



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRONICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**CONECTIVIDAD DE INTERNET SATELITAL DE BANDA ANCHA
STARLINK, Y CONEXIÓN ENTRE EDIFICIO F & H. Y AREAS
REMOTAS UTILIZANDO ANTENAS Tx/Rx SECTORIALES DE 90
GRADOS.**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO EN ELECTRONICA**

PRESENTADO POR:

BR. FRANCISCO JAVIER AGUILUZ MOLINA

BR. VIDAL OSWALDO ORELLANA TORRES

BR. WILBERTH JOSUÉ PERAZA BONILLA

SANTA TECLA, SEPTIEMBRE 2025



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

ING. ROSENDO MAURICIO SERMEÑO PALACIOS
RECTOR

DR. FRANCISCO ALFREDO CARRILLO LAREYNAGA
VICE-RECTOR

ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL

LIC. CARLOS ALBERTO COCA MUÑOZ
FISCAL

ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ING. RENE EDUARDO CUELLAR FIGUEROA
DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRONICA

SANTA TECLA, SEPTIEMBRE 2025



ASESOR

ING. FRANCISCO ERNESTO COLORADO GUTIERREZ

JURADO EVALUADOR

ING. EDUARDO ANTONIO FERMAN ARANA

ING. JOSE ALEXANDER RAMIREZ HERNANDES

ING. ANA GLADIS REVELO VERDI

SANTA TECLA, SEPTIEMBRE 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS TREINTA Y NUEVE

A las ocho horas y treinta minutos del sábado veintisiete de septiembre de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por FRANCISCO JAVIER AGUILUZ MOLINA en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

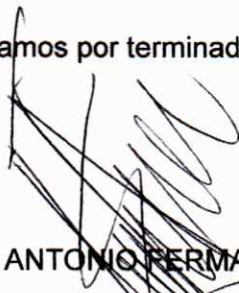
" CONECTIVIDAD DE INTERNET SATELITAL DE BANDA ANCHA STARLINK, Y CONEXIÓN ENTRE EDIFICIO "F" Y "H" Y AREAS REMOTAS, UTILIZANDO ANTENAS SECTORIALES DE 90 GRADOS".

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

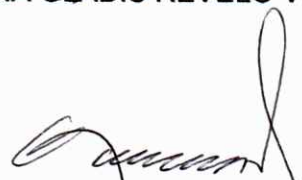
De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de NOVE PUNTO TRES (9.3), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO EN ELECTRONICA

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.


ING. EDUARDO ANTONIO PERMAN ARANA


ING. JOSE ALEXANDER RAMIREZ HERNANDEZ


INGA. ANA GLADIS REVELO VERDI


ING. ROOSELVEY ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS TREINTA Y SIETE

A las ocho horas y treinta minutos del sábado veintisiete de septiembre de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por VIDAL OSWALDO ORELLANA TORRES en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

" CONECTIVIDAD DE INTERNET SATELITAL DE BANDA ANCHA STARLINK, Y CONEXIÓN ENTRE EDIFICIO "F" Y "H" Y AREAS REMOTAS, UTILIZANDO ANTENAS SECTORIALES DE 90 GRADOS".

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de BUENO PUNTO DOS (9.2), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO EN ELECTRONICA

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.

ING. EDUARDO ANTONIO FERNAN ARANA

ING. JOSE ALEXANDER RAMIREZ HERNANDEZ

INGA. ANA GLADIS REVELO VERDI

ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS TREINTA Y OCHO

A las ocho horas y treinta minutos del sábado veintisiete de septiembre de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por WILBERTH JOSUE PERAZA BONILLA en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

" CONECTIVIDAD DE INTERNET SATELITAL DE BANDA ANCHA STARLINK, Y CONEXIÓN ENTRE EDIFICIO "F" Y "H" Y AREAS REMOTAS, UTILIZANDO ANTENAS SECTORIALES DE 90 GRADOS".

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de NUEVE PUNTO UNO (9.1), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO EN ELECTRONICA

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.

ING. EDUARDO ANTONIO FERNAN ARANA

ING. JOSE ALEXANDER RAMIREZ HERNANDEZ

INGA. ANA GLADIS REVELO VERDI

ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero expresar mi más sincera gratitud a Dios Todopoderoso por haberme dado la salud, la fuerza y la sabiduría para llevar a cabo este proyecto. Su infinita bondad me ha acompañado en cada paso del camino y me ha permitido superar los obstáculos que se han presentado en este tiempo.

En segundo lugar, quiero agradecer a mi amada esposa, por su apoyo incondicional y su amor inquebrantable, mi fuente de inspiración y mi compañera en este viaje. Su paciencia, comprensión y aliento han sido esenciales para mi éxito. De igual manera, quiero extender mi más profundo agradecimiento a mi familia, quienes siempre han creído en mí y me han brindado su apoyo incondicional. Sus palabras de aliento y sus oraciones para mi bien.

Agradezco a la UTLA, catedráticos y compañeros del trabajo de graduación quienes han sido un pilar fundamental en este proyecto académico.

AGUILUZ MOLINA, FRANCISCO JAVIER

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme dado la vida, la salud, trabajo, el tiempo y por la sabiduría para guiarme en la vida y para concluir los estudios en la Universidad Técnica Latinoamericana. Por haberme dado un empleo y tener los recursos económicos para financiar la carrera, así como todos los costos que ella conlleva. A mis Padres Rutilio Orellana y Fidelina Torres, por haberme inculcado los valores del respeto, honradez, obediencia y sobre todo el respeto a las personas mayores y personas en general.

A mi esposa, Claudia Mejía por todo el apoyo en mi vida, y por darme siempre ánimo el que me brinda día con día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales. A mi amada hija Milca por ser mi esperanza y mi mayor tesoro.

A la UTLA, por haberme recibido para cursar la carrera que ante este documento de anteproyecto estoy defendiendo y haber conformado con mucho gusto la comunidad educativa.

A los Catedráticos, de la Universidad quienes con mucho profesionalismo desarrollaron las habilidades mentales y físicas de una persona, así como fomentar el aprendizaje y el desarrollo personal.

ORELLANA TORRES, VIDAL OSWALDO

AGRADECIMIENTOS

A Dios, en primer lugar, expresar mi más profundo agradecimiento por darme fuerza y sabiduría en este largo y difícil camino por iluminarme en los momentos más oscuros y darme el aliento necesario para seguir adelante y no desistir cuando las cosas parecían imposible. Dios es fundamental en mi vida y estoy agradecido por tener por tener la oportunidad de alcanzar esta meta, sin él nada de esto fuese posible ya que siempre proveyó en todo momento para superar cada obstáculo. **TODA LA GLORIA Y LA HONRA A ÉL.**

A mis amados Padres, no hay palabras que puedan expresar mi infinito agradecimiento. Han sido mi motivación, brindándome su amor incondicional, dándome ese apoyo constantemente y darme toda la confianza en mis habilidades y creyendo en mí que todo lo que puedo lograr y alcanzar. Su dedicación y sacrificio me permitieron perseguir mis sueños y superar cada obstáculo que se presentó en mi camino. Gracias por ser mi fuente de inspiración, guía y fortaleza. Este logro también es de ellos.

A la UTLA, Agradezco a la Universidad por recibirme y darme la oportunidad de crecer académica y personalmente. El conocimiento y la experiencia adquiridos aquí han sido fundamental para mi desarrollo profesional y personal. Gracias por ser una parte tan importante de este capítulo de mi vida.

PERAZA BONILLA, WILBERTH JOSUE

Índice

1. CAPÍTULO I Conceptualización del problema.....	1
1. Conceptualización del problema.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Antecedentes o generalidades del problema.....	1
1.3. Descripción del problema.....	2
1.4. Formulación del problema.....	2
1.5. Importancia de la investigación.....	3
1.6. Justificación del problema.....	3
1.7. Alcance del proyecto.....	4
1.8. Limitantes del proyecto.....	4
1.9. Delimitación del problema.....	5
1.10. Aporte a la solución del problema.....	6
1.11. Objetivos.....	7
1.11.1. Objetivo general.....	7
1.11.2. Objetivos específicos.....	7
1.12. Fundamentos socioeconómicos.....	8
1.13. Marco legal.....	8
1.14. Metodología de la investigación.....	19

1.14.1.	Ubicación de la investigación.	20
1.14.2.	Ubicación de la investigación.	21
1.15.	Técnicas de recolección de información	21
1.15.1.	Población y muestra.	22
1.15.2.	Cronograma de Trabajo de Campo.	22
2.	CAPITULO Marco Teórico	25
2.1.	Fundamentos conceptuales y teóricos.	25
2.2.	Ondas mecánicas.	25
2.3.	Tipos de ondas.	26
2.4.	Movimiento ondulatorio.	27
2.5.	Movimiento ondulatorio.	28
2.6.	La frecuencia de una onda transversal periódica (f).....	30
2.7.	Ondas electromagnéticas.	31
2.8.	Teoría ondulatoria (según Maxwell).	31
2.9.	La luz.	31
2.10.	Ecuaciones de Maxwell.	33
2.11.	Ley de Gauss.	33
2.12.	Medios de transmisión en las telecomunicaciones.	37
2.13.	Medios de transmisión de datos guiados.	37
2.14.	Medios de transmisión no guiados.	41

2.15. Velocidades de transmisión de medios guiados y no guiados.....	42
2.16. Cálculo de velocidad de una señal por medio del vacío y por cable de fibra óptica.....	44
2.17. Conectividad en las TICs.	46
2.18. Proveedor de servicio de internet (ISP).....	46
2.19. Inclinação y altitud variables.	47
2.20. Constelación de satélites Starlink.....	47
2.21. Antena sectorial ubiquiti LBE 5 Ac Gen2.....	47
2.22. Sistema de coordenadas.....	48
2.23. Satélite artificial.	50
2.24. Construcción de los satélites.	51
2.25. Tipos de satélite.....	53
2.26. Constelaciones de satélites GEO, MEO y LEO.	59
2.27. Constelación de satélites Starlink.....	62
2.28. Constelación de satélites Starlink.....	62
2.29. Frecuencia utilizada por satélites Starlink.....	64
2.30. Radiación electromagnética	65
2.31. Espectro electromagnético	66
2.32. Antenas (TX. receptor y TR transmisor).....	68
2.33. Antena de televisión por Satélite.....	68
2.34. Construcción de antena satelital.	71

2.35. Antena Tx y Rx del tipo sectoriales.	72
2.36. Antena sectorial ubiquiti LBE 5ac Gen2, para conectar edificios F y H.	74
2.37. ¿Cómo seleccionar el mejor proveedor del servicio de internet un ISP?	75
2.38. Plano de la estructura metálica para instalar antena Starlink.	76
2.39. Dispositivo I antena Dishy rectangular de Starlink.....	77
2.40. Dispositivo II Router generación wifi 5.	78
2.41. Dispositivo III, switch con tecnología POE de 24 puertos.....	78
2.42. Accesorios (rack, 2 baterías, 1 ups y 1 Access Point (AP)).	79
3. CAPÍTULO Ubicación, diseño e instalación de la conectividad de internet satelital Starlink, conexión entre edificio F y H utilizando antenas Tx y Rx, sectoriales de 90°	83
3.1. Ubicación, diseño e instalación.	83
3.2. Diseño e instalación de red.....	90
3.3. Instalación de la estructura de la antena Starlink y sectorial (transmisor).	95
3.4. Instalación de estructura para la antena sectorial en el edificio H.	96
3.5. Instalación y configuración del kit y comprobación de la conectividad.	98
3.6. Activación del servicio de internet en línea.	98
3.7. Prueba de conectividad entre los edificios F y H.	101
3.8. Prueba del servicio de internet en el edificio H (funcionando correctamente).	102
3.9. Términos de contrato del servicio de internet Starlink (acuerdo o contrato, entre usuario y Starlink).	106

3.10. Modalidad de pago.	106
3.11. ¿Cómo funciona la facturación para empresas?	108
3.12. Características principales:.....	112
3.13. Soporte Técnico.....	113
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	114
RECOMENDACIÓN PARA UNA RED INFORMATICA SEGURA	115
GLOSARIO	116
ANEXOS	120
ANEXO 1. GUIA DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS	122
ANEXO 2. MANUAL DE ADMINISTRACIÓN PARA EQUIPOS	125
REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA	148

Índice de imágenes

Imagen 1 Ubicación geográfica del proyecto	20
Imagen 2 Flujograma de procesos	21
Imagen 3 Cronograma de fases y tiempos de aplicación del proyecto.....	24
Imagen 4 Onda transversal	27
Imagen 5 Movimiento ondulatorio	27
Imagen 6 Onda Longitudinal	29
Imagen 7 La frecuencia (f) de una onda transversal periódica	30

Imagen 8	La luz, está formada de campos eléctricos y magnéticos	32
Imagen 9	Campo eléctrico a través de una superficie	33
Imagen 10	Medios de transmisión.....	37
Imagen 11	Fibra óptica monomodo.....	38
Imagen 12	Fibra óptica multimodo	39
Imagen 13	Características de la fibra óptica.....	40
Imagen 14	Medios no guiados	41
Imagen 15	Velocidad máxima de la luz en fibra óptica 208,1850 km/s.....	42
Imagen 16	Velocidad máxima de la señal satelital 299.813 Km/s.....	43
Imagen 17	Prueba velocidad transmisión datos entre nueva york y chicago	44
Imagen 18	Satélites naturales	49
Imagen 19	Satélites artificiales.....	51
Imagen 20	Orbitas de ubicación de los tipos de satélite.....	54
Imagen 21	Órbita del satélite leo	55
Imagen 22	Orbitas del Satélite Meo	56
Imagen 23	Orbitas del satélite Geo.....	56
Imagen 24	Orbita de satélite sso	58
Imagen 25	Órbita del satélite Gto.....	58
Imagen 26	Constelación de satélites.....	60
Imagen 27	Constelación de los satélites Meo, Geo y Leo	60
Imagen 28	Constelaciones específicas del satélite Starlink.....	63
Imagen 29	Frecuencia utilizada en la red satelital de Starlink	65
Imagen 30	Movimiento de los electrones.....	66

Imagen 31	Rango de ondas electromagnéticas	67
Imagen 32	Dispositivos para transmitir y recibir ondas electromagnéticas	69
Imagen 33	Antena parabólica	69
Imagen 34	Starlink Dishy (plato)	70
Imagen 35	Estructura de antena satelital Starlink	71
Imagen 36	Etapas de transmisión y receptor de antena Starlink.....	71
Imagen 37	Cobertura de la antena sectorial de 90 grados	72
Imagen 38	Antena sectorial de 90°	74
Imagen 39	Estructura de antenas en edificio F	77
Imagen 40	Switch tecnología POE de 24 puertos, instalado en gabinete central.....	79
Imagen 41	Rack principal instalado sobre la pared.	80
Imagen 42	Batería para respaldo	80
Imagen 43	UPS para la protección del Kits Starlink.	81
Imagen 44	Representación gráfica de un AP.....	82
Imagen 45	Ubicación y Vista de planta UTLA	84
Imagen 46	Tipología de red, que se instaló y configuró.....	90
Imagen 47	Diseño de la red instalada y configurada en la UTLA.....	92
Imagen 48	Estructura de antenas en edificio F	93
Imagen 49	Gabinete y rack central	93
Imagen 50	Switch instalado y su equipo de respaldo	94
Imagen 51	Antena Starlink y antena sectorial.	95
Imagen 52	Estructura del edificio H, sosteniendo la antena sectorial.	96
Imagen 53	Instalación de circuito eléctrico y respaldo	97

Imagen 54	AP para replicar el servicio de internet del edificio H.....	98
Imagen 55	Configuración del kit y activación.....	99
Imagen 56	Activación del servicio de internet en línea.....	100
Imagen 57	Muestra de la comunicación establecida en el edificio H.....	101
Imagen 58	Prueba del servicio de internet excelente en el edificio H.....	102
Imagen 59	Prueba de velocidad de internet básica de Starlink	103
Imagen 60	Ordenamiento e identificación y viñetado red en gabinete	104
Imagen 61	Identificación con viñetas el circuito eléctrico	104
Imagen 62	Verificación al funcionamiento del proyecto por parte del Jurado.....	105
Imagen 63	Visita al Gabinete de equipos telecomunicaciones por parte del jurado	105

Índice de tablas

Tabla 1	Aplicaciones de fibra óptica	40
Tabla 2	Parámetros de cada constelación de los satélites.....	63
Tabla 3	Especificaciones técnicas de la Antena sectorial de 90°	74
Tabla 4	Direccionamiento IPv4 y configuración de VLANs.....	91
Tabla 5	Identificación de viñetas en el Switch	103

INTRODUCCIÓN

El tiempo, es un recurso inmaterial, intransferible e irrecuperable por naturaleza, a pesar de ser el activo más valioso para toda institución o corporación independientemente de su tamaño, es el que menos se administra correctamente, obteniendo lamentables resultados en una actividad de administración. Solamente ejerciendo controles sobre este valioso ingrediente es posible poner en marcha las demás tareas administrativas, el tiempo es el punto de apoyo de Arquímedes el eje sobre el cual rotan todos los elementos que conforman cualquier asociación, compañía, colectivo y por supuesto persona.

La mayoría de las empresas utilizan el costo beneficio con alta rentabilidad financiera, otros activos son totalmente recuperables y pueden utilizarse en algún propósito alternativo si su primer uso no resulta satisfactorio.

El beneficio financiero: En la Universidad Técnica Latinoamericana cuya misión es la formación académica de profesionales capacitados brindando beneficios en sus carreras y a la sociedad, capaces de hacer innovaciones en el contorno de las actividades como ser humano para el desarrollo económico y social.

La eficiencia de esta actividad hoy en día, se complementa con una herramienta fundamental que son las Tecnologías de información, para obtener mejores logros competitivos en las actividades diarias, un buen proveedor de servicios de internet ISP¹ se vuelve pilar fundamental y que proporcione un excelente servicio de conectividad de datos, ya sea por medios de cables de fibra óptica que también son los que tienen diferentes velocidad en la transmisión de información a través de la red, con la desventaja que son medios físicos y que por un accidente, actualización o desastre natural, con facilidad presentarán fallas que requieren

¹ Siglas de **ISP**: Proveedor de Servicios de Internet.

de un tiempo prudencial para volver a restablecer la conectividad, debido a que la reparación o fusión de una ruptura de un cable de fibra óptica requiere de personal y equipo certificado, para su reparación. Sin embargo, el contar con una conectividad de servicio de datos adicional, como es un medio diferente de conexión satelital, que utiliza ondas electromagnéticas para enviar haz de dato a cientos de megabits por segundo.

La antena de Starlink cambia de satélite cada cuatro minutos en la constelación de satélites, que se encuentra a 550 km fuera de la atmósfera de la tierra, que se mueven a una velocidad de 27,000 km/h, por esta razón la conexión satelital es la que tiene el primer lugar en cuanto a velocidad de transmisión de datos.

1. CAPÍTULO I Conceptualización del problema

1. Conceptualización del problema.

1.1. Planteamiento del problema.

Hoy en día, el acceso a Internet² de banda ancha es la columna vertebral de toda institución para superar barreras como la distancia, limitaciones de tiempo, desastres naturales, pandemias, hacer publicidad en diferentes redes sociales, eventos o ferias universitarias. Donde la conexión a internet es vital, es esencial contar con una conectividad a Internet eficaz y eficiente, para garantizar una participación exitosa y una comunicación fluida.

La universidad enfrenta dificultades para garantizar una conectividad estable y de alta velocidad en sus campus experimentales y lugares temporales donde se llevan a cabo diferentes tipos eventos especiales que limitan el desarrollo de actividades académicas, administrativas y de investigación.

Ante esta situación, se identifica la necesidad de implementar una solución tecnológica portátil, flexible y eficiente, como el sistema Starlink, que permite brindar internet satelital de alta velocidad en cualquier ubicación que la universidad lo requiera.

1.2. Antecedentes o generalidades del problema.

Las actividades académicas en general, la transferencia del conocimiento en las tecnologías de la información en la educación superior. En la actualidad, la conectividad al servicio de internet de banda ancha es esencial, ya que permite superar barreras de distancia, tiempo, facilitando la comunicación y participación efectiva. La introducción de tecnologías

² La máxima tasa de transferencia de internet satelital es de 20 a 30 Gbps.

como Internet satelital de banda ancha, como Starlink, ha despertado un interés significativo debido a su alta velocidad y portabilidad. Sin embargo, persisten desafíos en la optimización de esta conectividad, especialmente en entornos donde se requiere una conexión entre edificios para facilitar la comunicación interna de una institución debido a que la universidad se encuentra distribuida en distintas edificaciones. Qué se dificulta instalar una sola conectividad de ISP.

1.3. Descripción del problema.

La Universidad Técnica Latinoamericana cuenta con diferentes proveedores de internet para los edificios F y H, lo que ocasiona lentitud en la navegación, incremento de costos y/o gastos y la señal se ve afectada por diferentes factores no controlables como: La distancia, interferencias físicas, ruido y otros de carácter natural (lluvias, vientos, etc.) Esto generan un impacto negativo en la estabilidad de la conexión remota e ineficiencia de las operaciones de la comunidad estudiantil.

La universidad tiene como desafío garantizar una conexión a internet estable y de alta velocidad en sus campus experimentales y en ubicaciones temporales donde se realizan diversas actividades que la institución desarrolla.

1.4. Formulación del problema.

¿Cómo optimizar la conectividad a Internet en espacios temporales, campus experimentales, así como al interior y exterior de la Universidad Técnica Latinoamericana y generar beneficios económicos y no económicos en el servicio? Y enlazar el edificio F con el edificio H, con el servicio de internet.

1.5. Importancia de la investigación.

La conectividad a Internet hoy en día es de gran relevancia para cualquier institución así como también para el mismo desarrollo humano, a través de la investigación se busca comprender y analizar los datos recopilados³ de la situación actual de la Universidad con respecto a la calidad en el servicio de Internet que posee, también, se busca analizar detalladamente los costos en los que incurre para poder determinar beneficios económicos, garantizar la conectividad de toda la actividad académica y brindar solución a la problemática mediante la propuesta y ejecución del proyecto.

1.6. Justificación del problema.

La garantía de una conectividad en comunicación vía Internet segura y fundamental para desarrollar las actividades académicas presenciales y virtuales durante las 24/7 horas de los 365 días del año, de la comunidad estudiantil, plana de docentes y personal administrativo de la Universidad Técnica Latinoamericana que demanda de una infraestructura robusta y diversificada. En este contexto, la combinación de backbone o red troncal física de fibra óptica y señal satelital se vuelven indispensables, especialmente ante posibles fallas de cortes del servicio del enlace de internet con los proveedores ISP por medios físicos. Otro beneficio de la conectividad del kit de Starlink, es una alta velocidad, baja latencia y el servicio de portabilidad incorporado, que emerge como un componente vital en este binomio, ya que ofrece la capacidad de utilizarse en cualquier sector del país según requerimiento, aportando así una cobertura amplia y confiable, tanto en áreas urbanas como rurales. Este enfoque híbrido no solo garantiza una conectividad en comunicación vía internet efectiva y eficiente.

³ Ver tabla 1.1 de costos de los servicios de internet en ANEXOS.

1.7. Alcance del proyecto.

Comunidad Universitaria Estudiantil:

- **Docentes:** Los catedráticos podrán impartir las clases o conectarse a las plataformas digitales con mayor velocidad de navegación.
- **Estudiantes:** Tendrán a disposición una red con mayor velocidad de navegación para realizar sus distintas actividades y hacer uso de plataformas digitales relacionadas a sus estudios.
- **Personal Administrativo:** Conexión segura, de mayor velocidad de navegación para el intercambio de información interna, externa y desarrollo de actividades operativas eficientes.

1.8. Limitantes del proyecto.

El estado del techo del edificio H, se encuentra deteriorado y no soporta el peso del personal técnico para instalación de la estructura de la antena Rx sectorial. El acceso al edificio H, fue condicionado para evitar interferencias a personal docente y administrativo en el horario laboral. El espacio físico donde se instaló la estructura de la antena Rx, se condicionó para evitar interferencia con la estructura de la estación meteorología.

Por la naturaleza de seguridad informática del área de las TICs, no fue posible acceder a información de administración del área de tecnología. La universidad debe cotar con una topología de red que incluyan equipos de seguridad y equipos para la integración de esta conectividad como, router de proveedores de ISP y Firewall gestionado.

- **Contratación de servicio:** La administración de la universidad dará continuidad y pago del servicio, en la plataforma de Starlink, mensual o anual según lo requiera

la universidad, luego de haber efectuado la transferencia y asignación en línea por nuestro equipo, links para contratos <https://www.starlink.com/business>.

➤ **Mantenimiento de antenas sectoriales:** Se adquieren e instalarán 1 antena satelital (dishy), 2 antenas sectoriales en los edificios F (1 antena emisora) y edificio H (1 antena receptora) de 90° Ubiquiti LBE 5ac Gen2 las cuales pasarán a ser parte de los bienes de la universidad y el mantenimiento será responsabilidad de la misma o en su defecto el departamento de informática.

➤ **Actualización de software:** Si es requerida una actualización del software de las antenas será responsabilidad de la universidad instalarlo o en su defecto el departamento de informática.

1.9. Delimitación del problema.

Conexión a internet, de banda ancha que utiliza el vacío como medio de transmisión de las ondas electromagnéticas (satelital), logrando así una alta velocidad y una latencia de 20 Nanosegundos.

➤ **Tiempo de ejecución:** La investigación y ejecución del proyecto se realizará desde el 5 de marzo al 31 de octubre del 2024. La información presentada en esta investigación se toma como referencia la línea de tiempo de evolución desde el año 1994 hasta la actualidad (2024).

➤ **Espacial:** Investigación de campo en. Universidad Técnica Latinoamericana, edificios **F** y **H**.

➤ **Teórica:** La teoría contenida en esta investigación se fundamenta principalmente en los siguientes temas: Conectividad a internet satelital, electromagnetismo, antenas, libro de líneas de transmisión, electricidad y ondas.

