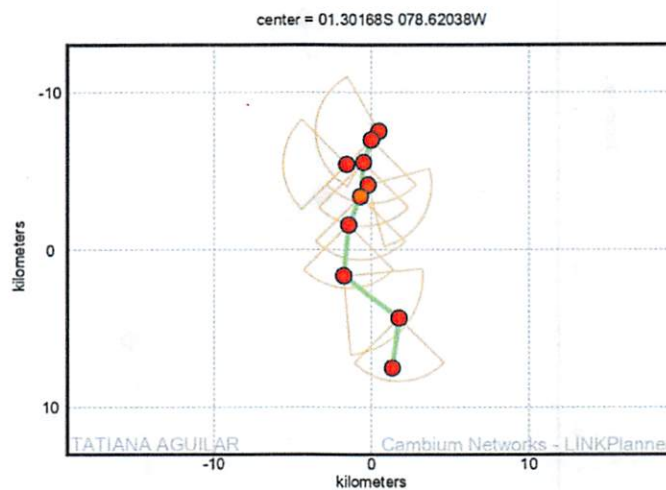


Figura F. 1.-Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner

Network Map

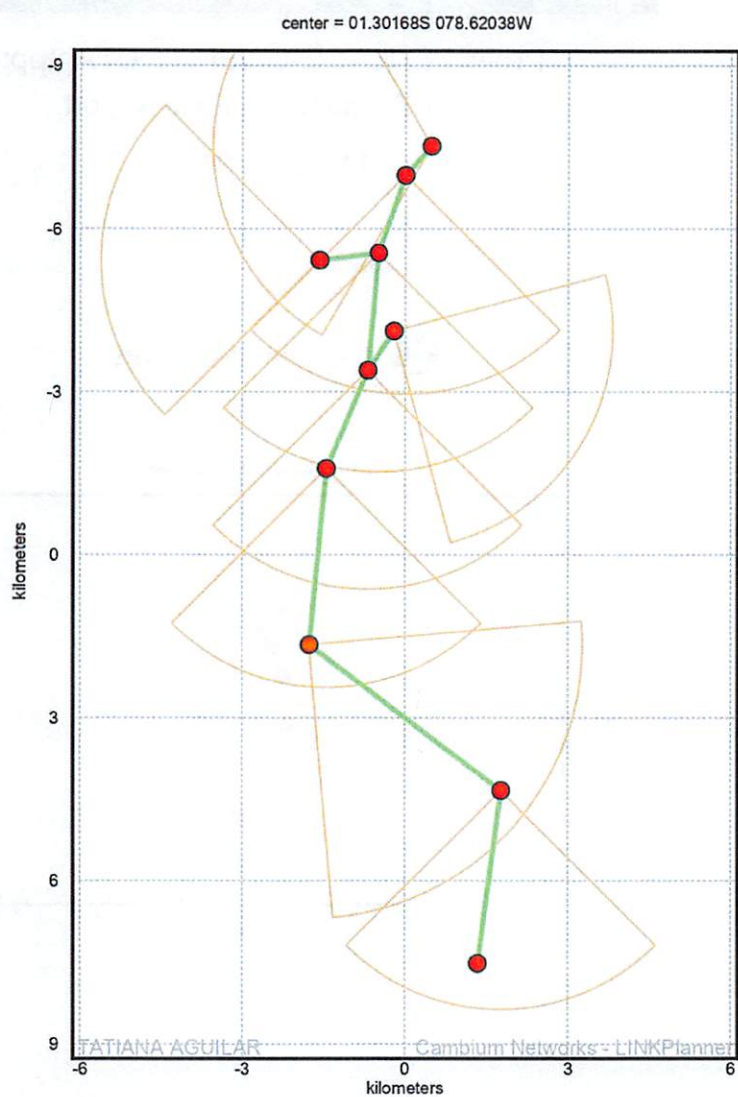
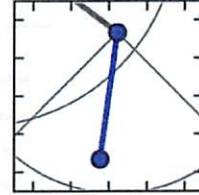


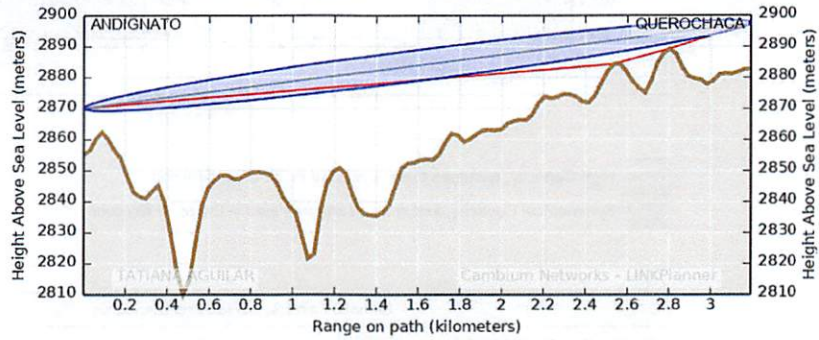
Figura F. 2.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner



## ANDIGNATO to QUEROCHACA



Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated  
 Cambium Networks High Gain Integrated @ 15 m      Cambium Networks High Gain Integrated @ 15 m

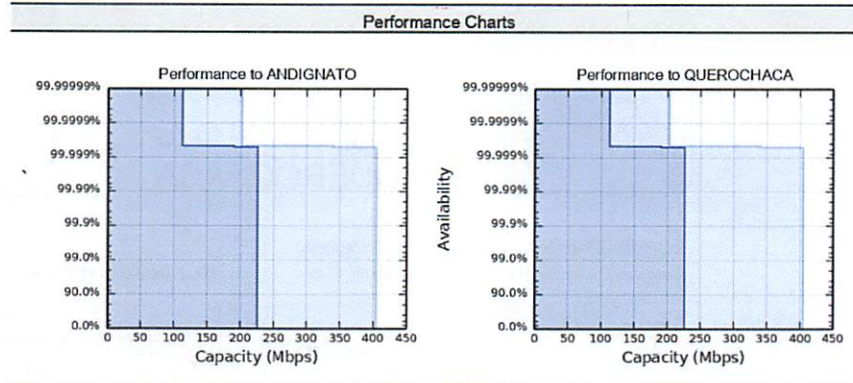


	Performance to ANDIGNATO	Performance to QUEROCHACA
Mean IP	225.6 Mbps	225.6 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	3.191 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	43.48 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	451.2 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	0 secs/year
Total Path Loss	117.79 dB	Prediction Model	ITU-R

Figura F. 3.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner





High Capacity, assumes there is no load in the other direction  
 Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

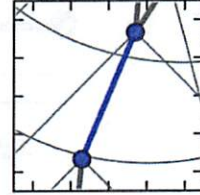
Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-134.63 N units/km	Gaseous Absorption Loss	0.02 dB
Area roughness 110x110km	953.71 metre	Link Type	Line-of-Sight
Geoclimatic factor	1.79e-05	Excess Path Loss	0.00 dB
Fade Occurrence Factor (P0)	4.53e-09	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-7, ITU-R P.835-4
Path inclination	8.63 mr	Diffraction Loss	ITU-R P.526-10
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Propagation	ITU-R P.530-12
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Rain Rate	ITU-R P.837-5
0.01% Rain rate	59.05 mm/hr	Refractivity Index	ITU-R P.453-9
Free Space Path Loss	117.78 dB		

Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	4	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
EW-E4PT6XX-WW	2	PTP 650/670 Extended Warranty, 4 additional years (per END)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

Figura F. 4.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner



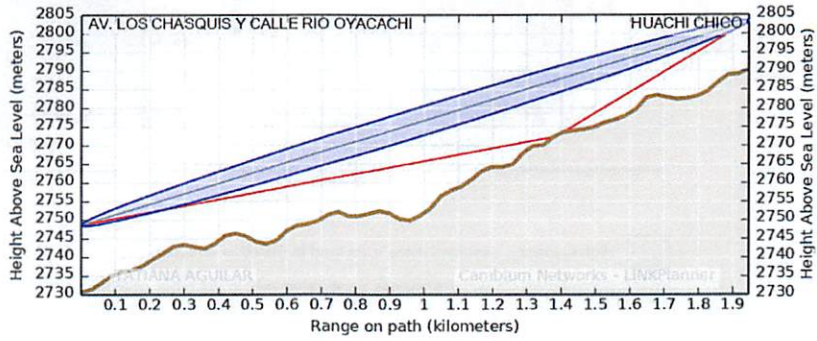
## AV. LOS CHASQUIS Y CALLE RIO OYACACHI to HUACHI CHICO



Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

Cambium Networks High Gain Integrated @ 18 m

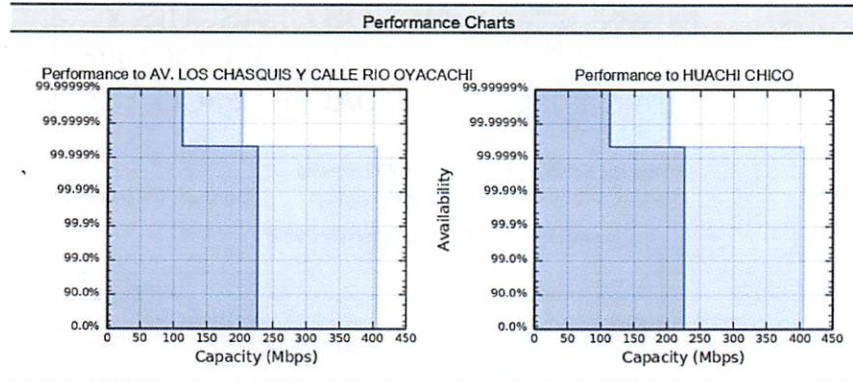
Cambium Networks High Gain Integrated @ 13 m