1.10. Aporte a la solución del problema.

La implementación de un kit de conectividad satelital que incluye una antena, un Reuter, una base de antena y un cable de conexión de 15 metros ofrece una solución integral para acceder a Internet de banda ancha con una mínima latencia de afectación de 20 ms. Esta solución proporciona a la Universidad la capacidad de conectarse a Internet en cualquier ubicación, ya sea en sus edificios principales, en áreas remotas como el campo experimental de Zapotitán o en cualquier lugar donde se requiera acceso a la red. La portabilidad y versatilidad de este kit garantizan una conectividad confiable y de alta velocidad, lo que permite a la Universidad llevar a cabo sus actividades académicas y de investigación sin limitaciones geográficas.

Para facilitar la integración del servicio de conectividad satelital, se establecerá la conexión directa al mismo switch que la Universidad utiliza con el proveedor de servicio de Internet actual. No se necesitarán equipos adicionales, lo que simplificará la implementación y reducirá los costos operativos. Esto permitirá realizar cálculos precisos para la instalación del internet Starlink.

Esta estrategia garantiza una transición suave y eficiente hacia la conectividad satelital, sin interrupciones en la infraestructura de red existente y con un mínimo impacto en las operaciones diarias de la Universidad.

La conectividad de los edificios F y H, se realizará con dos antenas sectoriales de 90 grados marca Ubiquiti LBE 5ac Gen2, instaladas dentro de la Universidad, se ofrece ampliar cobertura del servicio de internet, logrando así un beneficio de prescindir de un proveedor de servicio de internet ISP. Aclarando que estas antenas están dentro del espectro permitido por las normas de telecomunicaciones de la SIGET de El Salvador.

El servicio técnico ya presente en El Salvador es: Starlink El Salvador LTDA. de C.V. instalado a partir del presente año (2024).

Se adquirió el kit de Starlink luego se transfirió nombre de la Universidad Técnica Latinoamericana y las antenas sectoriales que fueron instaladas una en el edificio F y la otra en el para la conectividad entre los edificios F y H.

1.11. Objetivos.

1.11.1. Objetivo general.

Implementar una red que proporcione servicio de internet de alta velocidad, mayor ancho de banda mediante la configuración y optimización del kit Starlink, asegurando un desempeño eficiente, estable, para satisfacer las necesidades de conectividad que beneficie a toda la comunidad educativa, docentes y personal administrativo. Su portabilidad permitirá una conexión eficaz en cualquier punto geográfico que la universidad demande.

1.11.2. Objetivos específicos.

➤ Desarrollar otra opción de conectividad con el servicio de internet Starlink, logrando con esto cumplir los objetivos de la administración académica de la universidad.

- Determinar el costo-beneficio del servicio de internet actual frente a la propuesta del trabajo de investigación.
- Mejorar la velocidad del servicio de internet en la universidad, para optimizar la conectividad y la eficiencia en el acceso a plataformas y recursos digitales.
- Instalar antenas sectoriales para conectar la señal de internet entre edificios.
- Aplicar (Implementar) la portabilidad del kit Starlink para garantizar la conectividad en ubicaciones remotas, temporales o de difícil acceso permitiendo el despliegue flexible del servicio en diferentes campus o edificaciones de la Universidad.

1.12. Fundamentos socioeconómicos.

El proyecto tiene como objetivo presentar a la Universidad una oportunidad significativa para amortizar sus egresos. Esta propuesta es una alternativa viable y considerable, esta solución además de viable, ofrece una mejora sustancial en la calidad del servicio, que mejorará el servicio de internet al ofrecer una mejor calidad a un menor costo, según indicadores financieros en documentos anexos del. Relación costo beneficio.

1.13. Marco legal.

Son las leyes, que la empresa internacional Starlink en El Salvador, se compromete a cumplir según lo firmado en la concesión del servicio de internet de banda ancha a proporcionar, a los usuarios nacionales.

La normativa legal que se aplica al tema de investigación es la siguiente:

- **La Constitución de la Republica de El Salvador.**

En el Art. 120. de la Constitución de la República de El Salvador expresa literalmente que: “En toda concesión que otorgue el Estado para la explotación de muelles, ferrocarriles, canales u otras obras materiales de uso público, deberán estipularse el plazo y las condiciones de dicha concesión, atendiendo a la naturaleza de la obra y el monto de las inversiones requeridas. Estas concesiones deberán ser sometidas al conocimiento de la Asamblea Legislativa para su aprobación”.

➤ **Ley de Inversiones.**

El Art. 13. de la Ley de Inversiones de la República de El Salvador expresa literalmente que: “De conformidad a lo establecido en la Constitución de la República, se reconoce y se garantiza al inversionista nacional y extranjero, la protección de su propiedad y el derecho a la libre disposición de sus bienes”.

➤ **Ley de Telecomunicaciones.**

Los Artículos 6 y 7 de dicha Ley de Telecomunicaciones de la República de El Salvador expresan de forma literal: Art. 6. Definiciones. “En la presente Ley se utilizarán las siguientes abreviaturas: la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, "la SIGET"; la Unión Internacional de Telecomunicaciones, "la UIT"; y el Registro de Electricidad y Telecomunicaciones adscrito a la SIGET, "el Registro". Para los efectos de esta Ley y su Reglamento, todas las abreviaturas, definiciones y acrónimos se entenderán de la siguiente manera:

- **BANDA DE FRECUENCIAS:** que podrá abreviarse "Banda": la porción del espectro cuyas frecuencias están comprendidas entre una frecuencia mínima y otra máxima.

- CARGO DE ACCESO: cargo mensual mínimo que cada usuario debe pagar para estar conectado a la red, sin incluir el valor de los servicios adicionales de telefonía.
- CIRCUITOS ARRENDADOS: significa instalaciones de redes de telecomunicaciones fijas entre dos o más puntos designados, que se apartan para el uso dedicado o la disponibilidad para un determinado cliente o para otros usuarios elegidos por ese cliente.
- CO-LOCALIZACIÓN FÍSICA/CO-UBICACIÓN: significa la facultad de un operador de servicios de telefonía, de solicitar a otro el arriendo de los espacios físicos necesarios para la materialización de la interconexión de las redes. A la facultad de un operador de solicitar el arriendo, corresponde la obligación del operador solicitado de otorgarlo. La parte que solicite la colocación tendrá derecho a gozar de condiciones similares a las que el operador que otorgue el acceso haya contratado con otros operadores.
- CUADRO NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS que podrá abreviarse "CNAF": documento que contiene la atribución y adjudicación de las diferentes bandas del espectro radioeléctrico para los diferentes servicios radioeléctricos, así como las clasificaciones de uso, normas y condiciones para su utilización y su explotación.
- DESAGREGACIÓN: la división en elementos arrendables, de los distintos servicios que forman el servicio de interconexión.
- ENCRIPCIÓN: es el sistema mediante el cual, con la ayuda de técnicas o programas informáticos, se cifra o codifica determinada información con la finalidad de volverla inaccesible o ininteligible para alguien no autorizado a accederá ella.
- ELEMENTOS DE RED: los distintos componentes de una red comercial de telecomunicaciones.

- **ESPECTRO RADIOELÉCTRICO:** conjunto de ondas radioeléctricas que se propagan sin guía artificial por debajo de los 3,000 GHz y se divide en bandas de frecuencias, las cuales pueden atribuirse a diferentes servicios radioeléctricos para utilizarse en diferentes áreas geográficas y períodos. Se utilizará por defecto el término "espectro" para referirse al espectro radioeléctrico.

- **FRECUENCIAS DE NATURALEZA EXCLUSIVA:** son aquellas que por razones técnicas se otorgan en forma única, en una misma zona geográfica.

- **FRECUENCIAS DE NATURALEZA NO EXCLUSIVA:** son aquellas que se aplican para optimizar el uso del espectro radioeléctrico disponible, cuando dos o más frecuencias por razones técnicas, de forma eficaz y sin interferencias perjudiciales, puedan ser reutilizadas en la misma banda y zona geográfica.

- **FRAGMENTACIÓN DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO:** es la división de una porción del espectro, tanto en ancho de banda, como en tiempo y espacio geográfico, siempre que sea técnicamente factible.

- **DESFAGMENTACIÓN DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO:** es la integración de una porción del espectro, tanto en ancho de banda, como en tiempo y espacio geográfico, siempre que sea técnica y legalmente factible.

- **INTERCONEXIÓN:** es el servicio que permite a operadores y usuarios de distintas redes cursar tráfico de telecomunicaciones de una a otra red para que todos los usuarios finales estén en condiciones de comunicarse entre sí, o para que los usuarios finales conectados a una red de servicios de acceso, estén en condiciones de obtener servicios provistos por un operador de servicios intermedios.

- **LIBERAR FRECUENCIAS:** se entenderá como la facultad de la SIGET de liberar porciones del espectro que fueron modificadas o reclasificadas, sin reasignar las estaciones existentes, siguiendo el debido proceso.

- **MEDIOS COMUNITARIOS Y OTROS OPERADORES SIN FINES DE LUCRO:** son aquellos conformados por estaciones de radiodifusión sonora y televisiva, destinados a atender una determinada audiencia, administrados por una asociación o fundación sin fin de lucro, de interés social, facilitándoles el derecho a la información y a la comunicación, como ejercicio de la libertad de expresión, propiciando la participación ciudadana para contribuir al desarrollo asequible, equitativo, inclusivo, sostenible de las comunidades y sectores sociales del país.

- **NO UTILIZACIÓN DE FRECUENCIAS:** para efectos de esta Ley también se entenderá como no utilización de la frecuencia:

- La no prestación al usuario final o al público de un servicio de telecomunicaciones de acuerdo o de conformidad a las condiciones técnicas de cobertura establecidas en el contrato.

- En radiodifusión consiste en que la señal electromagnética no lleve información variada de audio y/o video. Así mismo la verificación de la señal electromagnética transmitida será sólo de las características y parámetros técnicos.

- La no utilización de frecuencias en sistemas de telecomunicaciones que sean para uso oficial o uso regulado privado.

- Lo anterior, en detrimento del uso eficiente del espectro y privando al usuario final del derecho de acceso a la información y a la comunicación, así como limitando la libre competencia.

- OPERADOR DE REDES COMERCIALES DE

TELECOMUNICACIONES: que podrá abreviarse "OPERADOR": persona natural o jurídica que ofrece uno o más servicios comerciales de telecomunicaciones.

- PLAN DE NUMERACIÓN: plan técnico fundamental desarrollado y

administrado por la SIGET que permite mediante la asignación de un número la identificación única e inequívoca del usuario o dispositivo final.

- PRESUBSCRIPCIÓN: sistema por el cual un operador de servicios de

acceso otorga a sus clientes acceso a servicios intermedios sin la utilización de la clave de selección de operador del sistema multiportador.

- PROVEEDOR IMPORTANTE: significa un proveedor de servicios

públicos de telecomunicaciones que tiene la capacidad de afectar materialmente, teniendo en consideración los precios y la oferta, los términos de participación en el mercado relevante de servicios de telecomunicaciones, como resultado de: a) controlar las instalaciones esenciales; o b) hacer uso de su posición en el mercado.

- RED COMERCIAL DE TELECOMUNICACIONES que podrá

abreviarse "RED": infraestructura o instalación utilizada por un operador para prestar servicios comerciales de telecomunicaciones.

- REVENDEDOR DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES: es

toda persona natural o jurídica que compra servicios de telecomunicaciones al por mayor, directamente de operadores de red o de otros intermediarios, para revender a usuarios finales.

- REASIGNAR FRECUENCIAS: el cambio de frecuencia de una

estación radioeléctrica, manteniendo el mismo servicio y condiciones técnicas de operación siguiendo el debido proceso.

- **REORDENAMIENTO O REORGANIZACIÓN DEL ESPECTRO:** es la facultad de la SIGET de reatribuir, reclasificar, reservar, reasignar y liberar frecuencias del espectro radioeléctrico por razones técnicas y siguiendo el debido proceso.
- **REATRIBUIR FRECUENCIAS:** se entenderá como el cambio en una determinada porción del espectro radioeléctrico del servicio atribuido y registrar dicho cambio en el CNAF, siguiendo el debido proceso.
- **RECLASIFICAR FRECUENCIAS:** se entenderá como el cambio de la clasificación del uso a una porción del espectro radioeléctrico y registrar dicho cambio en el CNAF, siguiendo el debido proceso.
- **RESERVAR FRECUENCIAS:** se entenderá como la previsión de una porción del espectro para futuros usos o servicios radioeléctricos determinados por avance tecnológico o por razones de seguridad nacional, y su respectiva anotación en el CNAF, siguiendo el debido proceso.
- **SERVICIO RADIOELÉCTRICO:** todo servicio que utilice ondas radioeléctricas atribuidos en el CNAF.
- **SERVICIO DE RADIOCOMUNICACIÓN:** servicio radioeléctrico que implica la transmisión, emisión o recepción de ondas radioeléctricas para fines específicos de telecomunicación.
- **SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN:** servicio de radiocomunicación cuyas emisiones se destinan a ser recibidas directamente por el público en general. Dichos servicios abarcan emisiones sonoras, de televisión o de otro género.
- **SERVICIO DE DIFUSIÓN:** la comunicación que se realiza en un solo sentido a varios puntos de recepción en forma simultánea.

- **SERVICIOS INTERMEDIOS:** servicios provistos por un operador para interconectar dos o más redes de acceso entre sí, o para ofrecer servicios de duración temporal a los usuarios finales de una red de servicios de acceso, a través de ésta.
- **SERVICIOS DE ACCESO** que podrá abreviarse "ACCESO": servicios que otorgan al usuario final la posibilidad de iniciar o recibir una comunicación usando la red comercial de telecomunicaciones.
- **SERVICIO DE RADIOAFICIONADO:** servicio de radiocomunicación que tiene por objeto la instrucción individual, la intercomunicación y los estudios técnicos efectuados por aficionados, esto es por personas debidamente autorizadas que se interesan en la radiotécnica, con carácter exclusivamente personal y sin fines de lucro.
- **SERVICIO PÚBLICO DE TELECOMUNICACIONES:** significa cualquier servicio de telecomunicaciones que el Estado exige en virtud de ley, que se ofrezca al público en general. Estos servicios pueden incluir, entre otros, telefonía y transmisión de datos típicamente relacionados con información proporcionada por el cliente entre dos o más puntos, sin ningún cambio de extremo a extremo en la forma o contenido de la información del cliente, sin incluir los servicios de información.
- **SERVICIOS DE INFORMACIÓN:** significa ofrecer una capacidad para generar, adquirir, almacenar, transformar, procesar, recuperar, utilizar o hacer disponible la información a través de las telecomunicaciones, e incluye la publicidad electrónica, sin incluir el uso de cualquiera de estas capacidades para la administración, control u operación de un sistema de telecomunicaciones o la administración de un servicio de telecomunicaciones.

- **SISTEMA MULTIPORTADOR:** sistema por el cual un operador de servicios de acceso otorga a sus clientes acceso a servicios intermedios en forma no discriminatoria, a través de la marcación de un número predeterminado de dígitos.

- **TELECOMUNICACIONES:** toda transmisión y recepción de señales de cualquier naturaleza, típicamente electromagnéticas, que contienen entre otros datos, sonidos e imágenes; incluye cualquier tipo de información que se desea comunicar a distancia; incluyendo difusión, radiodifusión, telefonía fija o móvil e internet fijo o móvil y que constituyen un factor social y económico de gran impacto, adquiriendo importancia en la globalización y la sociedad de la información y del conocimiento.

- **TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TIC):** son el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios, que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, video e imágenes, que contribuyen a la mejora de la calidad, el crecimiento económico del país hacia la sociedad de la información y el conocimiento.

- **TELECOMUNICACIONES MÓVILES INTERNACIONALES,** por sus siglas en inglés "IMT": son los sistemas de telecomunicaciones móviles internacionales IMT, que ofrecen acceso a una amplia gama de servicios de telecomunicación y soportados por las redes móviles y fijas que cada vez más utilizan tecnología de paquetes. Sus características claves son: alto grado de funcionalidad a escala mundial; amplia gama de servicios y aplicaciones; compatibilidad mutua y con las redes fijas; Inter funcionamiento con otros sistemas de acceso radioeléctrico; servicios de alta calidad; equipos de usuario utilizables a escala mundial; aplicaciones, servicios y equipos de fácil manejo; itinerancia a nivel mundial;

aumento de velocidades máximas de datos para dar soporte a aplicaciones y servicios avanzados, y otras, cuyas características podrán ser actualizadas de conformidad con la normativa de la UIT en la materia.

- **TÍTULO HABILITANTE:** acto administrativo que otorga la SIGET para la concesión, autorización o licencia para la utilización y explotación del espectro radioeléctrico; así como para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones.

- **USO DE FRECUENCIAS:** se entenderá como el término que identifica el uso al que le corresponde cierta porción del espectro radioeléctrico; el cual se utilizará conforme a la siguiente clasificación.

- **USO REGULADO:** aquel que requiere de una concesión. Este abarca:
i) Uso regulado comercial: aquellas que prestan servicios públicos de telecomunicaciones con fines de lucro, incluyendo servicios esenciales de radiodifusión a la comunidad; ii) Uso regulado comunitario: aquellas que prestan servicios esenciales de radiodifusión a la comunidad, sin fines de lucro; y, iii) Uso regulado privado: aquellas que no prestan servicios públicos de telecomunicaciones.

- **USO OFICIAL:** es aquel utilizado por instituciones estatales y requiere una autorización.

- **USO LIBRE:** es aquel espectro que está a disposición del público en general, para operar estaciones radioeléctricas que incluye entre otros, algunas de aplicación de investigación científica, dispositivos de baja potencia y los radioaficionados.

- Para tal fin la SIGET emitirá la normativa correspondiente de cada banda de este uso, especificando sus condiciones técnicas de operación, y en los casos que sea

técnicamente necesario emitir las licencias correspondientes. Todas las frecuencias de uso libre operarán en un régimen de no protección/no interferencia.

- USUARIO FINAL DEL SERVICIO: es toda persona natural o jurídica que compra servicios de telecomunicaciones para su uso propio.

- Por otra parte, el Art. 7.- establece sobre la CONCESIÓN PARA EL SERVICIO PÚBLICO DE TELEFONÍA. Que literalmente determina: “La telefonía es un servicio público. Los operadores interesados en proveer servicios de telefonía deberán solicitar a la SIGET una concesión para la explotación del servicio, la cual les será otorgada automáticamente por un plazo de treinta años con el solo cumplimiento de los requisitos de inscripción que se establecerán en el Reglamento de esta Ley. Además, tales concesiones se otorgarán sin limitación alguna en cuanto a cantidad y ubicación, pudiendo existir más de una concesión en la misma área geográfica. Las concesiones para la explotación del servicio público de telefonía solo podrán ser revocadas por una de las siguientes causas: a) Por no prestar el servicio público de telefonía, luego de dos años de haber sido otorgada la concesión, previa audiencia al interesado, o b) Por haber sido sancionado por cometer tres infracciones calificadas como muy graves en la Ley, dentro de un lapso de tres años.

- Las concesiones se extinguirán por alguna de las siguientes causas: a) Por la renuncia del operador o dicha concesión, o b) Por vencimiento del plazo para el que fueron otorgadas. Las concesiones revocadas o extinguidas podrán ser renovadas mediante nueva solicitud a la SIGET. Sin embargo, cuando el operador haya renunciado o cometido infracciones que sean calificadas como muy graves, deberá transcurrir un período de dos años antes que la SIGET le pueda otorgar una nueva concesión. En los casos en que se revoque o extinga una concesión para la prestación del servicio público de telefonía, la SIGET deberá

informar anticipadamente y con el tiempo prudencial necesario al Ministerio de Economía, a fin de que se garantice la continuidad del servicio”.

➤ **Código de Comercio.**

El Art. 2 del Código de Comercio de la República de El Salvador literalmente establece: “Son comerciantes: I- Las personas naturales titulares de una empresa mercantil, que se llaman comerciantes individuales. II- Las sociedades, que se llaman comerciantes sociales. Se presumirá legalmente que se ejerce el comercio cuando se haga publicidad al respecto o cuando se abra un establecimiento mercantil donde se atienda al público. Los extranjeros y las sociedades constituidas con arreglo a las leyes extranjeras, podrán ejercer el comercio en El Salvador con sujeción a las disposiciones de este Código y demás leyes de la República”.

➤ **Código de Trabajo.**

El Art. 363 del Código de Trabajo de la República de El Salvador literalmente determina: “El patrono que no sea salvadoreño y que, a juicio del Ministerio de Trabajo y Previsión Social, no tenga bienes suficientes para cubrir las responsabilidades que el presente Título le impone, deberá asegurar a sus trabajadores contra riesgos profesionales, cualquiera que sea la naturaleza de las labores que desempeñen en su empresa”.

1.14. Metodología de la investigación.

Considerando a la conectividad de servicios de internet, como un pilar fundamental de toda institución pública o privada para el desarrollo de sus actividades, especialmente en la era digital que se encuentran en este momento en auge, como facturación electrónica, educación virtual, finanzas digitales.

1.14.1. Ubicación de la investigación.

Punto de ubicación de la antena principal Starlink y Tx, también la antena Rx, en los edificios F y H. donde se instalaron los dispositivos para el servicio de internet. La ubicación del proyecto se ejecutará en los edificios F y H de la Universidad Técnica Latinoamericana.

Imagen 1 Ubicación geográfica del proyecto

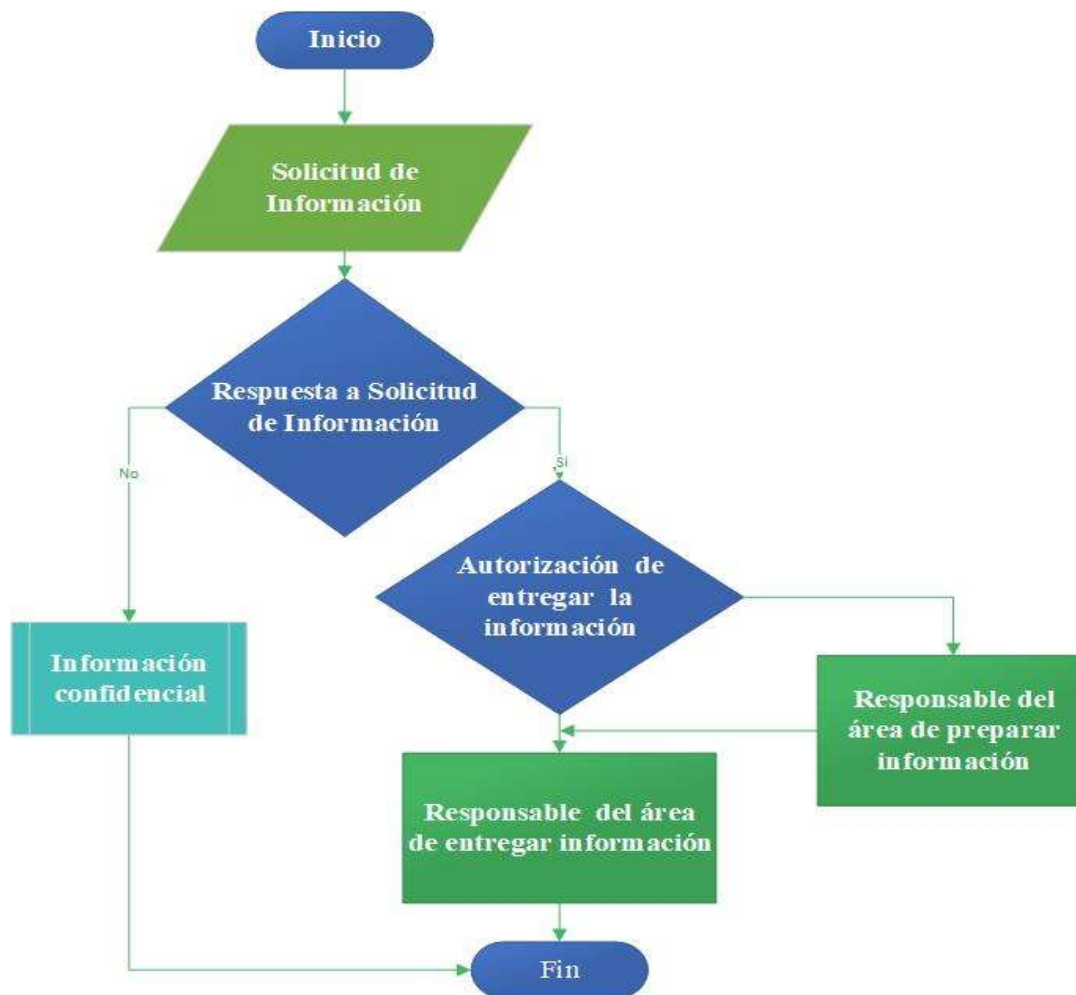


Nota: Puntos de conectividad de servicio de internet entre los edificios F y H Coordenada de ubicación de la UTLA, 13° 40' 41.645" N 89° 17' 9.976" W.

1.14.2. Ubicación de la investigación.

Proceso realizado para recopilar la información de las áreas responsables de su manejo, con las respectivas autorizaciones en la Universidad Técnica Latinoamericana.

Imagen 2 Flujoograma de procesos



Nota: Proceso de investigación y requerimiento de la información 2024.

1.15. Técnicas de recolección de información

Como técnica de investigación, solicitamos autorización a las autoridades académicas de la Universidad, específicamente al secretario general de junta directiva, para

obtener todo el requerimiento y apoyo del personal técnico del área de tecnología, gestión académica, unidad financiera para solicitar, área de investigación académica y encargado de Laboratorios para obtener la información necesaria del proyecto a implementar. Todo esto con el fin de reunir información de costos, tipos de conexión de servicios de internet, ubicación de las conexiones y tener ubicación exacta donde se instalará el kit.

1.15.1. Población y muestra.

Se coordinó con las autoridades académicas de la UTLA, para que se facilitara la información requerida para la investigación e implementación del proyecto.