	Performance to AV. LOS CHASQUIS Y CALLE RIO OYACACHI	Performance to HUACHI CHICO
Mean IP	225.9 Mbps	225.9 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	1.946 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	47.78 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	451.7 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	0 secs/year
Total Path Loss	113.49 dB	Prediction Model	ITU-R

Figura F. 5.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner



- High Capacity, assumes there is no load in the other direction
- Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-134.94 N units/km	Gaseous Absorption Loss	0.01 dB
Area roughness 110x110km	964.72 metre	Link Type	Line-of-Sight
Geoclimatic factor	1.78e-05	Excess Path Loss	0.00 dB
Fade Occurrence Factor (P0)	4.04e-10	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-7, ITU-R P.835-4
Path inclination	28.06 mr	Diffraction Loss	ITU-R P.526-10
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Propagation	ITU-R P.530-12
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Rain Rate	ITU-R P.837-5
0.01% Rain rate	58.51 mm/hr	Refractivity Index	ITU-R P.453-9
Free Space Path Loss	113.48 dB		

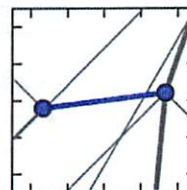
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	4	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
EW-E4PT6XX-WW	2	PTP 650/670 Extended Warranty, 4 additional years (per END)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

Figura F. 6.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner

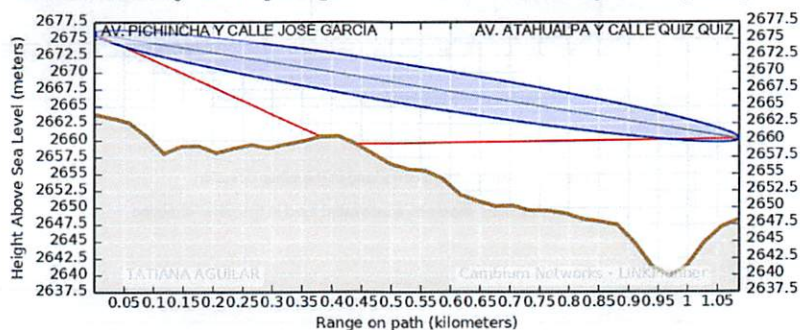




## AV. PICHINCHA Y CALLE JOSÉ GARCÍA to AV. ATAHUALPA Y CALLE QUIZ QUIZ



Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated  
 Cambium Networks High Gain Integrated @ 12 m      Cambium Networks High Gain Integrated @ 12 m

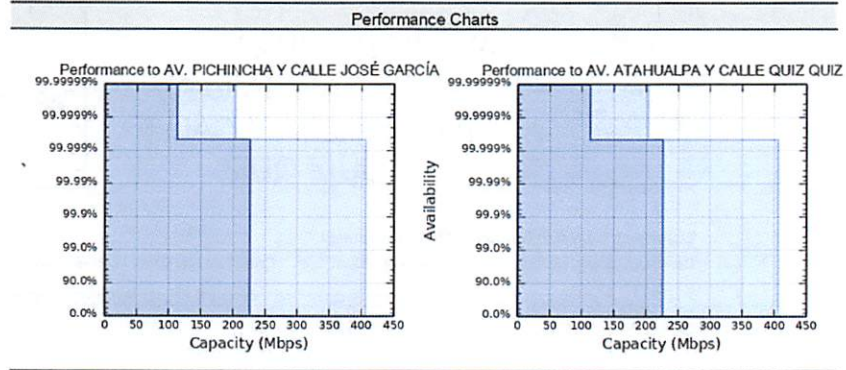


	Performance to AV. PICHINCHA Y CALLE JOSÉ GARCÍA	Performance to AV. ATAHUALPA Y CALLE QUIZ QUIZ
Mean IP	226.1 Mbps	226.1 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	1.087 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	52.85 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	452.2 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	0 secs/year
Total Path Loss	108.43 dB	Prediction Model	ITU-R

Figura F. 7.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner





High Capacity, assumes there is no load in the other direction  
 Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

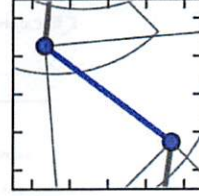
Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-135.16 N units/km	Gaseous Absorption Loss	0.01 dB
Area roughness 110x110km	964.63 metre	Link Type	Line-of-Sight
Geoclimatic factor	1.79e-05	Excess Path Loss	0.00 dB
Fade Occurrence Factor (P0)	1.38e-10	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-7, ITU-R P.835-4
Path inclination	14.37 mr	Diffraction Loss	ITU-R P.526-10
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Propagation	ITU-R P.530-12
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Rain Rate	ITU-R P.837-5
0.01% Rain rate	58.55 mm/hr	Refractivity Index	ITU-R P.453-9
Free Space Path Loss	108.42 dB		

Bill of Materials			
Part Number	Qty	Description	
01010419001	4	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable	
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)	
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord	
EW-E4PT6XX-VWV	2	PTP 650/670 Extended Warranty, 4 additional years (per END)	
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)	

Figura F. 8.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner



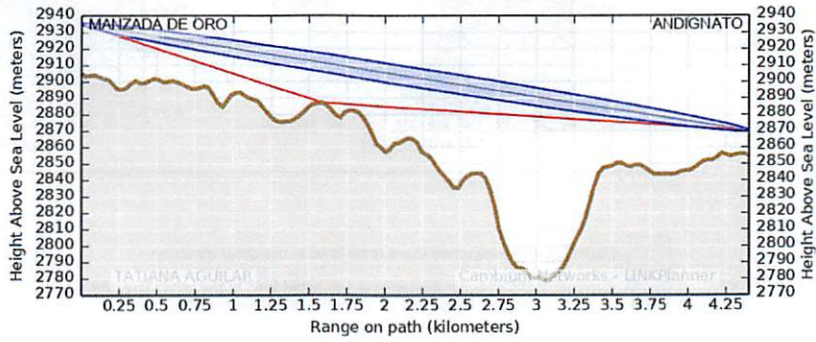
## MANZADA DE ORO to ANDIGNATO



Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

Cambium Networks High Gain Integrated @ 30 m

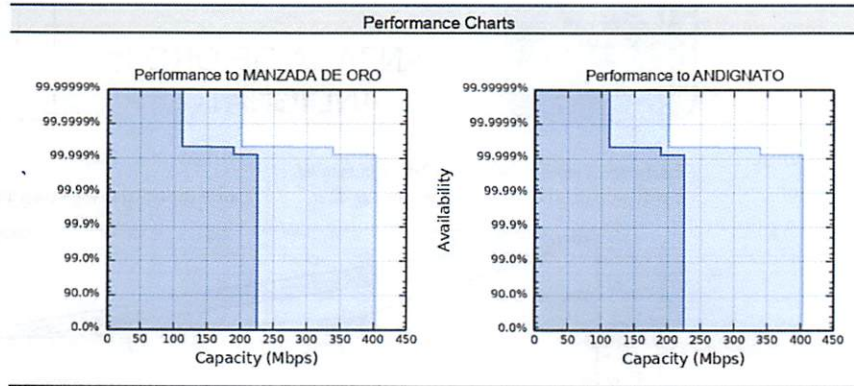
Cambium Networks High Gain Integrated @ 15 m



	Performance to MANZADA DE ORO	Performance to ANDIGNATO
Mean IP	225.1 Mbps	225.1 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	4.402 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	40.68 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	450.2 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	0 secs/year
Total Path Loss	120.59 dB	Prediction Model	ITU-R

Figura F. 9.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner



- High Capacity, assumes there is no load in the other direction
- Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-134.67 N units/km	Gaseous Absorption Loss	0.02 dB
Area roughness 110x110km	959.61 metre	Link Type	Line-of-Sight
Geoclimatic factor	1.78e-05	Excess Path Loss	0.00 dB
Fade Occurrence Factor (P0)	7.83e-09	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-7, ITU-R P.835-4
Path inclination	14.80 mr	Diffraction Loss	ITU-R P.526-10
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Propagation	ITU-R P.530-12
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Rain Rate	ITU-R P.837-5
0.01% Rain rate	58.71 mm/hr	Refractivity Index	ITU-R P.453-9
Free Space Path Loss	120.57 dB		

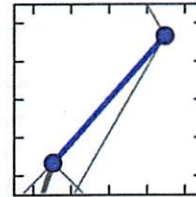
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	5	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
EW-E4PT6XX-WW	2	PTP 650/670 Extended Warranty, 4 additional years (per END)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