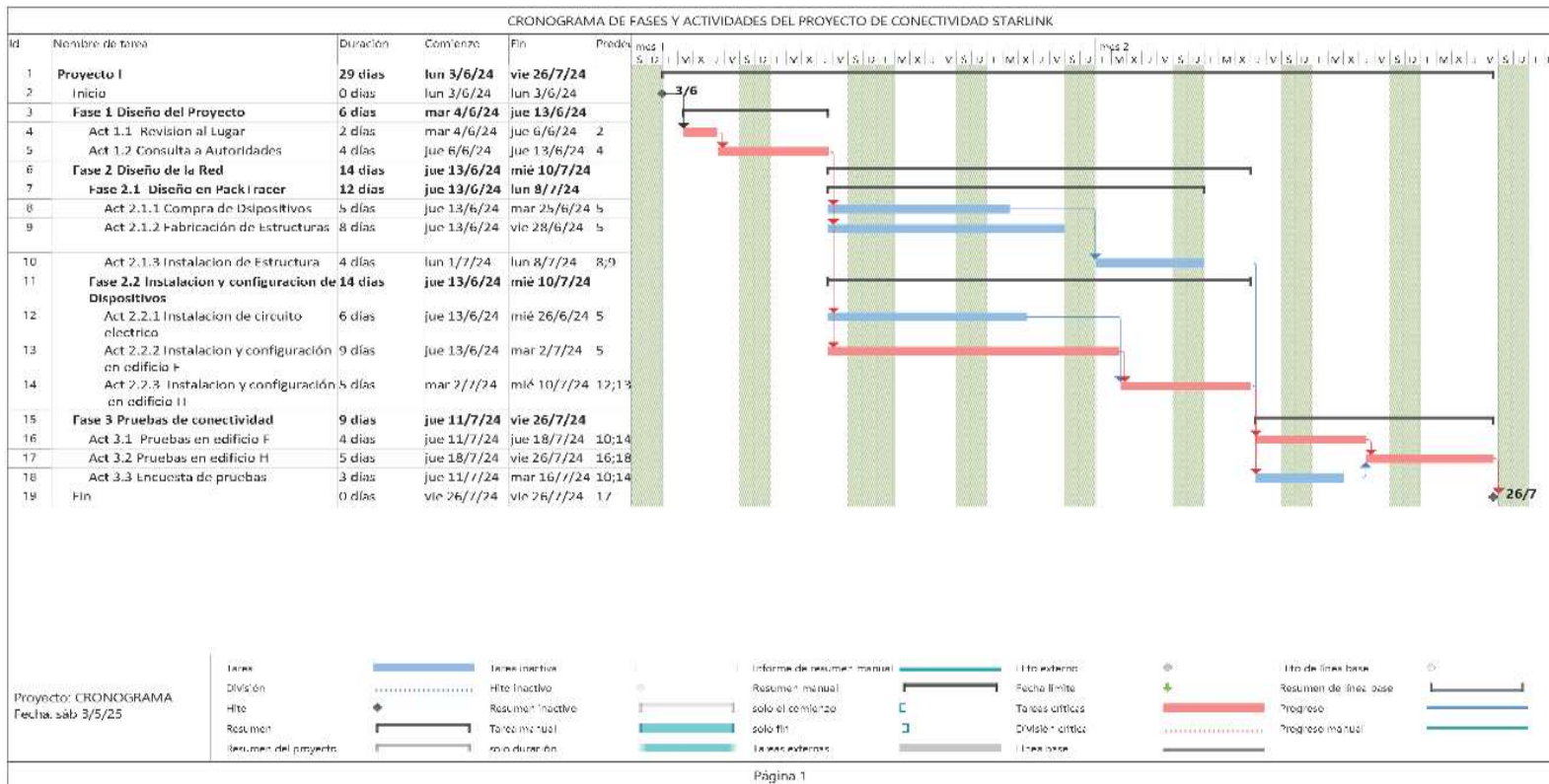
➤ **Población:** Es el total de personas que forman parte del estudio, en el caso del proyecto investigativo y de ejecución, la población está conformada por la comunidad estudiantil de la UTLA: Docentes, estudiantes, personal administrativo, entre otros. Como mejora del proyecto la población de estudio se limitó al personal de las áreas mencionadas en el ítem 1.15.

➤ **Muestra:** Conjunto determinado de individuos seleccionados de la población total. En este caso, se tomará un número determinado de personas. Como mejora del proyecto la población de estudio se limitó al personal de las áreas mencionadas en el ítem 1.15.

1.15.2. Cronograma de Trabajo de Campo.

El cronograma se debe cumplir en las fechas y fases establecidas.

Imagen 3 Cronograma de fases y tiempos de aplicación del proyecto.



Nota: Fechas y fases para la aplicación del proyecto, considerando que se tiene el acceso en las fechas programadas.

2. CAPITULO Marco Teórico

2. Generalidades.

La conectividad ha seguido la siguiente trayectoria, en sus inicios con medios de enlaces de comunicación tales como, el cable coaxial de cobre, en la actualidad el de mayor uso que es el de fibra óptica y la innovación del presente que es el medio de comunicación utilizando al vacío en donde se propagan las ondas electromagnéticas.

2.1. Fundamentos conceptuales y teóricos.

Oscilaciones lineales: “Las oscilaciones son cambios recurrentes, es decir, cambios cíclicos o periódicos. La observación del cambio es un aspecto fundamental de la naturaleza. Entre todas estas observaciones, el cambio periódico es de los más frecuentes a nuestro alrededor. En efecto, en nuestra vida cotidiana podemos observar oscilaciones y ondas: Hablar, cantar, escuchar y ver sería imposible sin ellas. Explorar la siguiente aproximación global al movimiento, las oscilaciones y ondas, es a la vez útil y hermoso. Ondas, Uno de los sistemas oscilantes más simples en la naturaleza es una masa “ m ” unida a un resorte lineal”⁴

2.2. Ondas mecánicas.

Cuando se deja caer una piedra en un estanque de agua, se origina una perturbación que se propaga en círculos concéntricos, que al cabo del tiempo se extiende a todas las partes del estanque. Un corcho pequeño, que flota sobre la superficie del agua, se mueve hacia arriba y hacia abajo a medida que se propaga la perturbación. En realidad, se ha trasferido energía

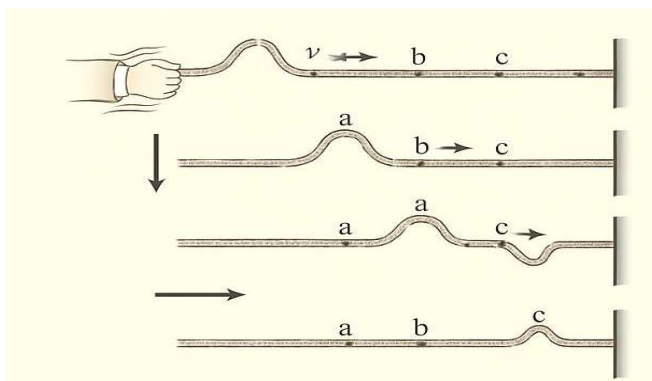
⁴ Nota (Paul E. Tippens 7ma.E, Física, Conceptos y aplicaciones pág. 427 y 428)

través de una cierta distancia, desde el punto del impacto de la piedra en el agua hasta el lugar donde se encuentra el trozo del corcho. Esta energía se transmite mediante la agitación de las partículas de agua que colindan entre sí. Únicamente la perturbación se mueve a través del agua. El movimiento real de cualquier partícula de agua individual es relativamente pequeño. A la propagación de la energía por medio de una perturbación en un medio, y no por el movimiento del medio mismo, se le llama movimiento ondulatorio.

Una onda mecánica es una perturbación física en un medio elástico. Es importante notar que no todas las perturbaciones son necesariamente mecánicas. Por ejemplo, las ondas luminosas, las ondas de radio y la radiación térmica propagan su energía por medio de perturbaciones eléctricas y magnéticas. De hecho, no hace falta ningún medio físico para la transmisión de las ondas electromagnéticas. Sin embargo, muchas de las ideas básicas que se presentan en este capítulo para las ondas mecánicas también se aplican a las ondas electromagnéticas.

2.3. Tipos de ondas.

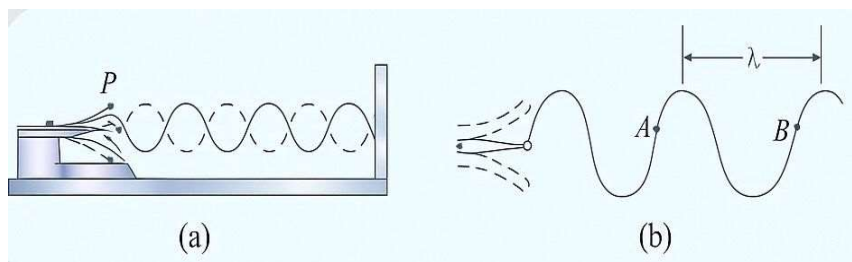
Las ondas se clasifican de acuerdo con el tipo de movimiento que generan en una parte determinada del medio en el cual se producen, respecto a la dirección en la que se propaga la onda. Un tipo de onda es la onda transversal. En una onda transversal, la vibración de las partículas individuales del medio es perpendicular a la dirección de la propagación de la onda. Por ejemplo, suponga que se ata el extremo de una cuerda a un poste y que agitamos con la mano el otro extremo, como muestra la imagen 4, al mover el extremo libre rápidamente hacia arriba y hacia abajo, enviamos una sola perturbación llamada pulso a lo largo de la cuerda.

Imagen 4 Onda transversal

Nota: la vibración de las partículas individuales del medio es perpendicular a la dirección de la propagación de la onda. Tres nudos a iguales distancias en los puntos a, b y c demuestran que las partículas individuales se mueven hacia arriba y hacia abajo mientras que la perturbación se mueve hacia la derecha con una velocidad v .

2.4. Movimiento ondulatorio.

Como se muestra en la imagen siguiente, atamos el extremo izquierdo de una cuerda al extremo de un vibrador electromagnético, como muestra en la imagen 5.

Imagen 5 Movimiento ondulatorio

Nota: (a) Producción y propagación de una onda transversal periódica. (b) La longitud de onda es la distancia entre cualquier par de partículas, como las que se ubican en dos crests adyacentes

entre los puntos A y B. Tomado de Física Conceptos y Aplicaciones (p. 430), P.E. Tieppens, 2011, McGraw Hill.

El extremo del vibrador metálico se mueve con desplazamiento armónico debido a un campo magnético oscilatorio. Puesto que la cuerda está sujeta a uno de los extremos del vibrador, a lo largo de dicha cuerda se envía una serie de pulsos transversales periódicos. Las ondas resultantes están formadas por muchas crestas y valles que se mueven a lo largo de la cuerda con rapidez constante.

La distancia entre dos crestas o valles adyacentes en ese tipo de tren de ondas se llama longitud de onda y se representa por λ (landa). Mientras la onda se desplaza por la cuerda, cada partícula de ella vibra respecto a su posición de equilibrio con la misma frecuencia y amplitud que la fuente vibrante. Sin embargo, las partículas de la cuerda no se encuentran en posiciones correspondientes en iguales intervalos de tiempo. Se dice que dos partículas están en fase cuando tienen el mismo desplazamiento y ambas se mueven en la misma dirección. En la figura, las partículas A y B están en fase. La frecuencia de una onda es el número de ondas que pasan por un punto determinado en la unidad de tiempo.

Representación de una relación física importante entre la rapidez, la frecuencia y la longitud de onda de *cualquier* onda periódica.

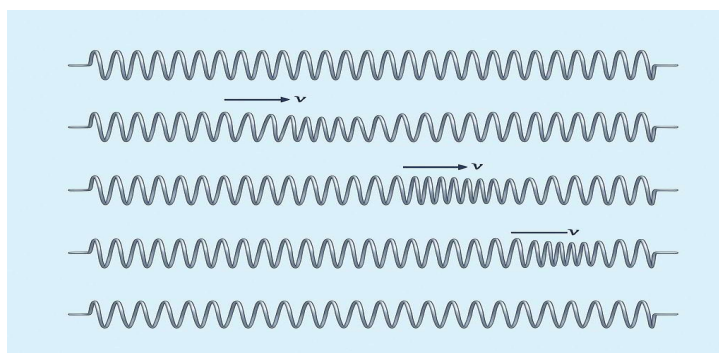
2.5. Movimiento ondulatorio.

Ninguna parte del resorte se mueve mucho respecto a su posición de equilibrio, pero el pulso continúa recorriendo el resorte. Este tipo de onda se llama onda longitudinal debido a que las partículas del resorte se desplazan en la misma dirección en la que avanza la

perturbación. En una onda longitudinal, la vibración de las partículas individuales es paralela a la dirección de la propagación de la onda.

Si las espiras del resorte de nuestro ejemplo fueran forzadas a separarse hacia la izquierda, se generaría una *rarefacción* como la que se muestra en la Imagen 6. Después de que cese la fuerza perturbadora, se propagara un pulso de rarefacción a lo largo del resorte. En general, una onda longitudinal consiste en una serie de condensaciones y rarefacciones que se desplazan en determinada dirección.

Imagen 6 Onda Longitudinal



Nota: Movimiento longitudinal de un pulso de rarefacción en un resorte en espiral.

Otro tipo de onda, como la que se genera con un resorte en espiral. Las espiras cercanas al extremo izquierdo se comprimen formando una condensación. Cuando cesa la fuerza de distorsión, un pulso de condensación se propaga a lo largo del resorte. Ninguna parte del resorte se mueve mucho respecto a su posición de equilibrio, pero el pulso continúa recorriendo el resorte. Este tipo de onda se llama onda longitudinal debido a que las partículas del resorte se desplazan en la misma dirección en la que avanza la perturbación.

En una onda longitudinal, la vibración de las partículas individuales es paralela a la dirección de la propagación de la onda. Si las espiras del resorte de nuestro ejemplo fueran forzadas a separarse hacia la izquierda, se generaría una *rarefacción*. Después de que cese la

fuerza perturbadora, se propagará un pulso de rarefacción a lo largo del resorte. En general, una onda longitudinal consiste en una serie de condensaciones y rarefacciones que se desplazan en determinada dirección.

2.6. La frecuencia de una onda transversal periódica (f).

La frecuencia de una onda es el número de ondas que pasan por un punto determinado en la unidad de tiempo. En realidad, es equivalente a la frecuencia de la fuente de la vibración y, por lo tanto, es igual al recíproco del periodo ($f = 1/T$). Las unidades en las que se expresa la frecuencia pueden ser ondas por segundo, oscilaciones por segundo o ciclos por segundo. La unidad del SI que corresponde a la frecuencia es el Hertz (Hz), el cual se define como un ciclo por segundo.

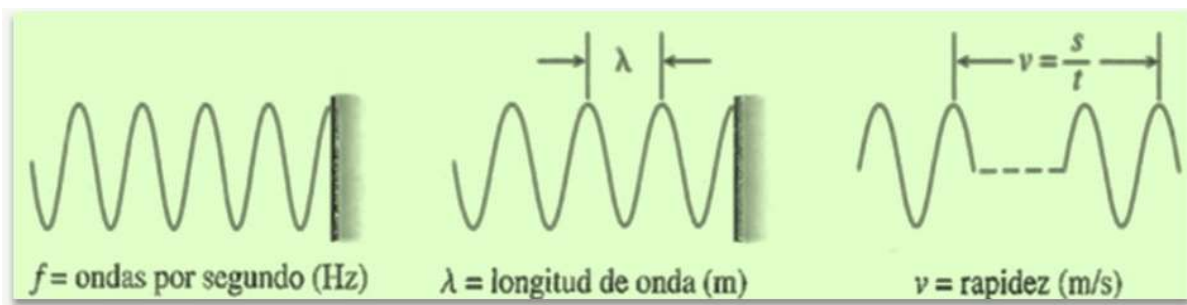
$$1 \text{ Hz} = 1 \text{ Ciclo/s} = \frac{1}{s}$$

Por tanto, si pasan por un punto 40 ondas cada segundo, la frecuencia es de 40 Hz. La rapidez de una onda se expresa más frecuentemente en función de su frecuencia y no de su periodo. Por tanto, la ecuación siguiente puede escribirse como:

$$v = f \cdot \lambda$$

La ecuación anterior representa una relación física importante entre la rapidez, la frecuencia y la longitud de onda de cualquier onda periódica. Una ilustración de estas cantidades aparece en la Imagen 7 para una onda transversal periódica.

Imagen 7 La frecuencia (f) de una onda transversal periódica



Nota: Relación entre la frecuencia, la longitud de onda y la velocidad de una onda. (p. 430), P.E. Tieppens, 2011, McGrawHill.

2.7. Ondas electromagnéticas.

Son tipos de energía que se mueven por el espacio sin necesidad de un medio físico. Se crean cuando las cargas eléctricas oscilan y están formadas por campos eléctricos y magnéticos que vibran en direcciones perpendiculares entre sí y a la dirección en la que se mueven.

2.8. Teoría ondulatoria (según Maxwell).

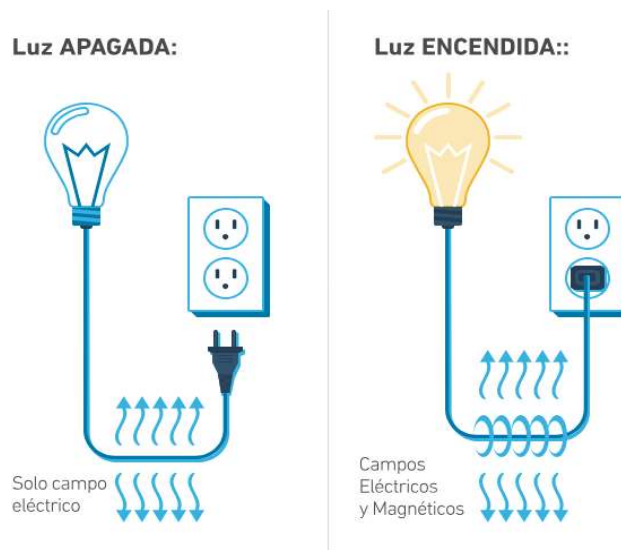
Teoría ondulatoria de Maxwell fue formulada en el siglo XIX, unifica la electricidad, el magnetismo y la luz en una sola teoría del electromagnetismo. Sus ecuaciones describen cómo los campos eléctricos y magnéticos se generan y se propagan como ondas a la velocidad de la luz.

2.9. La luz.

En 1865, el físico escocés James Clerk Maxwell formuló la teoría clásica del electromagnetismo deduciendo así que la luz está hecha de campos eléctricos y magnéticos que se propagan por el espacio, teoría que llevó a la predicción de la existencia de las ondas de radio

y a las radiocomunicaciones. Esencia electromagnética, haciendo referencia a las ecuaciones de Maxwell.

Imagen 8 La luz, está formada de campos eléctricos y magnéticos



Nota.: Luz está hecha de campos eléctricos y magnéticos que se propagan por el espacio.

En 1865, Maxwell publicó un artículo titulado “Una teoría dinámica del campo electromagnético” en el que aparecieron por primera vez las ecuaciones hoy mundialmente famosas y conocidas como “ecuaciones de Maxwell”. Estas ecuaciones expresan de una manera concisa y elegante todas las leyes fenomenológicas sobre electricidad y magnetismo que se habían formulado desde el siglo XVIII, entre ellas las leyes de Ampere, de Faraday y de Lenz. La notación vectorial que se utiliza hoy fue introducida en 1884 por Heaviside y Gibbs.

2.10. Ecuaciones de Maxwell.

La Ley de Gauss establece que el flujo de campo eléctrico, a través de una superficie cerrada imaginaria, es proporcional al valor neto de carga de las partículas encontradas en el interior de dicha superficie.

$$\Delta \cdot \rightarrow E \rightarrow = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

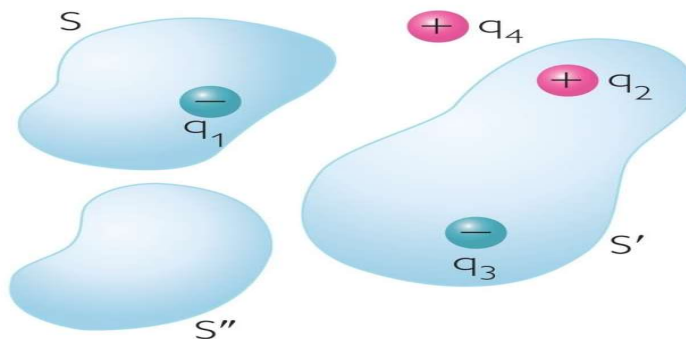
2.11. Ley de Gauss.

¿Qué es la ley de Gauss?

La ley de Gauss establece que el flujo de campo eléctrico, a través de una superficie cerrada imaginaria, es proporcional al valor neto de carga de las partículas encontradas en el interior de dicha superficie. Denotando el flujo eléctrico a través de una superficie cerrada como Φ_E y a la carga neta encerrada por la superficie por Q_{enc} , entonces se establece la siguiente relación matemática: Donde c es la constante de proporcionalidad.

$$\Phi_E = c \times Q_{\text{enc}}$$

Imagen 9 Campo eléctrico a través de una superficie



Nota: Cargas eléctricas dentro y fuera de superficies gaussianas de forma arbitraria solo las cargas encerradas dentro de cada superficie contribuyen al flujo eléctrico neto a través de ellas.

➤ Ley de Gauss para el magnetismo.

Esta Ley establece que el flujo magnético a través de cualquier superficie cerrada es siempre igual a cero.

➤ Ley de Faraday Lenz.

La Ley de inducción electromagnética de Faraday, también conocida como Ley de Faraday Lenz, establece que la tensión inducida en un círculo cerrado es directamente proporcional a la rapidez con la que cambia el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera con el circuito como borde 1. En otras palabras, cuando hay un cambio en el flujo magnético a través de una bobina o circuito, se induce una corriente eléctrica. Aquí están los puntos clave:

El voltaje inducido (V) es directamente proporcional al cambio en el flujo magnético ($\Delta \Phi$). El voltaje es mayor cuando el cambio en el tiempo (Δt) es más pequeño, es decir, el voltaje es inversamente proporcional a (Δt). El signo negativo en la Ley de inducción de Faraday es crucial. Indica que el voltaje inducido crea una corriente (I) y un campo magnético (B) que se oponen al cambio de flujo ($\Delta \Phi$). Esto se conoce como la Ley de Lenz y aunque Faraday estaba al tanto de la dirección, se atribuye a Heinrich Lenz su afirmación clara. En resumen, la Ley de Faraday y Lenz describe cómo la variación del flujo magnético genera una corriente eléctrica y cómo esta corriente se opone al cambio que la produce.

$$\Delta \times \rightarrow E \rightarrow = - \frac{\partial B_{\rightarrow}}{\partial t}$$

➤ Ley de Amparé – Maxwell.

La ley de Amparé – Maxwell establece que el campo magnético que atraviesa una trayectoria cerrada que encierra a una corriente eléctrica que provoca a este campo magnético es igual a la constante de permeabilidad del espacio (μ) por la suma de dos tipos de corrientes (intensidades); la corriente total y otra corriente llamada corriente de desplazamiento.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \int \vec{J} \cdot d\vec{A} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \Phi_E}{\partial t}$$

➤ Max Planck.

Pocas disciplinas han revolucionado tanto el mundo de la ciencia como la que engloba a la teoría cuántica. Desde su primer planteamiento, la cuántica abrió las puertas a un mundo todavía desconocido hasta ese momento, el microscópico, y permitió establecer un nuevo enfoque que explicase el comportamiento de las moléculas, los átomos y el resto de las partículas elementales, así como las interacciones que se dan entre ellos.

Aporte de Planck respecto a la teoría electromagnética de Maxwell: La teoría cuántica de Planck es más fundamental y proporciona una descripción más completa de la luz, especialmente en contextos cuánticos.

La teoría de Maxwell es una excelente aproximación y completamente válida en el régimen clásico, describiendo la propagación de la luz como onda. Sin embargo, la veracidad de cada teoría depende del contexto: Maxwell para fenómenos ondulatorios clásicos y Planck para fenómenos cuánticos y de emisión/absorción de energía. Podemos concluir que: Maxwell tiene limitaciones en el ámbito de la interacción luz – materia a nivel cuántico. Planck: Proporciona una descripción más fundamental, especialmente en el régimen de altas energías y pequeñas escalas (fenómenos cuánticos), estos últimos poseen un gran campo de investigación en la actualidad. Durante toda su carrera como investigador, Max Planck desarrolló una fuerte

amistad con el también físico. Albert Einstein. Ambos trabajaron juntos en sentar las bases de la cuántica tras los hallazgos del alemán Albert Einstein respecto a la teoría de Planck.

Einstein asumió que la energía de la luz no estaba distribuida uniformemente en todo el frente de onda en expansión (como suponía la teoría clásica). En cambio, la energía de la luz se concentraría en “paquetes” separados. Además, la cantidad de energía en cada una de estas regiones no sería una cantidad cualquiera, sino una cantidad definida de energía que es proporcional a la frecuencia f de la onda luminosa. El factor de proporcionalidad sería una constante (símbolo h); se llama constante de Planck.

Einstein resolvió el problema del efecto fotoeléctrico utilizando la teoría de los cuantos de Planck, proponiendo que la luz consiste en fotones, cada uno con una energía.

La emisión de electrones ocurre cuando la energía del fotón es suficiente para superar la función de trabajo del material, y la energía cinética de los electrones emitidos depende de la frecuencia de la luz. Esta teoría explicó observaciones experimentales que la teoría clásica no podía, demostrando la necesidad de una descripción cuántica de la luz.

El experimento de Millikan validó la teoría de Einstein sobre el efecto fotoeléctrico y la cuantización de la energía de la luz, proporcionando pruebas experimentales de la naturaleza fotónica de la luz y consolidando la base de la física cuántica.

Los resultados demostraron que la luz puede comportarse como una partícula con energía y que partiendo de ese experimento se determinó; para fenómenos cuánticos. La teoría cuántica es esencial para describir la interacción luz – materia. Para fenómenos de propagación: La teoría ondulatoria sigue siendo válida, pero con la comprensión de que la luz también puede comportarse como una partícula en ciertos contextos.

2.12. Medios de transmisión en las telecomunicaciones.

Un medio de transmisión es el canal que permite la transmisión de información entre dos terminales de un sistema de transmisión. La transmisión se realiza habitualmente empleando ondas electromagnéticas que se propagan a través del canal.

Imagen 10 Medios de transmisión



2.13. Medios de transmisión de datos guiados.

Los medios de transmisión guiados están constituidos por un cable que se encarga de la conducción (o guiado) de las señales desde un extremo al otro. Dentro de los medios de transmisión guiados, los más utilizados en el campo de las comunicaciones y la interconexión de ordenadores son: El par trenzado, el cable coaxial y la fibra óptica. **Fibra óptica:** Medio dieléctrico transparente que permite el paso de la luz de un extremo a otro con mínimas pérdidas.

Norma aplicable para la instalación de la fibra óptica. Para un aprovechamiento óptimo de sus cualidades, la normativa aplicable especifica diversos tipos de fibra, cada uno de

los cuales es de aplicación para un tipo de enlace en función de su longitud, velocidad de transmisión y otras características.

Fibra óptica, las imágenes 11, 12 y 13 aclaran los diferentes tipos de fibra (MM, SM y especiales), y las distancias a soportar en función del tipo de enlace.

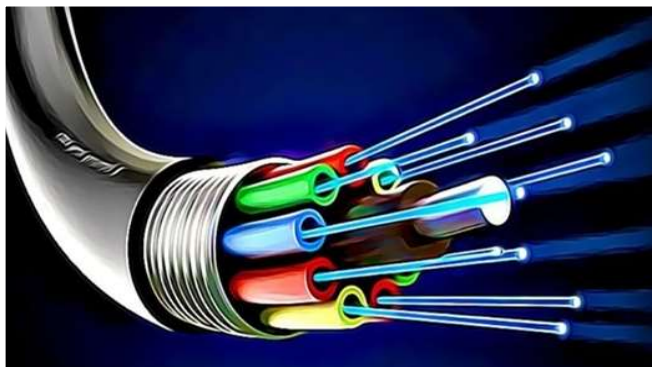
***Imagen 11** Fibra óptica monomodo*



Nota: Permite la transmisión de luz a través de un único modo de propagación.

Es una fibra óptica en la que sólo se propaga en un modo de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño (8,3 a 10 micrones) que sólo permite un modo de propagación. Su transmisión es paralela al eje de la fibra. A diferencia de las fibras multimodo, permiten alcanzar grandes distancias (hasta 100 km máximo, mediante un láser de alta intensidad) y transmitir elevadas tasas de información (decenas de Gb/s). El color del cable de este tipo de fibra suele ser amarillo. Está optimizada para operar con una longitud de onda de 1310 a 1550 nanómetro.

Imagen 12 Fibra óptica multimodo



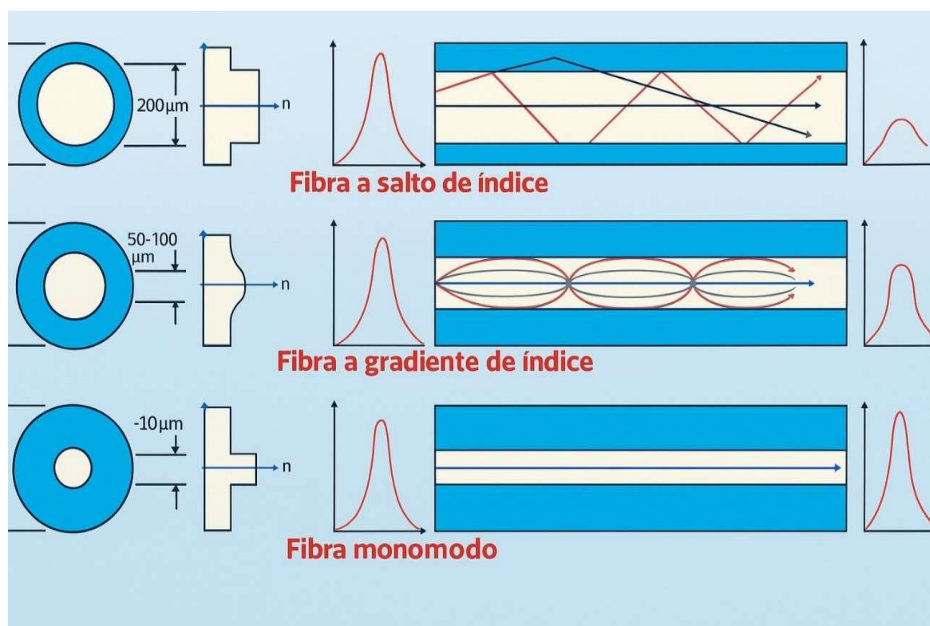
Nota: Posee un núcleo más ancho y permite la transmisión de múltiples modos de luz simultáneamente.

Es aquella que puede propagar más de un modo de luz puede tener más de mil modos de propagación de luz se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 1km.

Es simple de diseñar y económico. Su distancia máxima es de 2km y usan diodos láser de baja intensidad. El color del cable de este tipo de fibra suele ser naranja. Está diseñada para operar con una longitud de onda de 850 a 1300 nm (nanómetros).

La fibra multimodo de índice de gradiente gradual de tamaño 62,5/125m (diámetro del núcleo/diámetro de la cubierta) está normalizado, pero se pueden encontrar otros tipos de fibras.

Multimodo de índice escalonado 100/140 mm, multimodo de índice de gradiente gradual 50/125mm. Normalmente se utiliza el 9/125 para la fibra monomodo, y la 62.5/125 y 50/125 para la fibra multimodo.

Imagen 13 Características de la fibra óptica

Nota: Ofrece alta capacidad de transmisión con baja pérdida de señal y es inmune a interferencias electromagnéticas.

Tabla 1 Aplicaciones de fibra óptica

CLASE DE FIBRA 11801	TIPO DE FIBRA	ENLACE 1 GB/S 1310 NM	ENLACE 1 GB/S 1310 NM 1550 NM	ENLACE 10 GB/S 1300 NM 1550 NM	ENLACE 40 GB/S
100 BASE LX	1GBASELX 1GBASELZ	10GBASE.LR/LW 10GBASE.ER/EW	40GBASE.LR4		
0S19 μm	ESTANDA R G652C	15 KM	10 KM 80 KM	10-25 KM40- 80 KM	
0S29 μm	ESTANDA R G652D	15 KM	10 KM 80 KM	25 KM 80 KM	10 KM

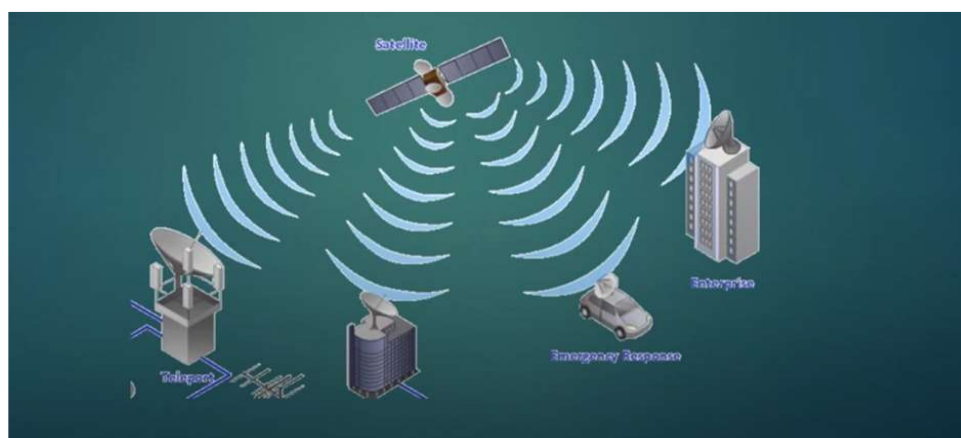
Nota: Utilizada en una amplia variedad de aplicaciones como telecomunicaciones, redes, aplicaciones médicas, industriales.

2.14. Medios de transmisión no guiados.

Los medios no guiados o comunicación sin cable transportan ondas electromagnéticas sin usar un conductor físico, sino que se radian a través del aire, por lo que están disponibles para cualquiera que tenga un dispositivo capaz de aceptarlas.

En este tipo de medios tanto la transmisión como la recepción de información se lleva a cabo mediante antenas. A la hora de transmitir, la antena irradia energía electromagnética en el medio. Por el contrario, en la recepción la antena capta las ondas electromagnéticas del medio que la rodea. Con la comprensión de la electricidad, el magnetismo y la óptica.

Imagen 14 Medios no guiados



Nota: Es un tipo de medio en el cual se transporta la información por el aire y el espacio, se trabaja con antenas receptoras y emisoras.

Las ondas electromagnéticas que se transportan en el vacío según lo comprobó el matemático y científico James Clerk Maxwell, su mayor logro fue la formulación de la teoría clásica de la radiación electromagnéticas, que unificó por primera vez la electricidad, el magnetismo y la luz como manifestaciones distintas de un mismo fenómeno. Esto vino a

revolucionar las telecomunicaciones, transformación de la sociedad y apoyar con la introducción de la física cuántica.

2.15. Velocidades de transmisión de medios guiados y no guiados.

La velocidad máxima de la luz es de unos 30 centímetros por nanosegundo (una milmillonésima de segundo), algo que Grace Hopper, científica informática pionera y contralmirante de la Armada de los Estados Unidos, enfatizaba frecuentemente al llevar segmentos de cable de 30 cm.

Imagen 15 Velocidad máxima de la luz en fibra óptica 208,1850 km/s



Nota: Según Grace Hopper. Científica informática y contralmirante de la Armada de los EEUU. ninguna señal puede viajar a más de 30cm/ns.

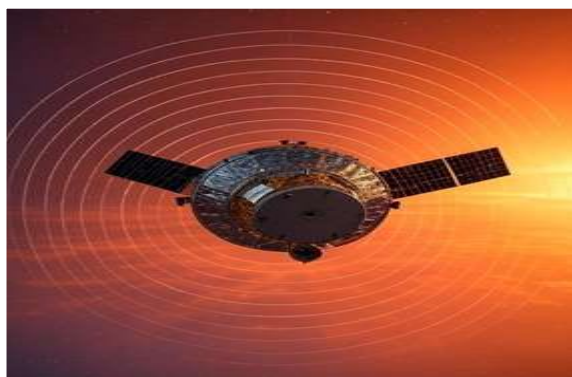
Ninguna señal puede viajar a más de 30 cm/ns, pero eso no significa que la luz siempre viaje a esa velocidad. En la mayoría de los materiales transparentes, viaja más lento. En el agua, la luz viaja 1.33 veces más lento, o aproximadamente 22.5 cm/ns.

La velocidad relativa se describe mediante el índice de refracción de ese material: la relación entre la velocidad de la luz en el material y la velocidad máxima de la luz.

El índice de refracción es crucial para los operadores financieros. A principios de la década de 2,000, varios grupos hicieron todo lo posible para tender cables de fibra óptica en línea recta entre los mercados financieros de Chicago y Nueva York. El cable de fibra óptica es mucho más corto que las rutas existentes, lo que redujo el tiempo de comunicación entre los mercados en varios milisegundos (milésimas de segundo).

Esta pequeña ventaja les permitió ver oportunidades comerciales favorables antes que otros comerciantes y ganaron millones de dólares. Pero según enviando sus mensajes a través de cables de fibra óptica. Estos cables de fibra óptica tienen un índice de refracción de 1.44 y, por tanto, sólo pueden enviar una señal de 20.8 centímetros en un nanosegundo. Podrían enviar señales a través de la atmósfera, que tiene un índice de refracción de casi exactamente 1. Pero debido a la curvatura de la Tierra, necesitarían hacer rebotar las señales en aviones, globos aerostáticos o satélites.

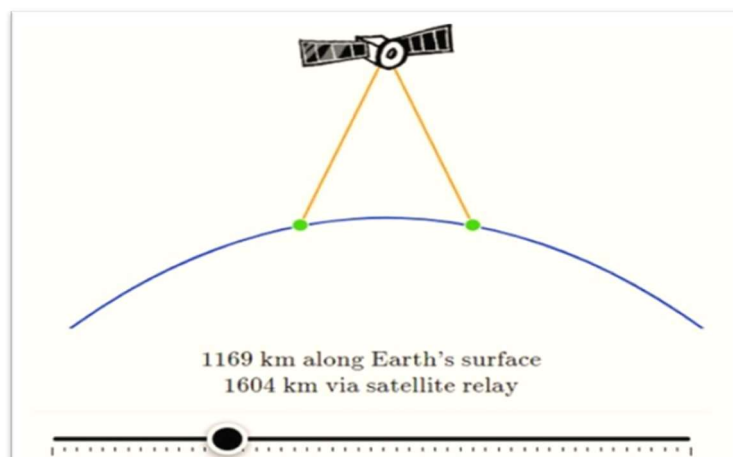
Imagen 16 Velocidad máxima de la señal satelital 299.813 Km/s



Los satélites en órbita cercana a la Tierra no son estacionarios: Se mueven rápidamente por el cielo. Esa es una de las razones por las que proyectos Starlink de SpaceX apuntan a colocar suficientes satélites cerca de la superficie de la Tierra para que siempre haya un satélite inmediatamente encima. Nueva York y Chicago están separadas por unos 1,170 km, medidas a lo largo de la superficie de la Tierra.

Dos grupos de proveedores de alta frecuencia envían mensajes desde Nueva York a Chicago. Un grupo se comunica a través de un cable de fibra óptica (índice de refracción 1.44) colocado a lo largo de la superficie de la Tierra. Otro grupo se comunica a la velocidad de la luz rebotando mensajes en satélites Starlink que orbitan a 550 km. Hay un satélite exactamente entre las dos ciudades cuando envían su mensaje, 100 km a lo largo de la superficie de la Tierra y 1105 km vía retransmisión satelital.

Imagen 17 Prueba velocidad transmisión datos entre nueva york y chicago



Nota: Dos proveedores de transmisión de datos, uno por fibra óptica y la otra vía satelital, con diferentes distancias para obtener el dato de quien transmitiría más rápido como resultado fue más rápida la transmisión vía satelital, 1169 a lo largo de la superficie de la Tierra y 1604 Km vía retransmisión satelital.

2.16. Cálculo de velocidad de una señal por medio del vacío y por cable de fibra óptica.

El cálculo del tiempo en que se transmiten señales en medios como el vacío y la fibra óptica es importante para aplicaciones de telecomunicaciones y física. Se basa en la

velocidad de la luz en un medio respectivo y la distancia recorrida, lo cual permite optimizar la eficiencia y la precisión de la comunicación.

$$\text{Sabido que : } d = 1.170 \times 10^6 m, D = 1.604 \times 10^6 m$$

$$\text{Dado : } c = 3 \times 10^8 m s^{-1}, n = 1.44$$

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n}$$

➤ Comprobación de la velocidad del mensaje por el medio del vacío, ósea vía señales electromagnéticas de los satélites y antenas terrestres.

$$t = \frac{D}{c}$$

$$\frac{1.604 \times 10^6}{3 \times 10^8} = 0.005346$$

- **Tiempo del mensaje transmitido y rebotado por satélites $T = 5.35 \times$**

$10^{-3} s$

➤ Comprobación de la velocidad del mensaje por el medio del cable de fibra óptica.

$$t = \frac{d}{v} = \frac{d}{c/n} = d / \frac{c}{n} = d \times \frac{n}{c} = \frac{dn}{c}$$

$$\frac{(1.170 \times 10^6)(1.44)}{3 \times 10^8} = 0.005616$$

- **Tiempo del mensaje transmitido por cable fibra óptica $t = 5.62 \times$**

$10^{-3} s$.

Por lo tanto, $T(\text{Satélite}) < t(\text{Cable fibra óptica})$ ¿Qué mensaje llega primero, si no hay otros retrasos en la comunicación?

R/: Por tanto, el mensaje rebotado en un satélite llega primero.

2.17. Conectividad en las TICs.

Podemos definir la conectividad como la capacidad existente para poder establecer una conexión de cualquier tipo, ya sea desde una comunicación hasta un vínculo. La conectividad, actualmente está más ligada a la disponibilidad que tiene un dispositivo para disponer de un vínculo con otro (Instituto Técnico de Galicia (itg), 2022).⁵

2.18. Proveedor de servicio de internet (ISP).

Es un conjunto descentralizado de redes interconectadas a través de un conjunto de protocolos denominado TCP/IP (Armetrics, s.f.)⁶ Sistema satelital de conectividad de internet Starlink.

Los satélites Starlink orbitan más cerca de la Tierra, a una altitud de unos 550 kilómetros⁷, cubriendo todo el planeta. Hay miles de satélites en órbita baja, por lo que siempre hay un equipo sobre una determinada zona de la Tierra, lo que permite comunicaciones constantes y más rápidas porque están más cerca. En comparación, como explica SpaceX, la tasa de latencia de Starlink, o la velocidad de comunicación entre satélites y equipos terrestres, es de 20 milisegundos (ms), mientras que los equipos geoestacionarios requieren más de 600 milisegundos.

⁵ Informe sobre la conectividad mundial del 2022
<https://meet.google.com/vei-gjcu-aws>

⁶ Significado del acrónimo ISP
<https://www.arimetrics.com/glosario-digital/internet>

⁷ Cómo funciona Starlink
<https://www.starlink.com/technology>

2.19. Inclinación y altitud variables.

La variabilidad en la inclinación y la altitud de las órbitas es esencial para optimizar la cobertura global de Starlink. Al distribuir los satélites en diferentes planos orbitales y altitudes, se maximiza la capacidad de proporcionar conectividad a áreas geográficas diversas y se minimiza la posibilidad de congestión en una región específica del espacio (Pablo Lope, 2023).⁸

2.20. Constelación de satélites Starlink.

¿Cómo logra Starlink su baja latencia? La cuestión es que la velocidad de la luz no es la misma en todos los materiales. En concreto, la luz viaja un 47% más lento en una fibra óptica que en el vacío. Esta diferencia permite a Starlink transmitir información en poco tiempo; la luz se mueve mucho más rápido en el vacío del espacio exterior que en un cable de fibra óptica (Reina, 2020).⁹

2.21. Antena sectorial ubiquiti LBE 5 Ac Gen2.

La antena de alta ganancia LBE-5AC-Gen2 de Ubiquiti Networks, combina tecnologías de hardware y software para funcionar un alto rendimiento y ancho de banda en un mismo dispositivo. Además de ultra-ligera, la LiteBeam 5AC Gen2 de Ubiquiti Networks es una solución con un diseño que integra radio y antena para conseguir unos rendimientos y eficiencias óptimos.

⁸ Inclinación y Altitud Variables

<https://www.mundodeportivo.com/urbantecno/ciencia/como-ver-los-satelites-de-starlink-cuando-pasa-y-cual-es-la-mejor-forma-de-observarlo>

⁹ Constelación de Satélites Starlink

<https://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/258/la-constelacion-starlink>

2.22. Sistema de coordenadas.

Sistema de coordenadas son métodos para identificar de manera inequívoca la posición de un punto sobre el terreno, que utilizan un conjunto de valores.

➤ Los paralelos. Son una serie de líneas imaginarias que rodean al globo terrestre y que reciben su nombre por ser paralelas entre sí, nunca se cortan unas a las otras, y tienen como referencia o punto de partida el paralelo “0”, el ecuador. El ecuador es la línea imaginaria, equidistante de los dos polos geográficos y perpendicular al eje de rotación de la tierra, que divide al planeta en dos hemisferios: Norte y sur. Según en hemisferio en el que este el punto, hablaremos de la latitud norte o la latitud sur. El Ecuador, por tanto, es el paralelo de latitud de 0° . Al norte y al sur del ecuador y paralelos a este se pueden trazar una sucesión de círculos menores imaginarios que se hacen más pequeños a medidas que se acercan a los polos. Tanto el ecuador como estos círculos menores, decíamos que reciben el nombre de paralelos. El ecuador es el paralelo de latitud 0° mientras que el meridiano de Greenwich es el meridiano de longitud 0° .

➤ Los meridianos. Son semicircunferencias imaginarias que pasan por los polos y son perpendiculares al ecuador. En este caso, es el meridiano de Greenwich el considerado meridiano 0° y divide la tierra en dos hemisferios. De nuevo, en función en donde se encuentre el punto al que queremos localizar, hablaremos de longitud este u oriental o longitud oeste u occidental.

➤ Latitud y Longitud. La Latitud (expresada como Y) proporciona la localización de un lugar en dirección norte o sur desde el ecuador. Mientras que la Longitud (expresada con X) proporciona la localización de un lugar en dirección este u oeste desde el meridiano de Greenwich.

Cualquier lugar de la superficie terrestre puede ser referenciado por la intersección de un paralelo y un meridiano. Inclínación y altitud variable: La variabilidad en la inclinación y la altitud de las órbitas es esencial para optimizar la cobertura global de Starlink. Al distribuir los satélites en diferentes planos orbitales y altitudes, se maximiza la capacidad de proporcionar conectividad a áreas geográficas diversas y se minimiza la posibilidad de congestión en una región específica del espacio (Pablo López 2023).

Satélites naturales. Un satélite natural es un cuerpo celeste que órbita alrededor de un planeta. Generalmente el satélite es más pequeño y acompaña al planeta en su órbita alrededor de su estrella madre. A diferencia de los fragmentos que orbitan formando un anillo, es el único cuerpo en su órbita. El término satélite natural se contrapone al de satélite artificial, siendo este último un objeto que gira en torno a la Tierra, la Luna o algunos planetas y que ha sido fabricado por el ser humano. En otros casos, como en el de la Luna terrestre, fue originada a partir de un gran impacto entre un asteroide y el planeta Tierra. Las rocas y el polvo resultantes de la explosión del choque se esparcieron por el espacio y luego se agruparon y formaron la Luna, ubicada lo suficientemente cerca de la Tierra como para quedar atrapada en su órbita.

Imagen 18 Satélites naturales



Nota: Satélites, pastores, satélites orbitales, satélites esteroidales.

➤ Tipos de satélites naturales:

- **Satélites pastores.** Aquellos que se ubican en los anillos de un planeta en especial de los planetas “gigantes” o “exteriores” del Sistema Solar. También se le conocen como pequeñas lunas.

- **Satélites coorbitales.** Aquellos que conforman dos o más satélites en la misma órbita de un planeta.

- **Satélites esteroideos.** Aquellos, en general pequeños, que giran alrededor de asteroides.

➤ Los satélites naturales también se clasifican por su tipo de órbita, que puede ser:

- **Regular.** Aquellos satélites que mantienen una órbita constante alrededor de otro cuerpo celeste, es decir, en un mismo sentido que el planeta.

- **Irregular.** Aquellos que mantienen órbitas muy alejadas respecto del planeta que orbitan y que suelen ser elípticas e inclinadas.

2.23. Satélite artificial.

Tipos de satélites artificiales. Un satélite artificial es cualquier objeto fabricado por el hombre que se ha puesto en órbita mediante cohetes. Estas naves espaciales están equipadas con instrumentos sensibles y cámaras para estudiar la Tierra y otros planetas, ayudar con las telecomunicaciones e incluso observar el universo lejano. Gracias a su amplio campo de visión y a su mejor resolución espacial, pueden recoger información mucho más rápidamente que los sensores terrestres. Además, a diferencia de los observatorios terrestres, la visión desde el espacio no se ve obstaculizada por ningún tipo de oscuridad atmosférica, como las nubes y el polvo.

Los tipos de satélites artificiales que existen están predefinidos por el tipo de tarea que realizará, sea comunicación, investigación científica, predicción meteorológica u observación sobre el terreno. También influye su tamaño, tipo de órbita y disposición general. Aunque existen varios tipos de satélites artificiales, todos se rigen por las mismas leyes físicas y cálculos matemáticos una vez que llegan al espacio, incluso si vuelan en órbitas distintas.

Imagen 19 Satélites artificiales



Nota. Satélites fabricados y operados por el ser humano con fines militares y comerciales.

2.24. Construcción de los satélites.

Las consideraciones de fabricación de satélites son un elemento clave a tener en cuenta en su construcción. En el espacio existen más de mil satélites provenientes de la Tierra y actualmente, cada uno de ellos cuenta con una vida útil de entre 5 y 15 años. Se clasifican en dos categorías: Los dispositivos de comunicaciones y los de observación. Los primeros permiten la transmisión de señales de radio y televisión entre dos zonas determinadas del planeta, una especie de antenas colocadas en el cielo; sirven como un método con el objetivo de “iluminar” ciertas zonas del mundo.

Los de observación, por su parte, se limitan a recopilar datos e información. Construir un satélite es una tarea de alto costo debido a los materiales que se requieren en el proceso de manufactura, particularmente por las especificaciones mínimas a cumplir. Estos dispositivos necesitan soportar la radiación del espacio (con el objetivo de prevenir daño a sus componentes internos), ser suficientemente resistentes a la presión de viajar por el espacio a una velocidad constante de 700 kilómetros por hora y además tener la solidez adecuada para no sufrir daño ante posibles impactos de basura espacial o de asteroides de menor tamaño. Para fabricar un satélite, generalmente se utilizan materiales al estilo del Kevlar, el cual no se derrite sino hasta alcanzar temperaturas muy altas; la fibra de carbono, que por sus propiedades físicas goza de una alta resistencia; el titanio, con una alta fortaleza ante los efectos de la oxidación; así como el aluminio, reciclable y ligero. Otro insumo frecuentemente utilizado son los nanotubos de carbono, remarcables por su fuerza.

Antes de comenzar con la construcción, se necesita determinar la función del satélite ya que no todos los dispositivos pueden elaborarse de la misma forma. A cada uno se le necesita asignar un canal de comunicación específico y además diseñarlo adecuadamente con el objetivo de emitir las señales indicadas conforme al formato de transmisión elegido. Se clasifican según la órbita: Baja, media o de transferencia geoestacionaria. Sobre su masa, los satélites de mayor volumen pueden alcanzar más de mil kilogramos, mientras los más pequeños van desde ese peso hasta apenas mil gramos. Igualmente, se pueden clasificar dichos dispositivos en sistemas, ya sea nacionales, regionales e internacionales. Tras el proceso de manufactura, cohetes y transbordadores son utilizados con el objetivo de ubicarlos en la órbita adecuada.