Figura F. 10.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner





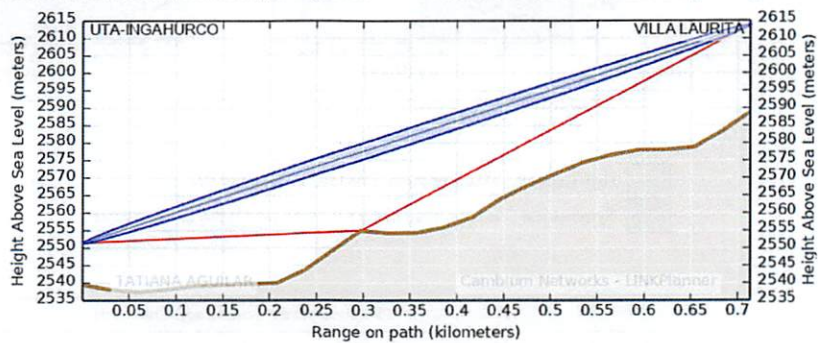
## UTA-INGAHURCO to VILLA LAURITA



Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

Cambium Networks High Gain Integrated @ 12 m

Cambium Networks High Gain Integrated @ 25 m

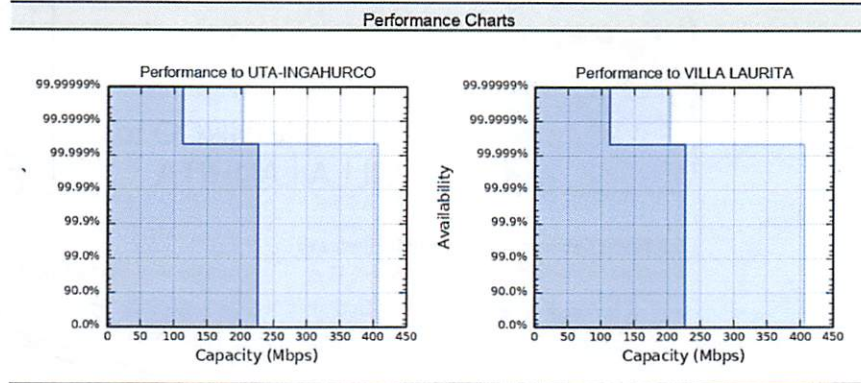


	Performance to UTA-INGAHURCO	Performance to VILLA LAURITA
Mean IP	226.1 Mbps	226.1 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	0.714 km	System Gain	157.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	52.51 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	452.2 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	0 secs/year
Total Path Loss	104.77 dB	Prediction Model	ITU-R

Figura F. 11.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner





High Capacity, assumes there is no load in the other direction  
 Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

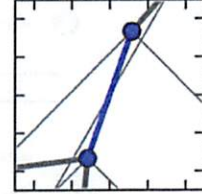
Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-135.43 N units/km	Gaseous Absorption Loss	0.00 dB
Area roughness 110x110km	956.46 metre	Link Type	Line-of-Sight
Geoclimatic factor	1.80e-05	Excess Path Loss	0.00 dB
Fade Occurrence Factor (P0)	8.21e-12	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-7, ITU-R P.835-4
Path inclination	87.30 mr	Diffraction Loss	ITU-R P.526-10
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Propagation	ITU-R P.530-12
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Rain Rate	ITU-R P.837-5
0.01% Rain rate	58.89 mm/hr	Refractivity Index	ITU-R P.453-9
Free Space Path Loss	104.77 dB		

Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	5	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
EW-E4PT6XX-WW	2	PTP 650/670 Extended Warranty, 4 additional years (per END)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

Figura F. 12.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner



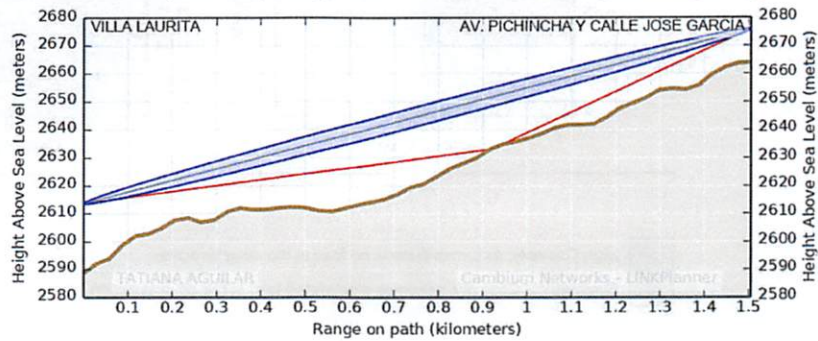
## VILLA LAURITA to AV. PICHINCHA Y CALLE JOSÉ GARCÍA



Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

Cambium Networks High Gain Integrated @ 25 m

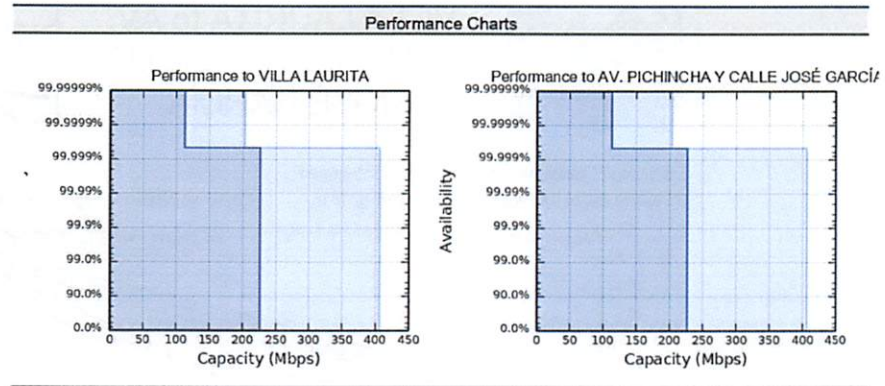
Cambium Networks High Gain Integrated @ 12 m



	Performance to VILLA LAURITA	Performance to AV. PICHINCHA Y CALLE JOSÉ GARCÍA
Mean IP	226.1 Mbps	226.1 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	1.505 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	50.02 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	452.2 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	0 secs/year
Total Path Loss	111.26 dB	Prediction Model	ITU-R

Figura F. 13.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner



High Capacity, assumes there is no load in the other direction  
 Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-135.31 N units/km	Gaseous Absorption Loss	0.01 dB
Area roughness 110x110km	959.76 metre	Link Type	Line-of-Sight
Geoclimatic factor	1.79e-05	Excess Path Loss	0.00 dB
Fade Occurrence Factor (P0)	1.61e-10	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-7, ITU-R P.835-4
Path inclination	41.28 mr	Diffraction Loss	ITU-R P.526-10
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Propagation	ITU-R P.530-12
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Rain Rate	ITU-R P.837-5
0.01% Rain rate	58.76 mm/hr	Refractivity Index	ITU-R P.453-9
Free Space Path Loss	111.25 dB		

Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	5	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
EW-E4PT6XX-WW	2	PTP 650/670 Extended Warranty, 4 additional years (per END)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

Figura F. 14.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner



## 11. ANDIGNATO

Hub Summary	
Hub Name	ANDIGNATO
Latitude	01.34067S
Longitude	078.60463W
Number of Access Points	1
Number of Connected Subscribers	0
Total Predicted DL Throughput	0.00 Mbps
Total Predicted UL Throughput	0.00 Mbps
Total Throughput	0.00 Mbps

Access Point Name	Product	Antenna Azimuth	Beamwidth	Band	Max Range	Connected Subscribers	Total Predicted Throughput
ANDIGNATO : 1	PMP450i	180.0°	90.0°	5.8 GHz	3 miles	0	0.00 Mbps

Bill of Materials : PMP Network		
Part Number	Qty	Description
01010419001	2	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E4PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 4 Additional Years
N000000L034	1	POWER SUPPLY, 30W, 56V - Gbps support
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the network level

Figura F. 15.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner



### 13. AV. ATAHUALPA Y CALLE QUIZ QUIZ

Hub Summary	
Hub Name	AV. ATAHUALPA Y CALLE QUIZ QUIZ
Latitude	01.25301S
Longitude	078.63449W
Number of Access Points	1
Number of Connected Subscribers	0
Total Predicted DL Throughput	0.00 Mbps
Total Predicted UL Throughput	0.00 Mbps
Total Throughput	0.00 Mbps

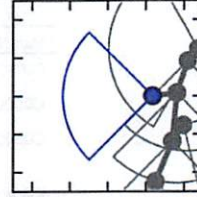
Access Point Name	Product	Antenna Azimuth	Beamwidth	Band	Max Range	Connected Subscribers	Total Predicted Throughput
AV. ATAHUALPA Y CALLE QUIZ QUIZ : 1	PMP450i	270.0°	90.0°	5.8 GHz	3 miles	0	0.00 Mbps

Bill of Materials : PMP Network		
Part Number	Qty	Description
01010419001	2	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E4PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 4 Additional Years
N000000L034	1	POWER SUPPLY, 30W, 56V - Gbps support
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the network level

Figura F. 16.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner



## AV. ATAHUALPA Y CALLE QUIZ QUIZ : 1



Access Point Summary	
AP Name	AV. ATAHUALPA Y CALLE QUIZ QUIZ : 1
Equipment Type	PMP450i (running Release 16.0)
Antenna Type	Cambium Networks 90° 4.9 - 6 GHz, 90/120 deg Sector Antenna
Modeled Beamwidth	90°
Antenna Azimuth	270.00° from True North 273.38° from Magnetic North
Antenna Tilt	0.0° (uptilt)
Connected Subscribers	0
Max Range	4 kilometers
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 MHz)
RF Channel Bandwidth	40 MHz
Total Predicted DL Throughput	0.00 Mbps
Total Predicted UL Throughput	0.00 Mbps
Total Predicted Throughput	0.00 Mbps
Downlink Data	75 %

Subscriber Module Summary					
Name	Latitude	Longitude	Product	Range	Antenna Gain

Figura F. 17.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner

Bill of Materials : Access Point		
Part Number	Qty	Description
01010419001	2	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E4PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 4 Additional Years
N000000L034	1	POWER SUPPLY, 30W, 56V - Gbps support
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the parent level