Una de las compañías con mayor apuesta al sector satelital ha sido SpaceX, del sudafricano Elon Musk. Meses atrás, se reveló que la empresa tenía en puerta una iniciativa de

fabricación de satélites con el objetivo de ofrecerle Internet a todo el planeta. Para ello, se tiene planeado enviar al espacio a más de 4 mil dispositivos antes de 2024. Asimismo, en conjunto con la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), ha realizado envíos con el cohete Falcon Heavy, uno de los más grandes de su tipo en toda la historia.

2.25. Tipos de satélite.

Tipos de satélites artificiales según su órbita. En la mayoría de los casos, tras ser lanzado, el satélite se coloca en una de las varias órbitas predeterminadas alrededor de la Tierra. Pero en algunos casos, puede dirigirse a un viaje interplanetario, siguiendo una trayectoria alrededor del Sol hasta alcanzar su destino final. Los tipos de satélites suelen clasificarse en función de la altitud orbital (distancia desde la superficie de la Tierra), que afecta directamente a su cobertura y a la velocidad a la que viajan alrededor del planeta. A la hora de elegir el tipo de órbita, los creadores deben tener en cuenta su finalidad, los datos que obtendrán y los servicios que ofrecerán, así como el coste, el área de cobertura y la viabilidad de las distintas órbitas.

Los 5 tipos principales de satélites en función de sus orbitas son:

- Órbita terrestre baja (LEO).
- Órbita terrestre medio (MEO).
- Órbita Geoestacionaria (GEO).
- Órbita helio síncronos (SSO).
- Órbita de transferencia geoestacionaria (GTO).

Profundicemos en la naturaleza de estos 5 tipos diferentes de órbita y de los satélites artificiales para conocer mejor sus características y usos potenciales.

Imagen 20 Orbitas de ubicación de los tipos de satélite.



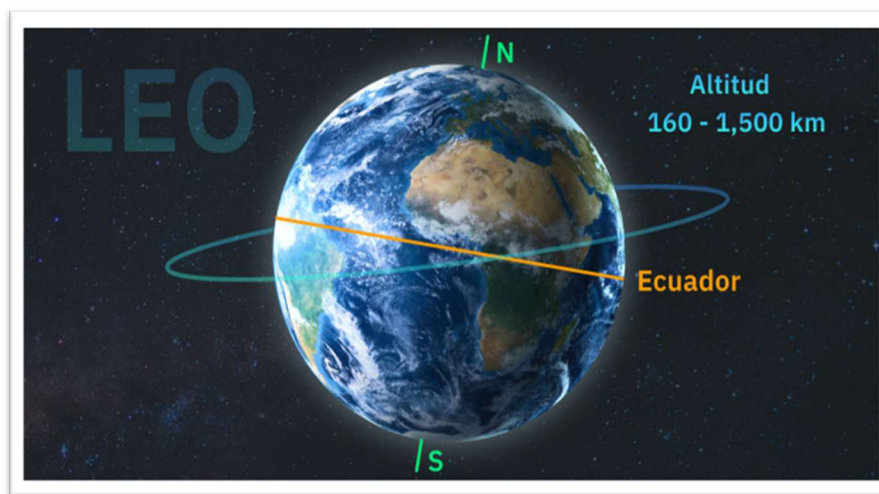
Nota: Las 5 orbitas donde se ubican los principales satélites artificiales.

➤ Satélites en una órbita terrestre baja (LEO).

Los satélites en una órbita terrestre baja se mueven a una altitud aproximada de 160-1.500 kilómetros sobre la superficie de la Tierra. Tienen un período orbital corto, de entre 90 y 120 minutos, lo que significa que pueden dar la vuelta al planeta hasta 16 veces al día. Esto los hace especialmente adecuados para todo tipo de teledetección, observación terrestre de alta resolución e investigación científica, ya que los datos pueden obtenerse y transmitirse rápidamente.

Todos los tipos de satélites en LEO pueden variar el ángulo de su plano respecto a la superficie terrestre. El tipo de órbita terrestre baja es muy común, ya que ofrece más trayectorias potenciales para las naves espaciales. Sin embargo, debido a su proximidad a la Tierra, tienen un área de cobertura menor que otros tipos de satélites. A menudo, se lanzan juntos grupos de satélites a la atmósfera baja.

Imagen 21 Órbita del satélite leo

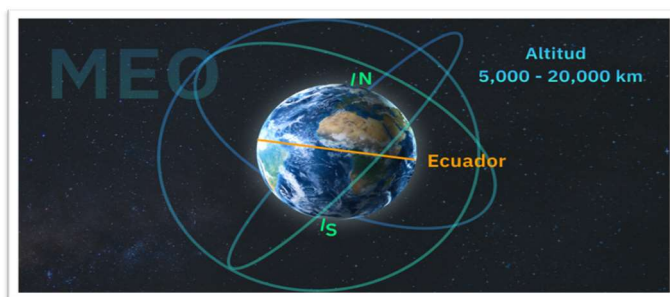


Nota: Dirección terrestre según órbita de satélite leo satélites LEO, conocidos como constelaciones de satélites, para formar una especie de red que rodea la Tierra. Esto les permite cubrir grandes áreas simultáneamente trabajando juntos.

➤ Satélites en una órbita terrestre media (MEO).

Los satélites de tipo MEO se sitúan entre las órbitas terrestre baja y la geoestacionaria, normalmente a una altitud de entre 5.000 y 20.000 kilómetros. Los servicios de posicionamiento y navegación, como el GPS, se apoyan habitualmente en satélites de tipo MEO. Recientemente se han puesto en funcionamiento constelaciones de satélites MEO de alto rendimiento (HTS) para permitir la comunicación de datos de baja latencia a proveedores de servicios y organizaciones comerciales y gubernamentales.

Imagen 22 Orbitas del Satélite Meo



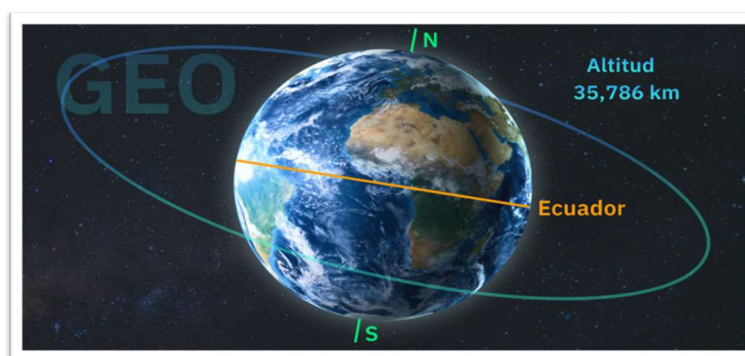
Nota: Dirección terrestre según órbita de satélite Meo.

Gracias a su mayor período orbital (normalmente entre 2 y 12 horas), a diferencia de otros tipos de satélites existentes, ofrece un término medio entre área de cobertura y velocidad de transmisión de datos. Comparados con los de órbita terrestre baja, los MEO necesitan menos aparatos para dar cobertura mundial, pero su retardo es mayor y su señal más débil.

➤ Satélites en órbita geoestacionaria (GEO)

La órbita geoestacionaria se sitúa a 35.786 kilómetros sobre la superficie terrestre, precisamente sobre el ecuador. Tres satélites GEO espaciados de forma uniforme pueden dar una cobertura casi mundial gracias a la enorme superficie que cubren en la Tierra

Imagen 23 Orbitas del satélite Geo



Nota: Dirección terrestre según órbita de satélite Geo.

Los objetos situados en órbita geoestacionaria parecen inmóviles desde la Tierra porque su período orbital es idéntico a la rotación de la Tierra: 23 horas, 56 minutos y 4 segundos. Esto permite que una antena terrestre apunte siempre hacia el mismo dispositivo en el espacio. Por eso, estos satélites son perfectos para los servicios de comunicación siempre activos, como la televisión y los teléfonos.

Además, pueden utilizarse en meteorología para monitorizar el tiempo en regiones concretas y seguir el desarrollo de patrones locales. El mayor inconveniente del tipo GEO frente a otros tipos de satélites espaciales para la comunicación en tiempo real es el mayor retardo de la señal causado por la gran distancia con la tierra.

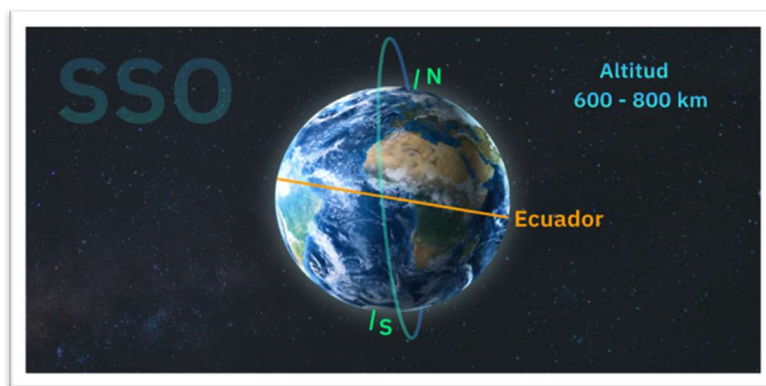
¿Qué tipos de satélites se utilizan para monitorizar la nubosidad? Solo se usan satélites en órbita geoestacionaria para proporcionar observaciones sobre los patrones de nubes que se utilizan para calcular la velocidad del viento.

➤ Satélites Heliosíncronos (SSO).

Los satélites heliosíncronos atraviesan de norte a sur las regiones polares a una altitud de 600 a 800km sobre la Tierra. La inclinación orbital y la altitud de estas naves están calibradas de modo que siempre cruzan un lugar cualquiera dado de forma precisa a la misma hora solar local.

Así, las condiciones de iluminación son constantes para la obtención de imágenes, lo que hace que de entre todos los tipos de satélites, éste sea ideal para la observación de la Tierra y la monitorización del medioambiente.

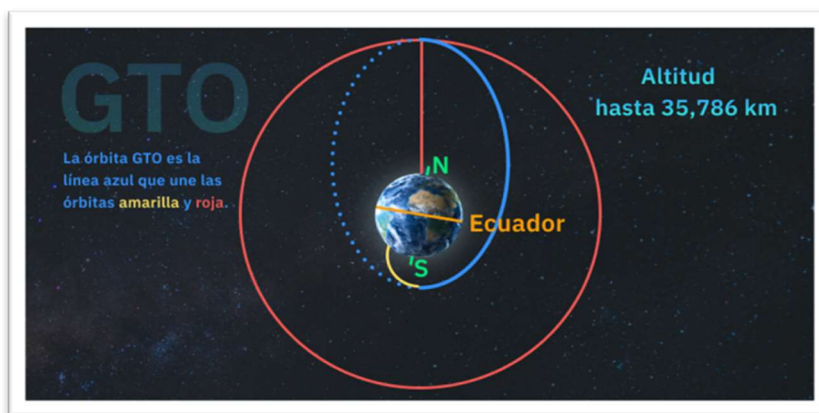
Imagen 24 Órbita de satélite sso



Nota: Dirección terrestre según órbita de satélite Sso.

Esto también implica que las imágenes históricas y actuales de los satélites SSO son muy adecuadas para la detección de cambios. Los científicos utilizan estas secuencias de imágenes para conocer la evolución de los patrones meteorológicos, pronosticar ciclones, monitorizar y prevenir incendios forestales e inundaciones y recabar información sobre problemas a largo plazo, como la deforestación y los cambios en la línea costera. Pero debido a su menor altitud orbital, de entre todos los tipos de satélites, los satélites SSO sólo pueden cubrir una región pequeña y hacen falta más unidades para hacerlo de forma continua.

Imagen 25 Órbita del satélite Gto



Nota: Dirección terrestre según órbita de satélite Gto Satélites de Órbita de Transferencia Geoestacionaria (GTO).

La órbita más frecuente de entre todos los tipos de satélites es la de transferencia geoestacionaria, utilizada para pasar de una órbita de transición a la geoestacionaria. Los satélites no siempre se colocan directamente en su órbita definitiva cuando son propulsadas desde la tierra al espacio por vehículos de lanzamiento como Falcon 9.

Los cohetes que transportan la carga útil a la órbita geoestacionaria la dejan en órbitas de transferencia, que son puntos intermedios en el camino hacia su posición final. A continuación, el motor del satélite se enciende para alcanzar su órbita de destino y ajustar su inclinación. Este atajo permite alcanzar la órbita geoestacionaria con un mínimo de recursos.

Otros tipos de órbita menos comunes son la órbita altamente elíptica (HEO), la órbita polar y el punto de Lagrange (punto L). Los tipos de satélites y sus funciones, así como el objetivo, determinan la órbita. De ahí que haya varios tipos de satélites y sus aplicaciones.

2.26. Constelaciones de satélites GEO, MEO y LEO.

Una constelación (o enjambre) de satélites es una red de unidades artificiales idénticas o de tipo similar con el mismo propósito y control compartido. Estos grupos se comunican con estaciones terrestres situadas en todo el mundo y a veces están interconectados. Funcionan como un sistema y están diseñados para complementarse entre sí.

En primer lugar, los satélites en enjambre giran en varias órbitas (planos orbitales), normalmente similares, lo que garantiza una cobertura mundial ininterrumpida o casi ininterrumpida. En segundo lugar, las unidades individuales de una constelación pueden captar técnicamente un territorio más amplio en comparación con un único medio de teledetección. En función de la altitud orbital, existen tres tipos diferentes de constelación de satélites: GEO, MEO y LEO. Cada tipo tiene sus características y es importante para un propósito concreto, así que vamos a considerar cómo se comparan estos tres.

Imagen 26 Constelación de satélites



Nota: Agrupación de satélites artificiales que trabajan en conjunto para cubrir una amplia área de la tierra (red de satélites)

Imagen 27 Constelación de los satélites Meo, Geo y Leo



➤ Constelación de satélites GEO.

GEO significa órbita geoestacionaria (o ecuatorial geo sincrónica) y alberga cientos de satélites en la actualidad. Los enjambres geoestacionarios deben su nombre a su modo de rotación terrestre: Se sincronizan con el movimiento de nuestro planeta, por lo que están todo el tiempo sobre el mismo punto. Esto ocurre porque los enjambres GEO sobrevuelan el ecuador y cada rotación dura 24 horas. GEO es la órbita más habitual para las constelaciones de satélites

meteorológicos. Otras constelaciones emiten televisión y prestan servicios de comunicación de baja velocidad. Gracias a su altitud de 36.000 km, un único satélite GEO individual puede captar el 40% de la superficie terrestre. Así, un grupo de tres unidades separadas 120 grados angulares es suficiente para monitorizar el mundo entero.

➤ Constelación de satélites MEO.

MEO es el acrónimo de enjambres de satélites de órbita terrestre media (o mid-Earth) que operan a una altitud de entre 5.000 y 20.000 km y sirven tradicionalmente para fines relacionados con la navegación. Las constelaciones MEO también proporcionan conectividad de gran ancho de banda en lugares donde la infraestructura terrestre es deficiente o inviable. Esto es útil en las industrias marítima y aeroespacial, las plataformas en alta mar y las operaciones de equipos de rescate en zonas remotas.

➤ Constelación de satélites LEO.

Las constelaciones LEO constituyen la población espacial más densa, operando a una altitud de 500 a 1.200 km. Los datos obtenidos son ampliamente utilizados por organismos gubernamentales, así como por organizaciones comerciales y no comerciales. Las constelaciones de satélites de órbita terrestre baja satisfacen principalmente las necesidades de investigación, telecomunicaciones y observación de la Tierra en los ámbitos de monitorización medioambiental, respuesta ante catástrofes, silvicultura y el sector agrícola.

Estos enjambres pueden tener órbitas circulares o elípticas. Las órbitas circulares están a la misma altitud, mientras que en las elípticas hay apogeo (el punto más alto) y perigeo (el más bajo). Los enjambres con órbitas circulares giran alrededor de nuestro planeta en un plazo que va desde 1.5 hasta varias horas y suelen volar casi por encima de los polos

geográficos. En cuanto a las órbitas elípticas, vuelan más despacio en el apogeo y más deprisa en el perigeo. Parámetros de cada constelación de satélites.

2.27. Constelación de satélites Starlink.

Las constelaciones LEO constituyen la población espacial más densa, operando a una altitud de 500 a 1.200 km. Los datos obtenidos son ampliamente utilizados por organismos gubernamentales, así como por organizaciones comerciales y no comerciales. Las constelaciones de satélites de órbita terrestre baja satisfacen principalmente las necesidades de investigación, telecomunicaciones y observación de la Tierra en los ámbitos de monitorización medioambiental, respuesta ante catástrofes, silvicultura y el sector agrícola.

Estos enjambres pueden tener órbitas circulares o elípticas. Las órbitas circulares están a la misma altitud, mientras que en las elípticas hay apogeo (el punto más alto) y perigeo (el más bajo). Los enjambres con órbitas circulares giran alrededor de nuestro planeta en un plazo que va desde 1.5 hasta varias horas y suelen volar casi por encima de los polos geográficos. En cuanto a las órbitas elípticas, vuelan más despacio en el apogeo y más deprisa en el perigeo. Parámetros de cada constelación de satélites.

2.28. Constelación de satélites Starlink.

¿Cómo logra Starlink su baja latencia?

La cuestión es que la velocidad de la luz no es la misma en todos los materiales. En concreto, la luz viaja un 47% más lento en una fibra óptica que en el vacío. Esta diferencia permite a Starlink transmitir información en poco tiempo; la luz se mueve mucho más rápido en el vacío del espacio exterior que en un cable de fibra óptica (Reina 2020).

Tabla 2 Parámetros de cada constelación de los satélites

Parámetro	GEO	MEO	LEO
Altitud	36.000 km	5.000 a 20.000km	500 a 1.200 km
Area de cobertura	Amplia	Media	Reducida
Velocidad de transmisión del enlace descendente y ascendente (velocidad de señal)	Lenta	Media	Rápida
Distancia entre estaciones	Distante	Regional	Local
Antenas	Estacionara	Seguimiento doble	Seguimiento complejo y red terrestre

Nota: Especificación de los parámetros referente a cada satélite en cuanto a área de cobertura, velocidad de transmisión etc. (Kateryna Sergieieva, 2023).

El 24 de mayo de 2019 despegaba de Cabo Cañaveral, Florida, un cohete Falcon 9 con los primeros 60 satélites del sistema Starlink. Así se llama la constelación de satélites de la empresa SpaceX, cuyo objetivo es ofrecer servicios de telecomunicaciones de alta velocidad a todo el planeta. Los satélites fueron desplegados sin contratiempos en una órbita a 440 kilómetros de altura, para luego usar su sistema de propulsión eléctrico y alcanzar su órbita final a 550 kilómetros. Desde entonces se han realizado otros cinco lanzamientos, el último el 18 de marzo de 2020.

Imagen 28 Constelaciones específicas del satélite Starlink

Nota: Representación de la red de satélites Starlink en el espacio.

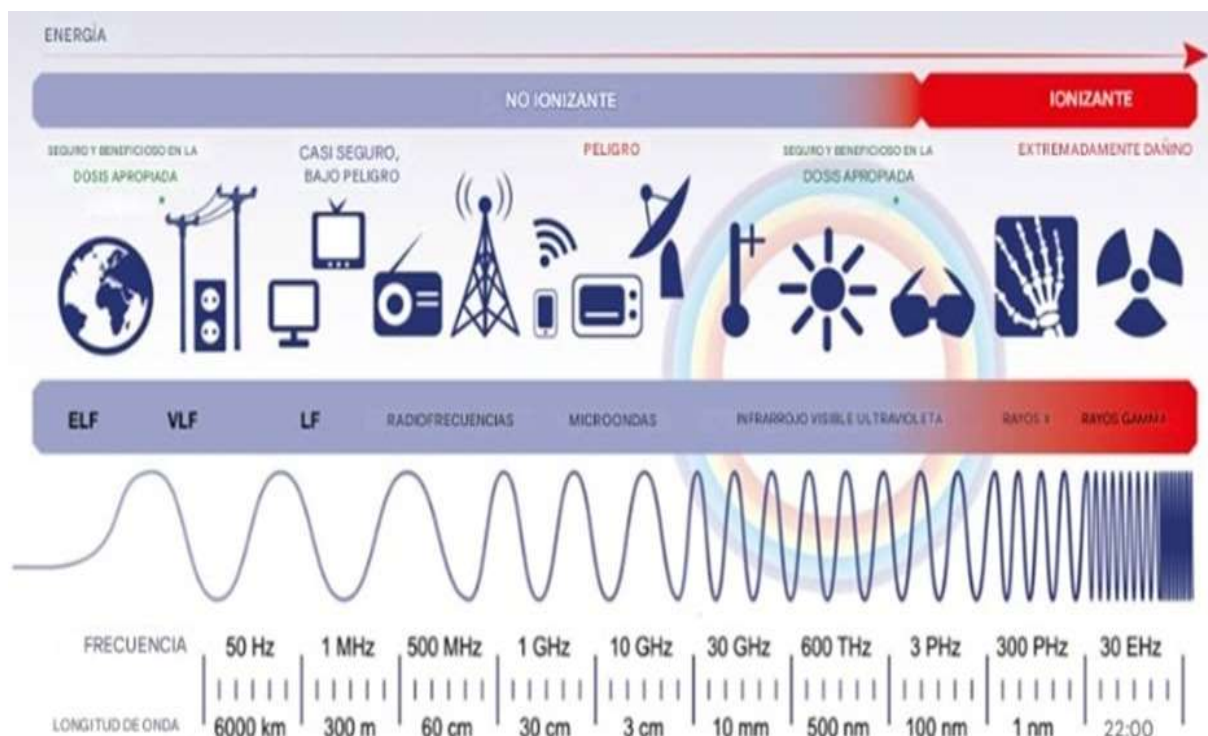
Para sumar un total de 360 satélites en órbita. Y es apenas el principio. Sin en la actualidad hay unos 2,000 satélites activos, SpaceX quiere pulverizar esa arca en apenas cinco años. Para 2024, Starlink estará formado por nada menos que 12,000 satélites, casi el doble de todos los que se han lanzado desde el comienzo de la era espacial en 1957 (unos 7,000). Un ambicioso proyecto que, sin embargo, también tiene sus detractores; entre ellos, la mayoría de los astrónomos, tanto profesionales como aficionados, debido al impacto que tendrá sobre el cielo nocturno la presencia de tantos satélites.

El plan de SpaceX no solo se limita a dar acceso a internet a todo el planeta. También aspira a hacerlo con baja latencia. En telecomunicaciones, la latencia es el tiempo que tarda en enviarse un paquete una unidad de información dentro de la red y es un factor clave en la velocidad de las conexiones a internet. En resumen, baja latencia equivale a transmisión rápida. Para usar el sistema Starlink el usuario necesita una antena que la proporciona SpaceX. La antena enviaría información mediante ondas de radio al satélite más cercano. al destino, momento en que se enviaría de nuevo a tierra en forma de ondas de radio a la antena receptora. Cada satélite dispone de cuatro antenas de comunicaciones para recibir y enviar información a la superficie terrestre.

2.29. Frecuencia utilizada por satélites Starlink.

La Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) otorgó la concesión para la explotación de un fragmento del espectro radioeléctrico a la Sociedad Starlink El Salvador LTDA de C.V.

Imagen 29 Frecuencia utilizada en la red satelital de Starlink



Nota: Representación de las ondas y frecuencia de Starlink entre 10-100GHz (12GHz = 12×10^9 , 12,000,000,000 Hz).

A través de una resolución, emitida el 19 de febrero de 2024, se otorgó a Starlink El Salvador la concesión para el servicio “fijo por satélite” de conectividad a Internet de banda ancha para todo el territorio nacional. La frecuencia de transmisión es de 14 a 14.5 Gigahertz (Ghz), mientras que el ancho de banda de transmisión es de 52 Megahercios (Mhz). Entretanto, la frecuencia de recepción de 10.7 a 12.7 Ghz, y la de recepción en 250 Mhz.

2.30. Radiación electromagnética

Se produce siempre que se favorece un movimiento acelerado de los electrones.

Imagen 30 Movimiento de los electrones



Nota: El movimiento acelerado de estos genera ondas electromagnéticas y este fenómeno es fundamental para las tecnologías de comunicación y radiación electromagnéticas.

2.31. Espectro electromagnético

La aceleración a una partícula cargada eléctricamente genera un campo magnético, y la velocidad de esta partícula genera un campo eléctrico el efecto resultante de ambas es el espectro electromagnético.

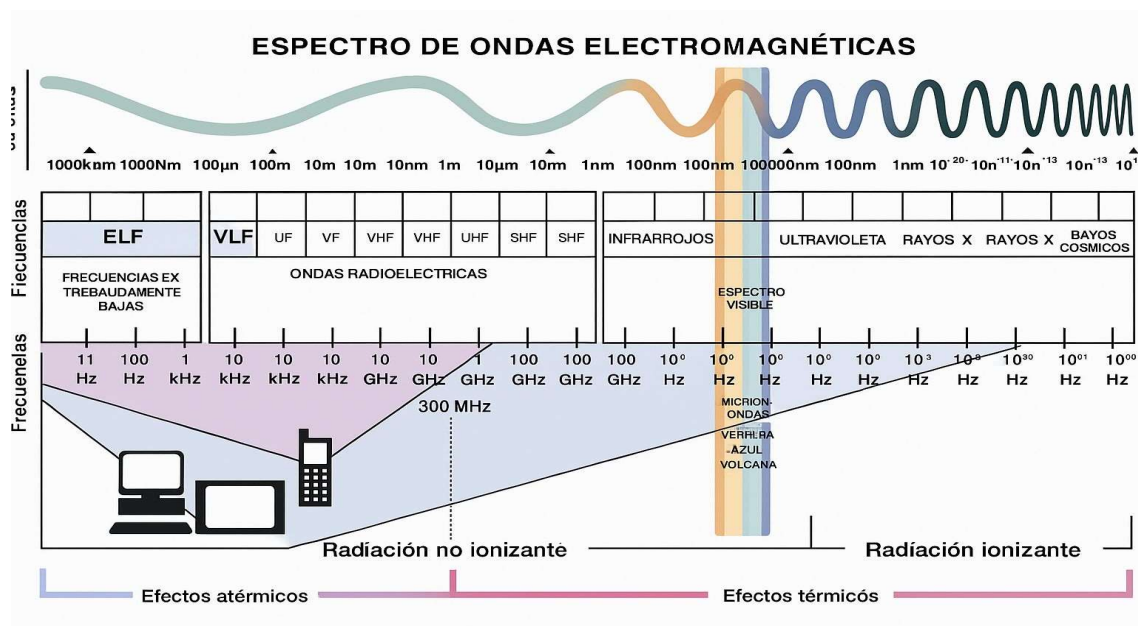
La aceleración a una partícula cargada eléctricamente genera un campo magnético, y la velocidad de esta partícula genera un campo eléctrico el efecto resultante de ambas es el espectro electromagnético.

Reformulado de otra forma, es el resultado de la interacción dinámica entre campos eléctricos y magnéticos generados por partículas. Cuando una partícula cargada se acelera, crea un campo magnético oscilante, mientras que su movimiento a velocidad constante produce un campo eléctrico que también varía en el tiempo. La combinación de estos dos campos genera ondas electromagnéticas que se propagan a través del espacio a la velocidad de la luz, aproximadamente 300,000 km/s en el vacío.

Este espectro alcanza una significativa gama de frecuencias y longitudes de onda, desde las ondas de radio de baja frecuencia hasta los rayos gamma de alta energía, pasando por microondas, luz visible e infrarrojo. Cada sección del espectro tiene aplicaciones específicas, como la comunicación inalámbrica, la visualización médica con rayos X o el calentamiento por

microondas. La naturaleza de estas ondas depende de la energía de las partículas aceleradas y de las condiciones del medio por el que se propagan, lo que las hace un fenómeno fundamental en física y tecnología moderna.

Imagen 31 Rango de ondas electromagnéticas



Nota: Muestra la gama completa de todas las frecuencias de radiación electromagnéticas.

Frecuencia: Es una medida de cuantas veces el pico de una onda pasa por un punto en particular cada segundo. Se mide en hercios (Hz), que también se puede describir simplemente por segundo. Frecuencias bajas: Llevan asociadas longitud de ondas largas. Frecuencias altas. Llevan asociadas longitud de ondas cortas.

Efecto no ionizante (1 Hz a 10^{16} Hz): Este tipo de radiación no tiene suficiente energía para ionizar la materia, es decir, extraer electrones de sus estados ligados al átomo. Algunos ejemplos de radiaciones ionizantes son los rayos gamma, los rayos X y la parte ultravioleta de mayor energía del espectro electromagnético.

Efectos Térmicos (producido por: no ionizantes hasta los ionizantes): La exposición prolongada a campos de RF, suficiente para aumentar la temperatura de los tejidos en más de 1°C, puede tener consecuencias negativas en la salud. Por ejemplo, se ha demostrado que afecta la resistencia y la capacidad de realizar tareas mentales.

El efecto atómico: Se refiere al calentamiento que no produce un aumento significativo de la temperatura en los tejidos biológicos. A diferencia de los efectos térmicos.

2.32. Antenas (TX. receptor y TR transmisor).

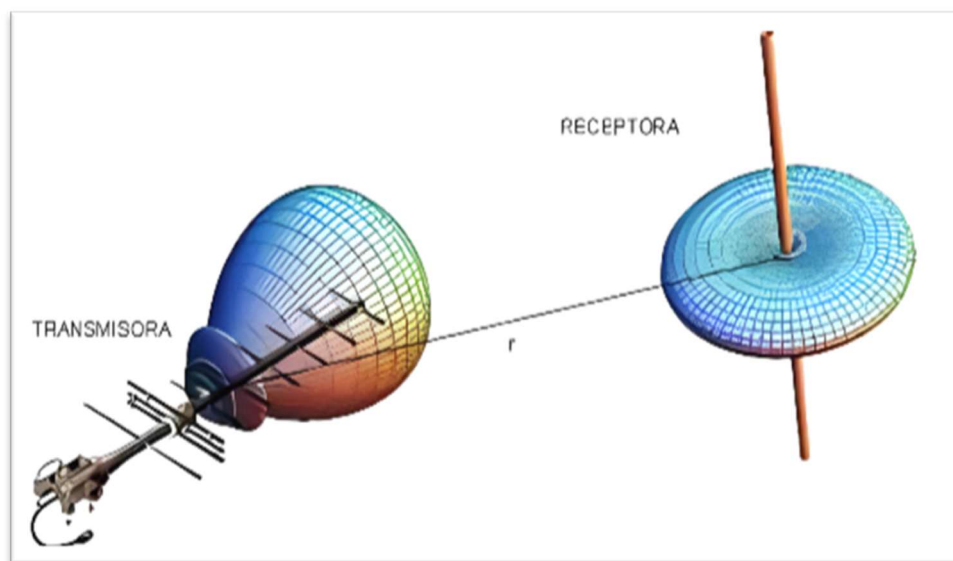
Definición de antenas. Es cualquier conductor eléctrico cuyo tamaño y forma le permitan. Transmitir ondas electromagnéticas al espacio. Captar ondas electromagnéticas y convertirlas en un voltaje en sus bornes.

2.33. Antena de televisión por Satélite.

Las antenas parabólicas de TV, utilizan un reflector parabólico para enfocar las ondas electromagnéticas que son las señales enviadas desde los satélites de radiodifusión que orbitan la tierra a 35,000 Km de altura llamados los del tipo Satélites en órbita Geoestacionaria (GEO). Estas antenas solo reciben señales del espacio y no pueden enviar datos.

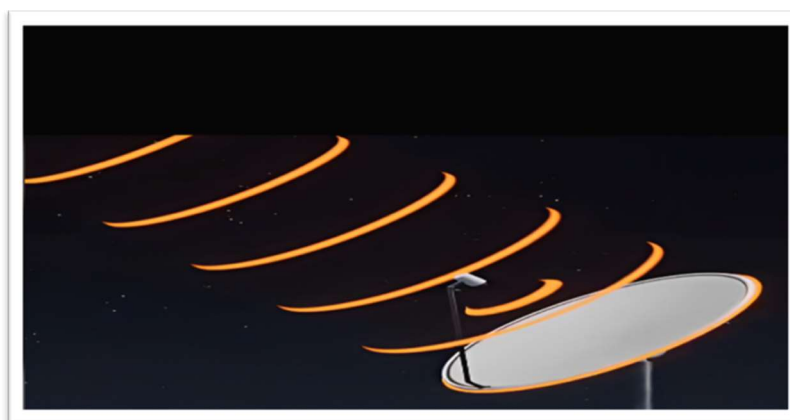
Estas antenas presentan un obstáculo para enviar datos eso las caracteriza de otros tipos de antena como las bidireccionales; lo que limita su función exclusivamente a la recepción pasiva y su instalación requiere que sea precisa basada en latitud y longitud del lugar, así como la posición orbital del satélite donde se comunicaran lo que a la vez puede exigir ajustes periódicos. Este sistema de antena ha revolucionado el acceso a canales televisivos desde cualquier ubicación del planeta.

Imagen 32 Dispositivos para transmitir y recibir ondas electromagnéticas



Nota: El dispositivo es esencial y fundamental para las tecnologías de comunicación modernas.

Imagen 33 Antena parabólica



Nota: Recibe señales de televisión hacia satélites más lejano en órbita.

Sin embargo, la antena Dishy (Plato) de Starlink envía y recibe datos desde un satélite Starlink que orbita a 550 Km de distancia, aunque este satélite se encuentra 60 veces más cerca que los satélites de TV, esta distancia de Starlink sigue siendo increíble para enviar una señal inalámbrica parabólica.

En ese sentido podemos mencionar que los satélites de Starlink están 60 veces mas cerca de la tierra, a pesar de esta distancia la señal que se genera entre la antena es un gran avance tecnológico, debido a que la antena con su ingeniería y direccionamiento automático permite que la conexión bidireccional sea muy estable y rápida. En comparación con la antena parabólica de tv que solo reciben señales. Cabe recalcar que este sistema aprovecha la constelación de satélites cercana a la tierra para establecer conexión en las zonas rurales o escabrosas de la tierra, donde jamás se pensó poder establecer un tipo de conexión de internet. Esta innovación entre antena satélite (kit Starlink) ha revolucionado el acceso a internet, demostrando que incluso a cientos de kilómetros, las señales inalámbricas pueden ser eficientes y confiables.

Imagen 34 Starlink Dishy (plato)

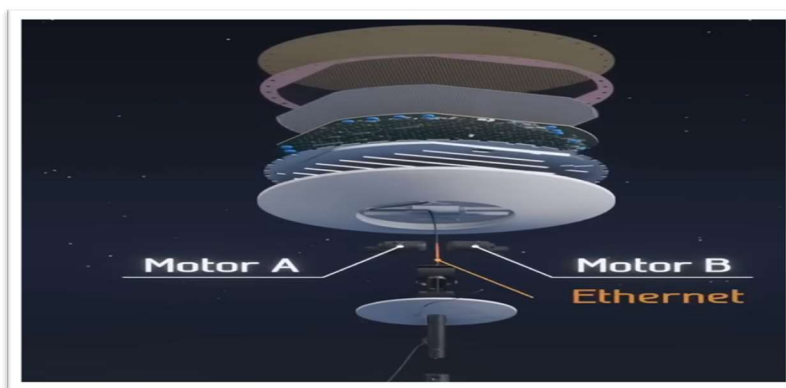


Nota: La diferencia de la antena parabólica, esta recibe y transmite ondas electromagnéticas en alta latencia.

2.34. Construcción de antena satelital.

Tiene dos motores los cuales al iniciar el sistema operativo de la antena orientan la antena hacia el satélite para su sincronización y conexión, esto sucede solo una vez.

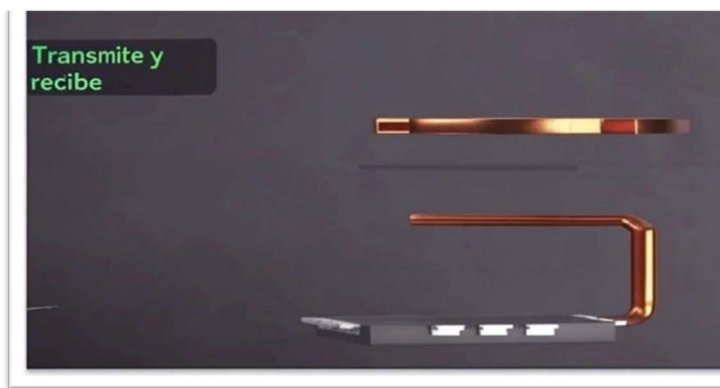
Imagen 35 Estructura de antena satelital Starlink



Nota: Referente al proceso del diseño y construcción del dispositivo que recibe y transmite ondas electromagnéticas.

La antena terrestre de comunicación con el satélite construida con transmisor y receptor. En cuanto al sistema operativo o firmware que manejan estas antenas, es secreto para evitar vulnerabilidades en un ataque técnico a la conectividad con el satélite.

Imagen 36 Etapa de transmisión y receptor de antena Starlink.



Nota: Está basada en la comunicación bidireccional (satélite –antena, antena satélite).

2.35. Antena Tx y Rx del tipo sectoriales.

¿Qué son las antenas sectoriales?

Son antenas que abarcan un área determinada de cobertura. Hay antenas omnidireccionales, que cubren 360° y antenas directivas.

Entre las que están las parabólicas, que enfocan la transmisión y recepción en una zona muy pequeña. Las antenas sectoriales están en el medio, enfocan su energía a una zona grande o un sector para poder abarcar muchos posibles usuarios. Las antenas sectoriales pueden cubrir diferentes zonas dependiendo de sus características. Las más comunes son de 60° , 90° o 120° , aunque hay otros tipos para diferentes usos. Con estos ángulos podemos tener en una misma torre 6, 4 o 3 sectores.

Características de las antenas sectoriales: Las antenas tienen siempre especificaciones muy claras que se pueden ver en su hoja de datos

Imagen 37 Cobertura de la antena sectorial de 90 grados



Nota: Esta cobertura es ideal para redes inalámbricas en áreas específicas (ofrece mayor eficiencia en la transmisión).

Existen varios parámetros que son particularmente importantes y en los cuales siempre nos tenemos que fijar:

- ✓ Frecuencia de uso: Es un rango de frecuencias, la antena está diseñada para trabajar a esas frecuencias. Por ejemplo, la telefonía móvil utiliza varias bandas bien distintas, para 3G, 4G y 5G. Cada una de estas bandas tiene su antena específica para trabajar con su frecuencia.

- ✓ Tipo de conector: Hay diferentes tipos de conectores. Lo ideal es que sean del mismo tipo que el equipo al que vayamos a conectarnos o al cable que usemos para conectar la antena a la radio. Si no son iguales hay adaptadores de todos tipos. Los más comunes para las frecuencias de bandas libres son tipo N y SMA.

- ✓ Ganancia: Cuanto más grande sea la ganancia de una antena, más lejos podremos transmitir nuestra señal.

- ✓ Ancho de haz: Esto indica en grados el área de cobertura de la antena. Así podemos saber si el espacio que cubre es el que queremos.

- ✓ Las antenas sectoriales se caracterizan por el ancho de haz, que cubre un sector, como dijimos anteriormente. Esta área puede ser de diferente tamaño y típicamente se utilizan 60°, 90° o 120°.

Los otros parámetros dependen del uso que queremos darle a la antena y el tipo de red inalámbrica que tengamos, y las antenas sectoriales cubren todo el rango de frecuencias, conectores y ganancias.

2.36. Antena sectorial ubiquiti LBE 5ac Gen2, para conectar edificios F y H.

La antena de alta ganancia LBE-5AC-Gen2 de Ubiquiti Networks, combina tecnologías de hardware y software para funcionar un alto rendimiento y ancho de banda en un mismo dispositivo. Además de ultra-ligera, la LiteBean 5AC Gen2 de Ubiquiti Networks es una solución con un diseño que integra radio y antena para conseguir unos rendimientos y eficiencias óptimos.

Imagen 38 Antena sectorial de 90°



Tabla 3 Especificaciones técnicas de la Antena sectorial de 90°

LBE-5AC-GEN2	
Dimensiones	358x271.95x272.50 mm (14.09x10.71x10.73")
Peso	
Con montaje	980 g (2.16 lb)
Sin Montaje	800 g (1.76 lb)
Interfaz de red	(1) Puerto Ethernet 10/100/1000
Ganancia de la antena	23 dBi
Potencia máxima de salida	25 dBm
Consumo máximo de energía	7 W
Fuente de alimentación	24 V, adaptador Gigabit PoE, 0.3 A
Método de alimentación	PoE pasivo (pares 4, 5+ para la ida y 7.8 para retorno)
Temperatura de funcionamiento	De -40 a 70° C (De -40° F a 158° F)
Humedad de funcionamiento	5 a 95% sin condensación
Protección ESD/EMP	+/- 24 kV contacto/aire
Impactos y vibraciones	ETSI300-019-1.4
Resistencia al viento	200 km/k (125 mph)
Carga de viento	275 N @ 200 km/h (61.8 lbf @ 125 mph)
Certificaciones	CE, FCC, IC

➤ **Ventajas de la conexión de internet satelital.**

- ✓ Presenta una facilidad en la instalación y configuración.
- ✓ Cobertura al 100% a nivel nacional, independientemente de la geografía.
- ✓ Alta velocidad y rendimiento óptimo.
- ✓ Facilidad de portabilidad del servicio.
- ✓ Medio de transmisión seguro.
- ✓ Corta brecha digital de conectividad al internet a nivel mundial.
- ✓ Activación y desactivación del servicio de forma inmediata en línea.
- ✓ Proporciona oportunidades de negocios y expansiones.

➤ **Desventajas de la conexión de internet satelital.**

- ✓ Aumenta la latencia a condiciones que obstruyan la antena de una visión clara hacia el cielo.

2.37. ¿Cómo seleccionar el mejor proveedor del servicio de internet un ISP?

Un requerimiento para seleccionar un proveedor de servicios de Internet debe tener en cuenta varios aspectos, a fin de seleccionar el que más se adecue a sus necesidades. Estas son algunos de las características más importantes a tener en cuenta.

➤ **Ancho de banda:** El ancho de banda expresa la velocidad de transmitir y descarga de datos que proporciona la red. Entre mayor es el ancho de banda provisto, mayor es la cantidad de datos que podrá transmitir o descargar en determinado tiempo.

➤ **La latencia:** Expresa acceso y cobertura dependiendo del ISP, conexiones limitadas en tiempo o en cantidad de datos consumidos. También debe saber si ofrecen paquetes con tarifa plana, en las cuales se paga la velocidad y calidad de la conexión.

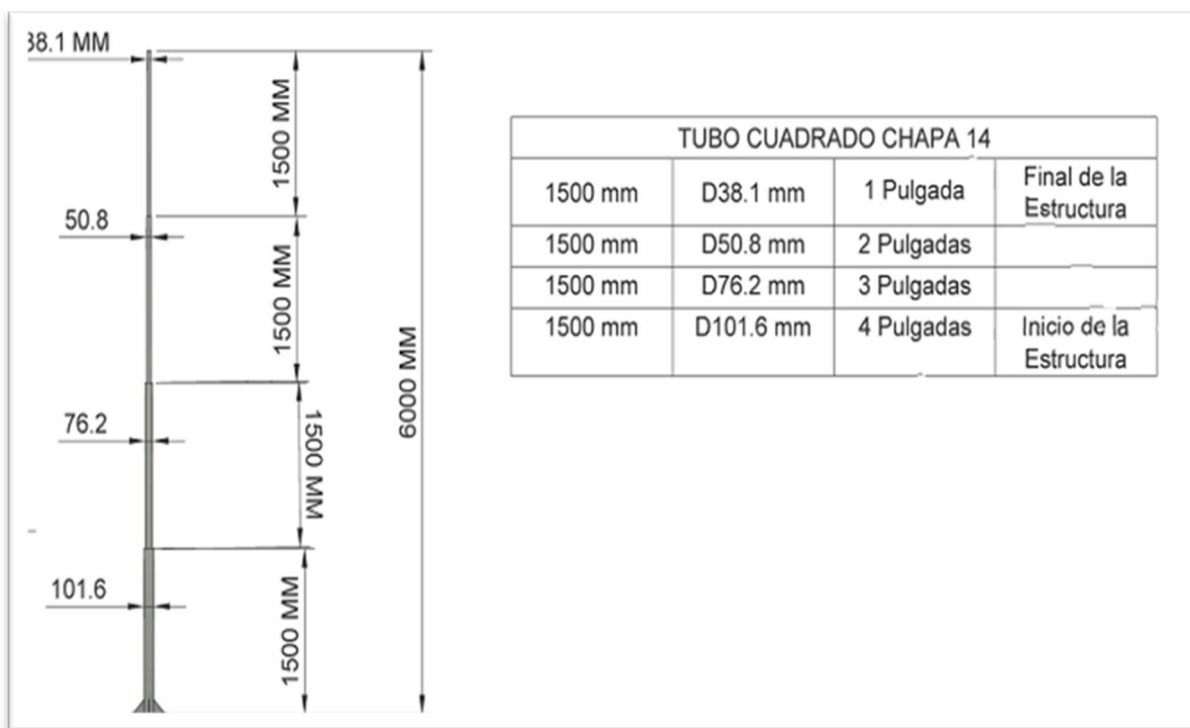
- La cobertura: De su operador es lo que le permite saber si tendrá conexión en determinada área geográfica. Se debe considerar que sea sin ningún proveedor intermedio en los servicios.
- Precio: El precio varía dependiendo de la calidad del servicio contratado con el ISP. Se deben considerar que los datos ofrecidos sean lo más próximo a lo real ya en la transmisión.
- Soporte técnico: Es el servicio encargado de resolver los problemas técnicos con la conexión o los equipos de interconexión provistos por la compañía debería estar disponible las 24/7 los 365 del año, sin ningún costo.

2.38. Plano de la estructura metálica para instalar antena Starlink.

La estructura para instalar la antena de Starlink, se utilizará una estructura de tubo galvanizado cuadrado 4x4pulg, 3x3pulg, 2x2pulg y 1x1pulg de altura de 6 Mts tipo mástil, la estructura para instalar la antena sectorial de 90° se instalará en un tubo galvanizado de 2' de diámetro y 2 metros de altura empernado en la pared con 4 pernos, en el edificio F.

Se diseñado y fabrico la siguiente estructura base, sobre la cual se ensamblo la antena Dishy de Starlink y la antena sectorial Tx. Esta estructura está diseñada para asegurar una instalación robusta y precisa, optimizando la orientación y estabilidad de las mismas.

Imagen 39 Estructura de antenas en edificio F



Nota: Estructura de tubo cuadrado chapa 14". de altura de 6 metros accionada por motor eléctrico y botonera.

2.39. Dispositivo I antena Dishy rectangular de Starlink

Este dispositivo envía y recibe comunicación con el satélite, para activación del servicio de Internet envía coordenadas de posicionamiento terrestre al satélite, también envía datos de identificación de dispositivo antena, así como también datos personales del cliente y dueño del dispositivo para el respectivo control de contrato, facturación y soporte del servicio.

➤ Accesorios que complementan el kit:

- Plato rectangular de 11.9 plg de ancho por 20.2 plg, de largo.
- Starlink cable de 50 ft (este es fabricante exclusivo de Starlink).
- Base de antena.

2.40. Dispositivo II Router generación wifi 5.

Este dispositivo Router es el que convierte la señal recibida por la antena en ondas electromagnéticas a señal digital para ser distribuida inalámbricamente a todos los dispositivos conectados para la navegación a internet proporcionando una velocidad de navegación según requerimiento contratado inicialmente con el básico, 1Tb, 2Tb, etc.

➤ Accesorios del Router:

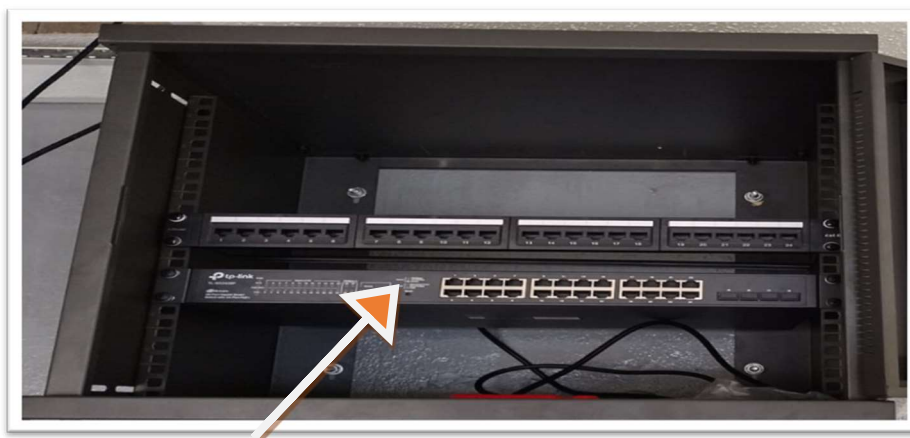
- Cable de poder para alimentación eléctrica (fabricante exclusivo Starlink).
- Cable de CA 1.8 Mt (6 pies).
- Adaptador ethernet (fabricante exclusivo Starlink) diseñado para conectar un dispositivo directamente al Router Starlink, para una conexión a Internet por cable. Admite hasta velocidades de 1GBPS.

2.41. Dispositivo III, switch con tecnología POE¹⁰ de 24 puertos.

Es un tipo de conmutador de red que permite la interconexión de múltiples dispositivos dentro de una red local (LAN). Este switch tiene 24 puertos Ethernet, lo que significa que puede conectar hasta 24 dispositivos, como computadoras, impresoras, servidores y otros switches.

¹⁰ La tecnología PoE (Power over Ethernet) permite suministrar energía a dispositivos de red.

Imagen 40 Switch tecnología POE de 24 puertos, instalado en gabinete central



➤ **Características:**

- Velocidad: Soporte para velocidades de 10/100/1000 Mbps (Gigabit Ethernet).
- Gestión: Puede ser administrado o no administrado. Los switches administrados ofrecen configuraciones avanzadas y control sobre el tráfico de red.
- Calidad de servicio (QoS)¹¹: Prioriza ciertos tipos de tráfico para garantizar un rendimiento óptimo.

2.42. Accesorios (rack, 2 baterías, 1 ups y 1 Access Point (AP)).

Un rack es una estructura metálica diseñada para alojar y organizar equipos electrónicos, principalmente utilizados en entornos de centros de datos y telecomunicaciones.

¹¹ La tecnología QoS (Quality of Service) en switches permite priorizar diferentes tipos de tráfico en la red, asegurando que las aplicaciones y usuarios más importantes tengan acceso a recursos de red de manera eficiente

Imagen 41 Rack principal instalado sobre la pared.



➤ Características:

- Altura promedio: 24" y 48".
- Ancho: Generalmente de 19 pulgadas.
- Profundidad: Puede variar, comúnmente entre 600mm a 1,200 mm, dependiendo del equipo que se va a instalar.
- Las baterías de tipo gel son un tipo de batería de plomo-ácido que utiliza un electrolito en forma de gel en lugar de líquido. Este diseño ofrece varias ventajas en comparación con las baterías de plomo – ácidos tradicionales con electrolito líquido.

Imagen 42 Batería para respaldo



Las baterías de gel utilizan un gel espeso en lugar de ácido líquido. Este gel mantiene el ácido en su lugar, lo que evita fugas y derrames. Esto hace que las baterías de gel sean más seguras y resistentes, especialmente en situaciones donde se mueven o se inclinan.

Ciclo de vida y mantenimiento de las baterías tipo gel. Tienen una buena capacidad para ciclos profundos y un ciclo de vida relativamente largo. Requieren menos mantenimiento que las baterías de plomo – ácido con electrolito líquido, pero es importante seguir las recomendaciones del fabricante para asegurar un rendimiento óptimo.

➤ UPS¹² (Uninterruptible power supply) es un dispositivo que proporciona energía eléctrica de emergencia a equipos electrónicos cuando la fuente de alimentación principal falla. Además de ofrecer protección contra cortes de energía, el ups también puede proteger contra fluctuaciones de voltaje y otros problemas de la red eléctrica como serían cortes del servicio del mismo.