Mode	Total Mean Predicted Throughput (Mbps)	SMs per DL modulation			SMs per UL modulation		
		Quantity	Percent	Throughput (Mbps)	Quantity	Percent	Throughput (Mbps)
x8 (256QAM MIMO-B)	0	0	0	0	0	0	0
x6 (64QAM MIMO-B)	0	0	0	0	0	0	0
x4 (16QAM MIMO-B)	0	0	0	0	0	0	0
x2 (QPSK MIMO-B)	0	0	0	0	0	0	0
x4 (256QAM MIMO-A)	0	0	0	0	0	0	0
x3 (64QAM MIMO-A)	0	0	0	0	0	0	0
x2 (16QAM MIMO-A)	0	0	0	0	0	0	0
x1 (QPSK MIMO-A)	0	0	0	0	0	0	0

Figura F. 18.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner

## 15. AV. LOS CHASQUIS Y CALLE RIO OYACACHI

Hub Summary	
Hub Name	AV. LOS CHASQUIS Y CALLE RIO OYACACHI
Latitude	01.27121S
Longitude	078.62658W
Number of Access Points	1
Number of Connected Subscribers	0
Total Predicted DL Throughput	0.00 Mbps
Total Predicted UL Throughput	0.00 Mbps
Total Throughput	0.00 Mbps

Access Point Name	Product	Antenna Azimuth	Beamwidth	Band	Max Range	Connected Subscribers	Total Predicted Throughput
AV. LOS CHASQUIS Y CALLE RIO OYACACHI : 1	PMP450i	180.0°	90.0°	5.8 GHz	3 miles	0	0.00 Mbps

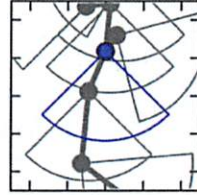
Bill of Materials : PMP Network		
Part Number	Qty	Description
01010419001	2	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E4PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 4 Additional Years
N000000L034	1	POWER SUPPLY, 30W, 56V - Gbps support
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the network level

Figura F. 19.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner





AV. LOS CHASQUIS Y  
CALLE RIO OYACACHI :  
1



Access Point Summary	
AP Name	AV. LOS CHASQUIS Y CALLE RIO OYACACHI : 1
Equipment Type	PMP450i (running Release 16.0)
Antenna Type	Cambium Networks 90° 4.9 - 6 GHz, 90/120 deg Sector Antenna
Modeled Beamwidth	90°
Antenna Azimuth	180.00° from True North 183.38° from Magnetic North
Antenna Tilt	0.0° (uptilt)
Connected Subscribers	0
Max Range	4 kilometers
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 MHz)
RF Channel Bandwidth	40 MHz
Total Predicted DL Throughput	0.00 Mbps
Total Predicted UL Throughput	0.00 Mbps
Total Predicted Throughput	0.00 Mbps
Downlink Data	75 %

Subscriber Module Summary					
Name	Latitude	Longitude	Product	Range	Antenna Gain

Figura F. 20.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner

Bill of Materials : Access Point		
Part Number	Qty	Description
01010419001	2	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E4PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 4 Additional Years
N000000L034	1	POWER SUPPLY, 30W, 56V - Gbps support
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the parent level

Mode	Total Mean Predicted Throughput (Mbps)	SMs per DL modulation			SMs per UL modulation		
		Quantity	Percent	Throughput (Mbps)	Quantity	Percent	Throughput (Mbps)
x8 (256QAM MIMO-B)	0	0	0	0	0	0	0
x6 (64QAM MIMO-B)	0	0	0	0	0	0	0
x4 (16QAM MIMO-B)	0	0	0	0	0	0	0
x2 (QPSK MIMO-B)	0	0	0	0	0	0	0
x4 (256QAM MIMO-A)	0	0	0	0	0	0	0
x3 (64QAM MIMO-A)	0	0	0	0	0	0	0
x2 (16QAM MIMO-A)	0	0	0	0	0	0	0
x1 (QPSK MIMO-A)	0	0	0	0	0	0	0

Figura F. 21.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner

## 21. HUACHI CHICO

Hub Summary	
Hub Name	HUACHI CHICO
Latitude	01.28744S
Longitude	078.63335W
Number of Access Points	1
Number of Connected Subscribers	0
Total Predicted DL Throughput	0.00 Mbps
Total Predicted UL Throughput	0.00 Mbps
Total Throughput	0.00 Mbps

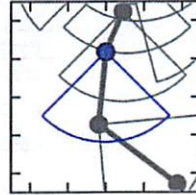
Access Point Name	Product	Antenna Azimuth	Beamwidth	Band	Max Range	Connected Subscribers	Total Predicted Throughput
HUACHI CHICO : 1	PMP450i	180.0°	90.0°	5.8 GHz	3 miles	0	0.00 Mbps

Bill of Materials : PMP Network		
Part Number	Qty	Description
01010419001	2	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E4PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 4 Additional Years
N000000L034	1	POWER SUPPLY, 30W, 56V - Gbps support
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the network level