Imagen 43 UPS para la protección del Kits Starlink.



¹² Uninterruptable Power Supply (UPS), es un dispositivo que gracias a sus baterías

Los Access Point (AP) son dispositivos para establecer una conexión inalámbrica entre equipos y pueden formar una red inalámbrica externa.

¿Qué son los AP¹³? (Access point)? Técnicamente, los AP o WAP (Access Point o Wireless Access Point) son conocidos por establecer una conexión inalámbrica entre equipos y pueden formar una red inalámbrica externa (local o Internet) para interconectar dispositivos móviles o tarjetas de red final acerca de este producto.

Imagen 44 Representación gráfica de un AP



Nota: Es un dispositivo que se adapta a cualquier lugar, para ampliar la señal de servicio de internet.

¹³ AP. Son conocidos por establecer una conexión inalámbrica entre equipos

3. CAPÍTULO Ubicación, diseño e instalación de la conectividad de internet satelital

Starlink, conexión entre edificio F y H utilizando antenas Tx y Rx, sectoriales de 90°

3. Generalidades.

En la actualidad la universidad tiene muchos puntos remotos de conectividad en los servicios de internet, para la conexión entre los dos puntos remotos de los edificios F y H, fue necesario diseñar una red privada con segmentación en Vlan, para lograr una mejor administración y una mayor eficiencia en cuanto a velocidad de transmisión, gestión de los equipos y seguridad en la conexión.

3.1. Ubicación, diseño e instalación.

El inicio de una transformación social requiere de una transformación de las telecomunicaciones para, lograr el paso a la era digital, se requiere de una tecnología de punta para brindar enlaces de internet de alta calidad, para realizar todas sus actividades institucionales como formadores de educación superior.

Hacer mención que en la actualidad con la modalidad virtual y digital de muchas actividades en lo comercial, industrial y académico. Deben disponer de una conectividad estable que garantice un servicio de disponibilidad 24/7 por los 365 días del año de conectividad, en todas sus actividades académicas sin interrupciones prolongadas.

➤ Ubicación de la instalación.

En el siguiente diagrama están representados los dispositivos, que proporcionan el servicio de internet y la conexión entre los edificios F y H. Se observan los mismos que forman parte de la Universidad, sin embargo, se encuentran distanciados

físicamente. La conexión por las antenas sectoriales con una latencia de señal satelital por medio de la antena de Starlink.

Imagen 45 Ubicación y Vista de planta UTLA

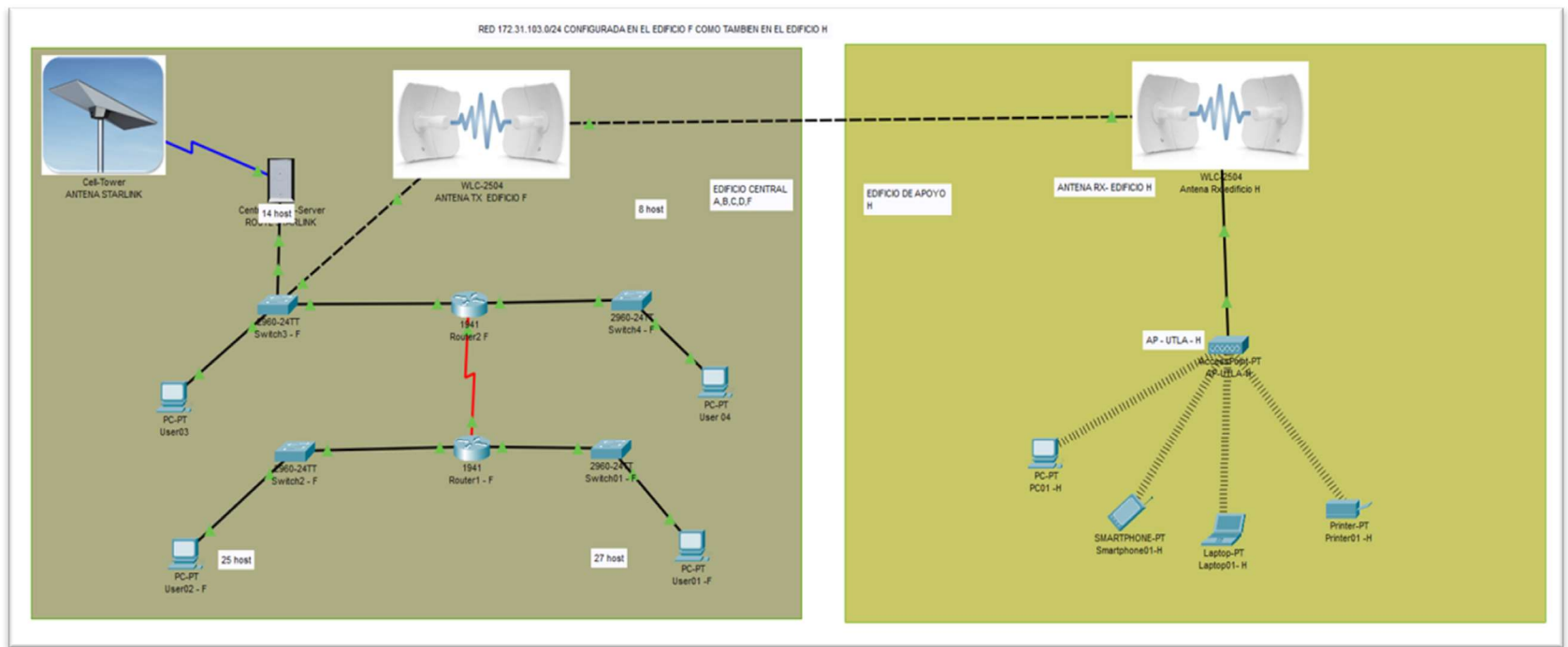


Nota: Lugar específico donde se instaló el kit de conectividad a internet Starlink

3.2. Diseño e instalación de red.

Diagrama simulación realizada en software gratis, cisco Packet Tracer, configurando las subredes en todos los dispositivos utilizados en la red implementada, así como también simulando las subredes con sus respectivos números de IP y su comprobación satisfactoria de funcionamiento.

Imagen 46 Tipología de red, que se instaló y configuró



Nota: Topología de red a instalada y configurada Starlink. Se utilizaron las ip por default del fabricante, pero pueden ser configuradas como administrador, sin embargo, se configuraron contraseñas seguras.

Tabla 4 Direccionamiento IPv4 y configuración de VLANs.

Tabla de direccionamiento IP				
Dispositivo	Interfaz	Dirección IP	Mascara de subred	Gateway predeterminado
Router 01 edificio - F	G0/0	172.31.103.1	255.255.255.224	
	G0/1	172.31.103.33	255.255.255.224	
	S0/0/0	172.31.103.97	255.255.255.252	
Router 02 edificio - H	Fa0/0	172.31.103.65	255.255.255.240	
	Fa0/1	172.31.103.81	255.255.255.240	
	S0/0/0	172.31.103.98	255.255.255.252	
Router Starlink	Fa0/0	172.31.103.76	255.255.255.224	172.31.103.65
Sw01	Vlan1	172.31.103.2	255.255.255.224	172.31.103.1
Sw02	Vlan1	172.31.103.34	255.255.255.224	172.31.103.33
Sw03	Vlan1	172.31.103.66	255.255.255.240	172.31.103.66
Sw04	Vlan1	172.31.103.82	255.255.255.240	172.31.103.81
Antena Tx Edificio F		172.31.103.75	255.255.255.224	172.31.103.33
Antena Rx Edificio H		172.31.103.74	255.255.255.224	172.31.103.33
Pc01		172.31.103.30	255.255.255.224	172.31.103.1
Pc02		172.31.103.62	255.255.255.224	172.31.103.33
Pc03		172.31.103.78	255.255.255.240	172.31.103.65
Pc04		172.31.103.94	255.255.255.240	172.31.103.81

Divisiones de la red 172.31.103.0/24				
Descripción de la subred	Cantidad host necesarios	Dirección de red / CIDR	Primera dirección de host utilizable	Dirección de difusión
LAN de Sw01	27	172.31.103.0/27	172.31.103.1	172.31.103.31
LAN de Sw02	25	172.61.103.32/27	172.31.103.33	172.31.103.63
LAN de Sw03	14	172.31.103.64/28	172.31.103.65	172.31.103.79
LAN de AP04	8	172.31.103.80/28	172.31.103.81	172.31.103.95
WAN	2	172.31.103.96/30	172.31.103.97	172.31.103.99

Nota: El presente direccionamiento IP, es una combinación de clase B & C, con el objetivo de obtener mayores rangos de ip y por supuesto más redes, también para una mejor y eficiente administración, se aclara que la red del servicio de internet instalada y configurada en la UTLA, se tomaron las IP que trae el equipo de fabrica sin embargo el administrador podrá configurarlas para incorporarlas a la zona desmilitarizada (DMZ) y aplicar políticas de seguridad que la Universidad tiene configuradas. También las contraseñas configuradas actualmente están con seguridad alta.

Imagen 47 Diseño de la red instalada y configurada en la UTLA.

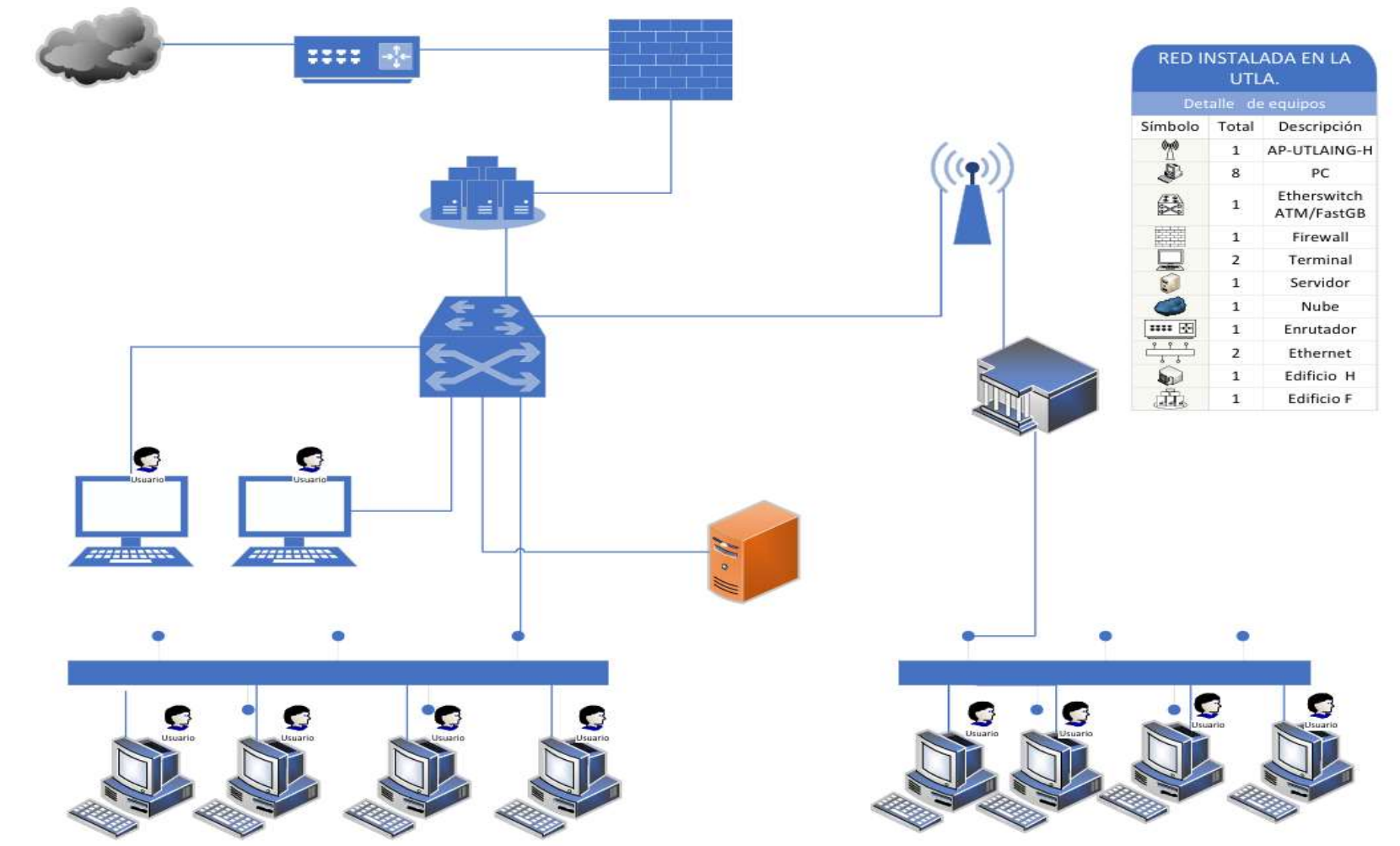


Imagen 48 Estructura de antenas en edificio F



Espacio autorizado y determinado por las autoridades de la Universidad, donde están ubicados los módulos centrales de las interfaces de internet (rack central, router, switch y ups con sus respectivas baterías).

Imagen 49 Gabinete y rack central



Ubicación de instalación de los dispositivos y accesorios de la conexión Starlink, a la conexión del rack central, instalación de rack soporte de montaje en pared de 6U y 13.78plg. de profundidad, rack horizontal para patch panel de parcheo y equipos de servidor, con capacidad de carga de 19.9Kg, switch de 24 puertos, Router Starlink, ups, batería de tipo gel, 2 tomacorriente, 2 canaletas plásticas de 1 pulgada, 6 metros de cable rebota 45 y 6 metros de cable rj45 para intemperie.

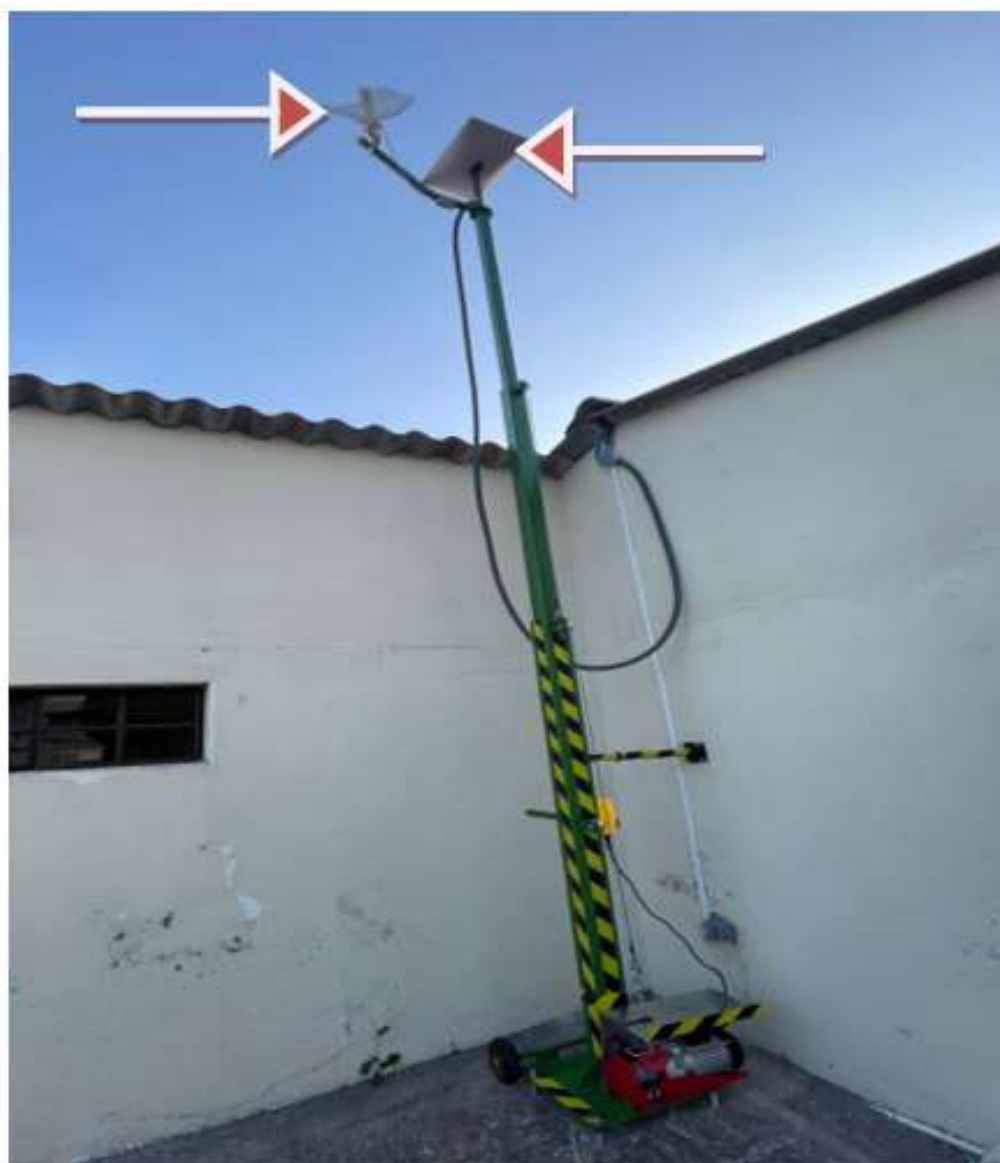
Imagen 50 Switch instalado y su equipo de respaldo



3.3. Instalación de la estructura de la antena Starlink y sectorial (transmisor).

Aquí se encuentra una antena Rx sectorial, la cual enlazará el servicio de internet al edificio F por medio de la antena Tx sectorial. Señal de internet Starlink por medio inalámbrico hacia la antena sectorial receptora ubicada en el edificio H y distribuida por el AP.

Imagen 51 Antena Starlink y antena sectorial.



3.4. Instalación de estructura para la antena sectorial en el edificio H.

La señal será recibida por la antena Rx sectorial y distribuida por medio de un AP instalado y configurado en este mismo edificio.

Imagen 52 Estructura del edificio H, sosteniendo la antena sectorial.



Nota: Estructura fabricada para soportar los fuertes vientos que se presentan en diferentes tiempos del año.

Imagen 53 Instalación de circuito eléctrico y respaldo



Nota: Instalación del circuito eléctrico, protección y respaldo, de la conectividad del kit Starlink. Con el respaldo de 1 hora de tiempo por cualquier corte eléctrico de la red pública.

Imagen 54 AP para replicar el servicio de internet del edificio H



3.5. Instalación y configuración del kit y comprobación de la conectividad.

En el siguiente link se encuentran los pasos para la configuración con imágenes videos y guías que ayudan a la instalación de Starlink.

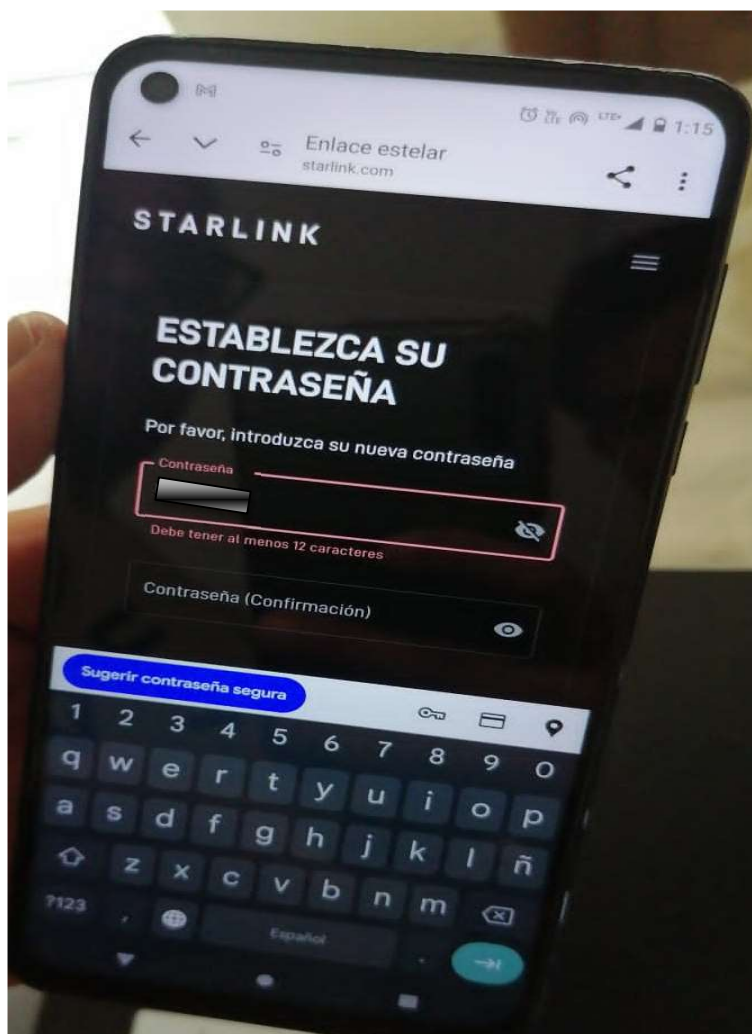
<https://support.starlink.com/?topic=cd99e833-2adc-1cb2-01c3-7flfbefa3784>

Crear cuenta que incluya número de teléfono, e-mail, dirección para el servicio y la instalación de la API.

3.6. Activación del servicio de internet en línea.

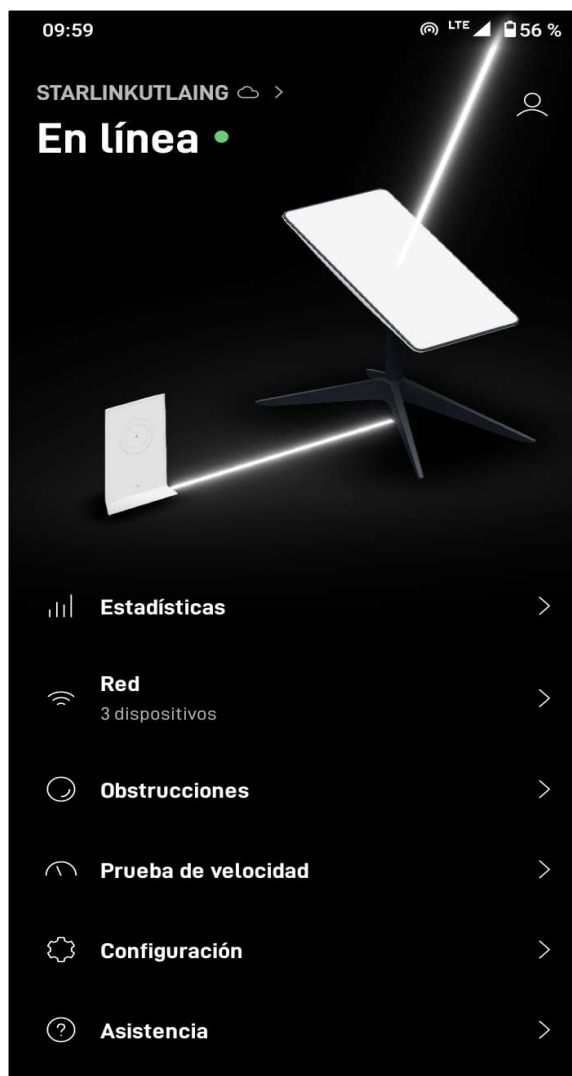
Aquí se aclara que el tiempo de activación fue de un aproximado de 5 minutos para activar el servicio de internet por medio de la plataforma de Starlink, las imágenes muestran en línea.

Imagen 55 Configuración del kit y activación.



Nota: Cuando el equipo ya se encuentra instalado, se procede a la configuración de las credenciales y tener la administración y monitoreo en línea.

Imagen 56 Activación del servicio de internet en línea



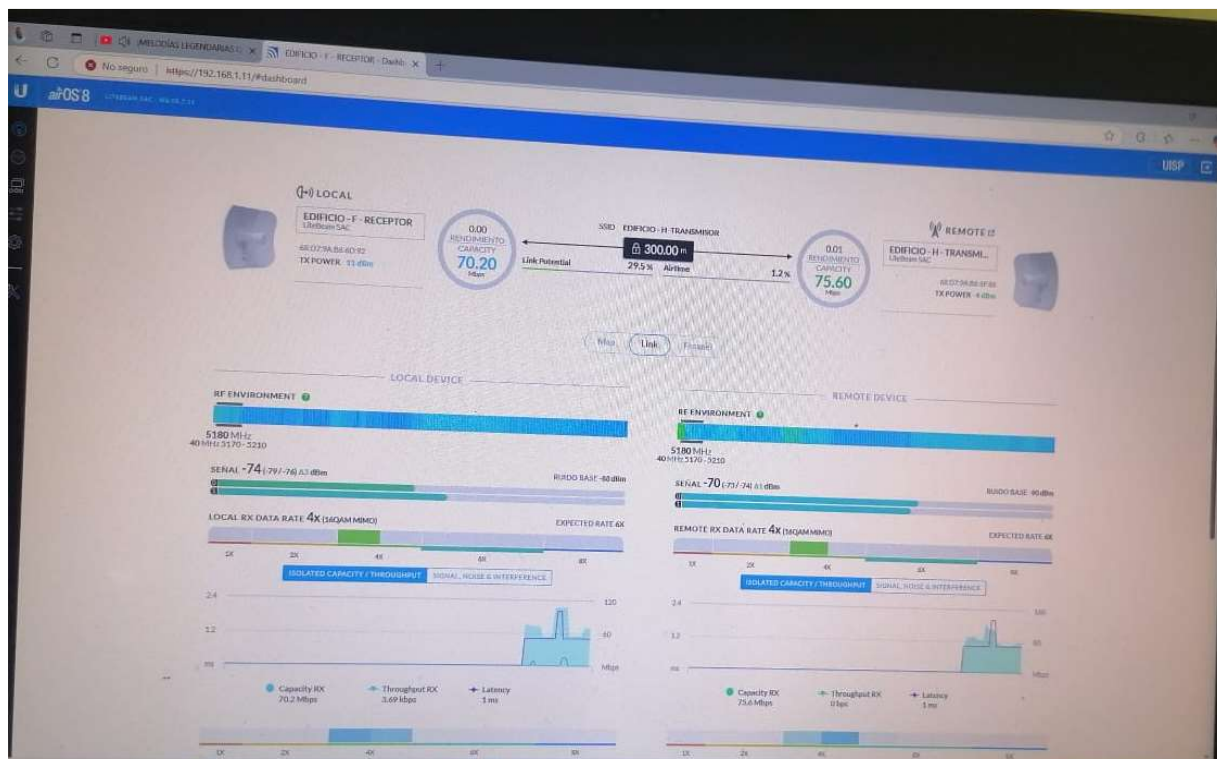
Nota: El tiempo de activación fue de un aproximado de 5 minutos para activar el servicio de internet por medio de la plataforma de Starlink, las imágenes muestran en línea. Pausar el servicio, dentro de la cuenta de usuario ir al menú gestionar suscripción y pausar el servicio con el botón de activar el servicio deslizándolo hacia la izquierda.