Figura F. 22.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner



## HUACHI CHICO : 1



Access Point Summary	
AP Name	HUACHI CHICO : 1
Equipment Type	PMP450i (running Release 16.0)
Antenna Type	Cambium Networks 90° 4.9 - 6 GHz, 90/120 deg Sector Antenna
Modeled Beamwidth	90°
Antenna Azimuth	180.00° from True North 183.38° from Magnetic North
Antenna Tilt	0.0° (uptilt)
Connected Subscribers	0
Max Range	4 kilometers
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 MHz)
RF Channel Bandwidth	40 MHz
Total Predicted DL Throughput	0.00 Mbps
Total Predicted UL Throughput	0.00 Mbps
Total Predicted Throughput	0.00 Mbps
Downlink Data	75 %

Subscriber Module Summary					
Name	Latitude	Longitude	Product	Range	Antenna Gain

Figura F. 23.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner



Bill of Materials : Access Point		
Part Number	Qty	Description
01010419001	2	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E4PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 4 Additional Years
N000000L034	1	POWER SUPPLY, 30W, 56V - Gbps support
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the parent level

Mode	Total Mean Predicted Throughput (Mbps)	SMs per DL modulation			SMs per UL modulation		
		Quantity	Percent	Throughput (Mbps)	Quantity	Percent	Throughput (Mbps)
x8 (256QAM MIMO-B)	0	0	0	0	0	0	0
x6 (64QAM MIMO-B)	0	0	0	0	0	0	0
x4 (16QAM MIMO-B)	0	0	0	0	0	0	0
x2 (QPSK MIMO-B)	0	0	0	0	0	0	0
x4 (256QAM MIMO-A)	0	0	0	0	0	0	0
x3 (64QAM MIMO-A)	0	0	0	0	0	0	0
x2 (16QAM MIMO-A)	0	0	0	0	0	0	0
x1 (QPSK MIMO-A)	0	0	0	0	0	0	0

Figura F. 24.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner

## 23. MANZADA DE ORO

Hub Summary	
Hub Name	MANZADA DE ORO
Latitude	01.31660S
Longitude	078.63613W
Number of Access Points	1
Number of Connected Subscribers	0
Total Predicted DL Throughput	0.00 Mbps
Total Predicted UL Throughput	0.00 Mbps
Total Throughput	0.00 Mbps

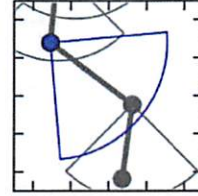
Access Point Name	Product	Antenna Azimuth	Beamwidth	Band	Max Range	Connected Subscribers	Total Predicted Throughput
MANZADA DE ORO : 1	PMP450i	130.0°	90.0°	5.8 GHz	4 miles	0	0.00 Mbps

Bill of Materials : PMP Network		
Part Number	Qty	Description
01010419001	3	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E4PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 4 Additional Years
N000000L034	1	POWER SUPPLY, 30W, 56V - Gbps support
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the network level

Figura F. 25.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner



MANZADA DE ORO : 1



Access Point Summary	
AP Name	MANZADA DE ORO : 1
Equipment Type	PMP450i (running Release 16.0)
Antenna Type	Cambium Networks 90° 4.9 - 6 GHz, 90/120 deg Sector Antenna
Modeled Beamwidth	90°
Antenna Azimuth	130.00° from True North 133.37° from Magnetic North
Antenna Tilt	0.0° (uptilt)
Connected Subscribers	0
Max Range	5 kilometers
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 MHz)
RF Channel Bandwidth	40 MHz
Total Predicted DL Throughput	0.00 Mbps
Total Predicted UL Throughput	0.00 Mbps
Total Predicted Throughput	0.00 Mbps
Downlink Data	75 %

Subscriber Module Summary					
Name	Latitude	Longitude	Product	Range	Antenna Gain

Figura F. 26.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner

Bill of Materials : Access Point		
Part Number	Qty	Description
01010419001	3	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E4PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 4 Additional Years
N000000L034	1	POWER SUPPLY, 30W, 56V - Gbps support
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the parent level

Mode	Total Mean Predicted Throughput (Mbps)	SMs per DL modulation			SMs per UL modulation		
		Quantity	Percent	Throughput (Mbps)	Quantity	Percent	Throughput (Mbps)
x8 (256QAM MIMO-B)	0	0	0	0	0	0	0
x6 (64QAM MIMO-B)	0	0	0	0	0	0	0
x4 (16QAM MIMO-B)	0	0	0	0	0	0	0
x2 (QPSK MIMO-B)	0	0	0	0	0	0	0
x4 (256QAM MIMO-A)	0	0	0	0	0	0	0
x3 (64QAM MIMO-A)	0	0	0	0	0	0	0
x2 (16QAM MIMO-A)	0	0	0	0	0	0	0
x1 (QPSK MIMO-A)	0	0	0	0	0	0	0

Figura F. 27.- Descripción de Enlace de los campus UTA realizado en el software Link Planner