Activar el servicio, dentro de la cuenta de usuario ir al menú gestionar suscripción y activar el servicio con el botón de barra, deslizar hacia la derecha.

3.7. Prueba de conectividad entre los edificios F y H.

Entre las antenas Tx y Rx. (Se obtuvo una conectividad de velocidad excelente) esta prueba de conectividad, se realizó en el edificio H, con el servicio de internet Starlink activo.

Imagen 57 Muestra de la comunicación establecida en el edificio H.



La conectividad entre los edificios F y H, fue exitosa, esto se comprobó con el software que proporciona el fabricante Ubiquiti. Es administración remota por medio de la plataforma propietario.

Imagen 58 Prueba del servicio de internet excelente en el edificio H.



Nota. Se conectaron usuarios al AP, para que hicieran pruebas de navegación en sitios sin ninguna restricción y la velocidad de navegación por estos fue exitosa.

La prueba consistió en conectar 5 dispositivos por el AP, resultado navegaron exitosamente a velocidades altas. Activación del servicio de internet en línea. Después de ponerlo en pausa por un mes. Aquí se aclara que el tiempo de activación fue de un aproximado de 5 minutos para activar el servicio de internet por medio de la plataforma de Starlink, las imágenes muestran en línea.

3.8. Prueba del servicio de internet en el edificio H (funcionando correctamente).

Las pruebas realizadas de velocidad de carga y descarga, fueron en la plataforma de Starlink, en la cual se deja muestra en la imagen 59.

Imagen 59 Prueba de velocidad de internet básica de Starlink



Nota: Esta es una prueba de velocidad básica a servidores internacionales, sin embargo, estas velocidades pueden ser superiores a las obtenidas según la imagen 59, debido a que el plan de servicio cambiaria de básico a empresarial.

Tabla 5 Identificación de viñetas en el Switch

Conector	Puerto Switch	Viñeta	Nombre de Viñeta	Cantidad
RJ 45	01	Si	Router Starlink	01
RJ 45	02	Si	Conector Antena Sectorial Tx	01

Imagen 60 Ordenamiento e identificación y viñetado red en gabinete



Imagen 61 Identificación con viñetas el circuito eléctrico

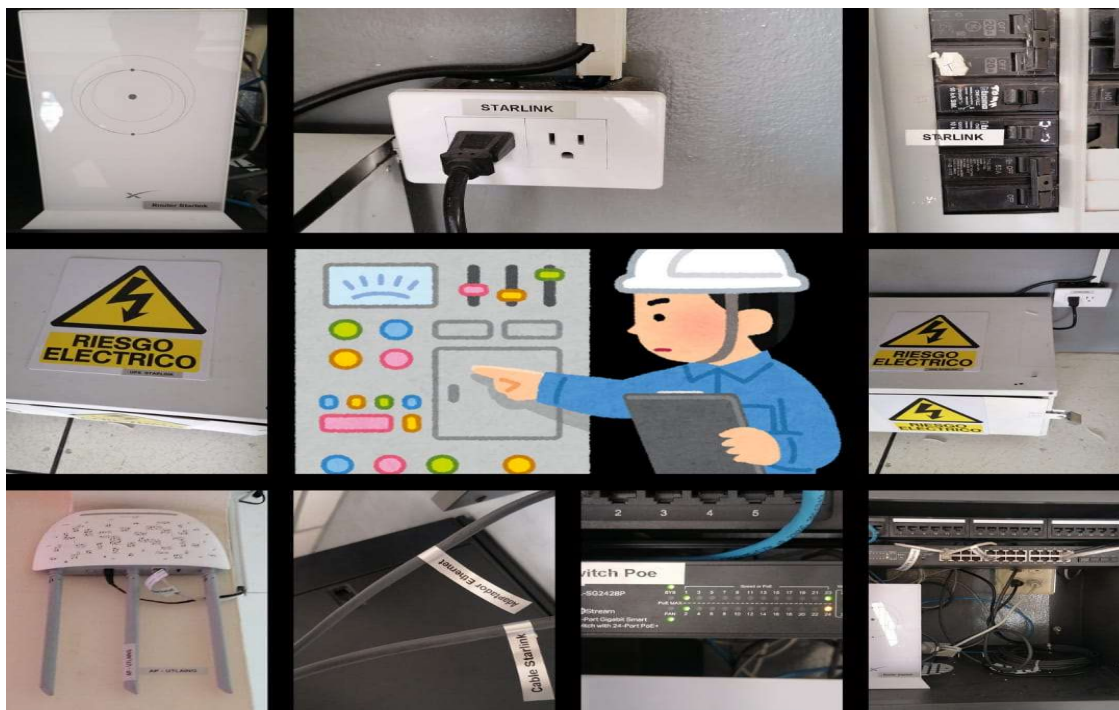


Imagen 62 Verificación al funcionamiento del proyecto por parte del Jurado



Imagen 63 Visita al Gabinete de equipos telecomunicaciones por parte del jurado



3.9. Términos de contrato del servicio de internet Starlink (acuerdo o contrato, entre usuario y Starlink).

En el siguiente link se muestra la modalidad del tipo de contratos entre la compañía Starlink y el usuario contratante del servicio de internet Starlink.

<https://www.starlink.com/legal/documents/DOC-1369-87323-78?regionCode=SV>

Starlink El Salvador LTDA. DE C.V. (denominada Starlink en estos términos) le ofrece a usted, el cliente, un servicio de Internet bidireccional basado en satélite (servicios) y una antena Starlink, un enrutador, Wi-Fi y un soporte (Kit Starlink o Kit), sujeto a estos términos de servicio al consumidor Starlink para El Salvador, Estos términos incorporados por referencia (incluidas las Especificaciones de Starlink) y los detalles que usted acepta en su servicio de internet Starlink, constituyen el acuerdo completo. Acuerdo entre usted (cliente) y Starlink.

3.10. Modalidad de pago.

El siguiente link lo refiere a la modalidad de pago, ya que este es automático con previa autorización y acuerdo por parte del cliente y Starlink.

<https://www.starlink.com/legal/documents/DOC-1369-87323-78?regionCode=SV>

pagos por suscripción mensual al Servicio. Usted autoriza a Starlink a cobrar lo siguiente a su método de pago.

Cargo mensual por servicio. El primer cargo por los servicios seleccionados en su Pedido será el primero de (i) la fecha en que active el Kit Starlink; o (ii) 30 días después de que Starlink envíe su kit Starlink (fecha de vencimiento de pago). Starlink cobrará automáticamente a su método de pago aprobado la segunda tarifa de servicio mensual y todas las siguientes en el aniversario de la fecha de vencimiento del pago.

Datos adicionales de Prioridad o Prioridad móvil. Si corresponde, cargos automáticos adicionales por Gb de uso de datos, si opta por comprar datos adicionales de prioridad o prioridad móvil después de alcanzar su límite de datos en virtud de ciertos planes de servicio. Puede hacer un seguimiento de su uso excesivo de datos mensual y comprar datos adicionales de Prioridad o Prioridad móvil en cualquier momento a través de la aplicación Starlink o a través de su cuenta Starlink. Su uso excesivo de datos por mes también se mostrará en su próxima factura mensual. Una vez que se inscriba, se le facturarán automáticamente los datos adicionales de Prioridad o Prioridad móvil utilizados hasta que se dé de baja, incluyendo en los siguientes ciclos de facturación. Puede darse de baja de la compra de prioridad móvil adicionales en cualquier momento a través de su cuenta, en el portal del cliente de Starlink. Puede encontrar información adicional en las preguntas frecuentes de Starlink y la política de uso justo de Starlink.

Método de pago, usted autoriza a Starlink a realizar cobros a un método de pago aprobado, incluidos pagos (de banco a banco) mediante la cámara de compensación automatizada (automated clearing house ACH), y tarjetas de crédito o débito (cuando estén disponibles) por todos los cargos realizados en virtud del acuerdo, excepto bitcoin, u otras formas de criptomoneda. El uso de una tarjeta de crédito o débito está sujeto a los términos y condiciones de su acuerdo de tarjetahabiente, incluidos los cargos que pueda cobrar el emisor. Si hay un cambio en la información de su cuenta bancaria o de tarjeta, incluida la fecha de vencimiento, debe actualizar su información de pago en el portal del cliente de Starlink para evitar la suspensión o la rescisión de los servicios y para permitir que Starlink procese reembolsos. Starlink también puede actualizar los datos de su método de pago con información

proporcionada por los proveedores de servicios de pago. Usted nos autoriza a continuar cobrando a su método de pago después de cualquier actualización de su información.

3.11. ¿Cómo funciona la facturación para empresas?

Descripción general del día de facturación mensual: Como cuenta para empresas, se le asignará un día del mes para la facturación. Ese día se generará la factura. Por defecto, los pagos vencen 7 días después de generar la factura.

El día de facturación del mes está vinculado al nivel de cuenta y se basa en la fecha en que active su primera suscripción. Después de su primera suscripción, todas las suscripciones activas en la cuenta, independientemente de la fecha de activación, se facturarán el día de facturación del mes. Ejemplo: Si activa una suscripción el 2/10, el día de facturación del mes será el día 10.

La primera factura se generará el 3/10 y se facturarán los servicios activados de los días 2,3 y 4 de octubre. Descripción general de la proporcionalidad: A partir del 1° de noviembre de 2023 (y del 1° de diciembre de 2023 en las facturas de servicio mensuales), las cuotas mensuales de cualquier línea de servicio creada o de cualquier plan de servicio actualizado estarán sujetas a la facturación prorrateada. Cambio a un plan de mayor precio. El acceso al plan de servicio actualizado será inmediato y se le hará un cargo por el precio más alto a partir del día en que actualice el plan. Su factura mensual reflejará la diferencia en el precio mensual prorrateado para el plan actualizado y los días restantes de su ciclo de facturación. Cambio a un plan de menor precio: Su plan de servicio actual seguirá siendo el mismo durante el resto del ciclo de facturación.

El acceso al plan de servicio inferior entrará en vigencia al inicio de su próximo ciclo de facturación. Se le hará un cargo el precio mensual más bajo del servicio para el plan de servicio inferior al inicio de su próximo ciclo de facturación.

Cambio a un plan con el mismo precio: El acceso al plan de servicio será inmediato. Los precios en las facturas mensuales seguirán siendo los mismos. **Pausa o cancelación de un plan de servicio:** Los planes de servicio pausados o cancelados permanecerán activos hasta el final del ciclo de facturación actual. Si el plan de servicio se reactiva después, se prorrateará de manera similar a un plan de servicio recién creado.

Consumo de datos de prioridad y prioridad móvil: Los datos asignados al plan de servicio no se prorratean. Sin embargo, los tipos de datos consumidos se acumulan a lo largo del ciclo de facturación en sus respectivos depósitos de datos, en función del tipo de datos utilizados (Prioridad o de prioridad móvil). Esto ocurre independientemente del cambio en su plan de servicio, y los datos se acumularán por separado si cambia entre Prioridad y prioridad móvil. Consulte los ejemplos a continuación sobre cómo se trata el uso de datos si cambia de plan a la mitad del ciclo de facturación:

Ejemplos de tratamiento de datos: Cómo se tratan los datos sin utilizar después de cambiar de plan:

Un usuario con el plan de prioridad de 1Tb consume 450 Gb de datos durante el ciclo de facturación. El usuario se cambia al plan de mayor precio de prioridad móvil de 5 Tb a mitad del ciclo de facturación. El usuario accede al plan de prioridad móvil de inmediato con 5 Tb de datos disponibles para el resto del ciclo de facturación. Los datos no utilizados del plan de prioridad de 1Tb original no se incluyen y los 450 Gb de datos se ignoran.

Cómo se tratan los datos sin utilizar después de cambiar de plan con el mismo tipo de datos:

Un usuario con el plan prioridad de 1Tb consume 450 Gb de datos durante el ciclo de facturación. El usuario accede al plan Prioridad de mayor precio de inmediato con 550 Gb de datos disponibles para el resto del ciclo de facturación. Los datos no utilizados del plan prioridad de 1Tb original no se incluyen. Cómo se tratan los datos excedentes después de cambiar de plan:

Un usuario con el plan prioridad de 1Tb plan consume 450 Gb durante el ciclo de facturación.

El usuario se pasa al plan de mayor precio de prioridad móvil de 50 Gb a mitad del ciclo de facturación.

El usuario accede al plan de prioridad móvil de inmediato con 50 Gb de datos disponibles para el resto del ciclo de facturación. Los datos no utilizados del plan prioridad de 1Tb no se incluyen y los 450 Gb de datos se ignoran. Si el usuario optó por datos adicionales, se le cobrará una comisión por el excedente una vez consumidas los 50 Gb de datos. Las comisiones por excedente se describen aquí.

IMPORTANTE: Si los datos que se han consumido durante el mes superan la asignación de datos del nuevo plan, puede hacer lo siguiente para evitar las comisiones por excedente: (1) Desactive los datos adicionales antes de cambiar el plan o (2) Espere hasta el final del ciclo de facturación para cambiar de plan.

Para calcular los cargos prorrateados correspondientes a las actualizaciones de productos de una línea de servicio determinadas utilizando la API.

OBTENGA: Períodos parciales para la línea de servicio objetivo, que será una lista de fechas de inicio o finalización que representan el período y el número de Id del producto retenido durante ese período.

Nota: Este punto de conexión no reflejará el producto actual retenido por la línea de servicio. Para una estimación prorrateada completa, deberá considerar el período parcial adicional del producto actual de su línea de servicio, que se retiene hasta su próximo día de facturación, suponiendo que no se realicen más cambios.

Obtenga los productos disponibles, que asignan el Id del producto al precio mensual del servicio

https://starlink.readme.io/reference/get_enterprise-v1-account-accountnumber-subscriptions-available-products.

Para obtener información detallada, consulte nuestra documentación readme.io. (Su gestor de cuentas puede proporcionarle una contraseña para acceder a nuestra documentación).

Preguntas frecuentes:

P: Un usuario con el plan de prioridad móvil de 5Tb se cambia a mitad del ciclo de facturación al plan de prioridad móvil de 50 Gb. ¿Cómo funciona?

R: Dado que el plan de prioridad móvil de 50 Gb es de menor precio, permanecerá en el plan de 5 Tb durante el resto del ciclo de facturación. Accederá al plan de prioridad móvil de 50 Gb una vez que finalice el ciclo de facturación. Accederá al plan de prioridad móvil de 50 Gb una vez que finalice el ciclo de facturación. Se le cobrará el plan de prioridad móvil de 50 Gb al inicio del próximo ciclo de facturación. R. El acceso al plan de prioridad móvil de 5 Tb será inmediato y se le cobrará el precio más alto el día en que haga el cambio. Su factura

mensual reflejará la diferencia en el precio mensual prorrateado para el plan actualizado y los días restantes de su ciclo de facturación.

Por ejemplo:

- El día de facturación del mes es el 1°.
- El cliente paga \$250.00 el 1° de noviembre.
- El cliente se cambia a un plan de \$1,000 el 15 de noviembre
- El 1 de diciembre se le cobra al cliente (precio del plan actualizado – precio

del plan original) (número de días restantes en el ciclo de facturación/días en el mes del ciclo de facturación) = precio del plan de servicio prorrateado $(\$1,000 - \$250) * (15/30) = \$375$

P. ¿Cómo se reflejan los cargos prorrateados en mi factura?

R. Si cambia a un plan de mayor precio o activa una línea de servicios a mitad del ciclo de facturación, habrá dos líneas de facturación.

El cargo prorrateado del ciclo de facturación anterior con las fechas en que el plan de servicio está activo.

P. ¿Cómo se cuentan los días?

R. Para fines de facturación, el prorrateo cuenta el tiempo utilizando la fecha y hora específica del cambio. Esto significa que el cambio puede realizarse de inmediato.

P: Un usuario con el plan de prioridad móvil de 50 Gb se cambia a mitad del ciclo de facturación al plan de prioridad móvil de 5Tb ¿Cómo funciona?

3.12. Características principales:

Datos estándar ilimitados.

- IP pública.

- Prioridad de red.
- Soporte de prioridad.
- Planes de servicio mensuales.
- Plan de servicio prioridad 1Tb USD \$159.00 al mes.
- Plan de servicio prioridad 2Tb USD \$319.00 al mes.

Datos estándar ilimitados una vez agotados los datos de prioridad. Datos de prioridad adicionales disponibles por Gb impuestos incluidos en el precio en toda América latina excluyendo Brasil.

Internet de alta velocidad diseñado para instituciones y empresas.

- Descarga 40 – 220 Mbps.
- Subida 8 – 25 Mbps.
- Latencia 25 – 60 Mbps.

3.13. Soporte Técnico.

Es un acompañamiento en la plataforma de Starlink en línea y por medio de la descripción del servicio, localizado vía Gps por Starlink.

CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

CONCLUSION GENERAL

La implementación de una red basada en el kit de Starlink es una solución innovadora con un rendimiento eficiente y estable que la universidad demanda para su operatividad, Este proyecto ha sentado las bases para una infraestructura de conectividad actualizada y sostenible para la Universidad Técnica Latinoamericana, la combinación de Starlink y Antenas sectoriales mejoran la experiencia educativa y administrativa en acciones como: video conferencias, manejo de plataformas virtuales, carga y descarga de datos, entre otras. A su vez, esto posiciona a la institución como líder en adopción de nuevas tecnologías para el desarrollo en educación, relevando en la importancia de invertir en soluciones de conectividad.

CONCLUSIONES ESPECIFICAS

- Con la adopción del kit Starlink como una alternativa de conectividad complementaria para la universidad es una herramienta de suma importancia para cumplir con los objetivos de la administración académica, la instalación del kit Starlink permite en conjunto con las antenas sectoriales una mayor cobertura de red unificando la señal entre los edificios F y H, superando barreras en la conectividad que tradicionalmente se tienen como el cableado, espacios físicos y adecuaciones específicas.
- En temas de costo beneficio, la adopción del servicio Starlink ofrece ventajas significativas frente al proveedor de internet actual, aunque la inversión inicial en el kit y las antenas sectoriales es considerable, el análisis demuestra que los beneficios a largo plazo son rentables; tales como: mayor velocidad, estabilidad, cobertura y portabilidad justifican los

costos. Además, al comparar Starlink con los servicios actuales, Starlink reduce interrupciones y mejora la productividad lo que se traduce en un retorno positivo para la institución.

- La tecnología de Starlink, con velocidades de descarga de 50-200 Mbps y una latencia de 25-50 ms permite a estudiantes, docentes y personal administrativo utilizar plataformas educativas como herramientas de videoconferencia y bases de datos de investigación sin interrupciones. Esta solución fomenta la inclusión digital al garantizar un acceso rápido y confiable a recursos digitales.
- Las antenas sectoriales de 90° para interconectar los edificios F y H han sido componentes claros dentro del proyecto ya que la interconexión asegura una distribución eficiente de la señal de internet eliminando puntos ciegos y garantizando coberturas en ambas edificaciones.
- La implementación de la portabilidad del kit Starlink representa una solución versátil para extender la conectividad donde las redes tradicionales no tienen cobertura o alcance tales como campus experimentales. El desarrollo físico de este sistema valida la viabilidad técnica del proyecto y la escalabilidad a otras edificaciones en el futuro.

RECOMENDACIÓN PARA UNA RED INFORMATICA SEGURA

- Aplicar la configuración de políticas de seguridad, que la universidad tenga establecidas. Como incorporar a la Zona de seguridad desmilitarizada (DMZ) y así tener la esta según normas del modelo (OSI).
- La Universidad deberá a la brevedad posible recibir en la plataforma Starlink la suscripción del kit del servicio Starlink, para evitar inconvenientes en esta ya que actualmente está activa la suscripción por el equipo que diseño el proyecto de tesis.

GLOSARIO

Antenas sectoriales: Son aquellas antenas que transmiten a un área determinada, donde un equipo central transmite a varios equipos secundarios que están delegados por una zona amplia de terreno, y abarcan menos de 360° alrededor del transmisor central.

AP: Significa Access Point o Punto de Acceso. Es un dispositivo que permite conectar dispositivos inalámbricos (como laptops, teléfonos móviles y tabletas) a una red Wi-Fi.

Backbone: El backbone (columna vertebral en español) es una línea de transmisión más grande que transporta los datos recogidos de líneas más pequeñas que con las que se interconecta, una vía que concentra el tráfico de redes locales y lo lleva hasta redes de jerarquía superior.

Circuito eléctrico: Es una ruta cerrada por donde fluye la corriente eléctrica. Está formado por varios componentes conectados entre sí, como fuentes de energía, cables, interruptores, resistencias, dispositivos electrónicos, entre otros. Los circuitos eléctricos son fundamentales para el funcionamiento de casi todos los dispositivos eléctricos y electrónicos.

Conectividad: Se refiere a la capacidad de conectar y comunicarse entre dispositivos, personas o sistemas, a través de medios físicos o digitales.

Conexión remota: Es la capacidad de los usuarios de conectarse desde cualquier sitio a un dispositivo o una red.

Configuración T-558B: Hace referencia a un cable de red, utiliza el esquema de cableado correcto: T568A o T568B. Los dos son estándares para la disposición de los cables internos en un conector RJ45.

DMZ: Es una subred física o lógica que contiene servicios que se exponen a redes no confiables, como Internet. Añade una capa de seguridad al aislar los servidores de servicios públicos (como servidores web y de correo) de la red interna de la organización.

Gabinete: Es un conector o estructura diseñada para alojar, organizar y proteger equipos de red, dispositivos electrónicos y cableado. Estos gabinetes son fundamentales para mantener el orden, garantizar el correcto funcionamiento del sistema y proteger los equipos contra daños físicos y ambientales.

Interferencias físicas: Se trata de todas aquellas circunstancias del contexto o medio que dificultan una comunicación fluida y clara.

ISP: Proporciona acceso a Internet a través de diferentes tecnologías como fibra óptica, DSL, cable, satélite, o conexiones inalámbricas. Un ISP es el intermediario que conecta tu hogar o negocio con la infraestructura global del Internet. Sin ellos, sería prácticamente imposible acceder a la red de redes.

Ondas electromagnéticas: Se crean como resultado de las vibraciones entre un campo eléctrico y un campo magnético. A su vez, están compuestas por los llamados campos eléctricos y

magnéticos oscilantes. Las ondas electromagnéticas nacen cuando un campo eléctrico entra en contacto con un campo magnético.

Optimizar: Se refiere a la capacidad de hacer o resolver alguna cosa de la manera más eficiente posible y en el mejor de los casos utilizando la menor cantidad de recursos.

OSI: (Interconexión de Sistemas Abiertos) Su propósito principal es proporcionar un "lenguaje universal" para que sistemas y protocolos de diferentes fabricantes puedan interactuar y comunicarse de manera estandarizada.

Pachpanel: También conocido como panel de parcheo o panel de conexiones, es un dispositivo utilizado en redes de telecomunicaciones y sistemas de cableado estructurado para organizar y gestionar cables de manera eficiente. Actúa como un punto central donde los cables de red (Ethernet, fibra óptica, etc.) se terminan y conectan.

Portabilidad: Cualidad de ser liviano y lo suficientemente pequeño como para transportarlo o moverlo fácilmente y manteniendo el servicio de internet activo.

Proliferación: Multiplicación abundante de alguna cosa.

Receptor: Dispositivo o componente que recibe datos en una red de comunicación. En el contexto de redes de computadoras o telecomunicaciones, puede referirse a distintos equipos o conceptos relacionados con la recepción de señales o datos.

Señal satelital: Señales de radio de alta frecuencia para transmitir datos, lo que generalmente da como resultado una conexión más estable.

Solución digital: Son soluciones que integran y unifican sistemas, procesos o datos en las empresas.

Switch: Dispositivo que conecta múltiples dispositivos dentro de una red local (Lan) y facilita la comunicación eficiente entre ellos. Actúa como un “director de tráfico” dentro de la red, enviando datos solo a los dispositivos que los necesitan en lugar de transmitirlos a toda la red.

Transmisor: En redes es un componente o dispositivo que envía datos, señales o información a través de una red de comunicación hacia un receptor. Su función principal es codificar, empaquetar y enviar datos de manera eficiente y confiable.

UPS: (Uninterruptible power supply), conocida en español como sistema de alimentación ininterrumpida, es un dispositivo que proporciona energía eléctrica de respaldo en caso de fallas o interrupciones en el suministro eléctrico.

ANEXOS

GUIA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS



GUIA DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS INSTALADOS EN LA RED DEL SERVICIO DE INTERNET EN EDIFICIOS F & H. EN LA UTLA

GUIA	Versión	Diseñado por	Fecha
X	01	Aguiluz Molina, Francisco Javier	27/09/2025
		Orellana Torres, Vidal Oswaldo	
		Peraza Bonilla Wilberth Josué	

27 de septiembre 2025

ANEXO 1. GUIA DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS

Guía para usuarios responsables del mantenimiento en los equipos, accesorios, estructuras metálicas utilizadas en la conexión del servicio de internet en los edificios F y H.

Esta guía tiene como objetivo proporcionar un plan de mantenimiento para la estructura móvil como también a las antenas sectoriales de 90° y la antena Starlink. Seguir estas recomendaciones permitirá garantizar la funcionalidad, seguridad y durabilidad de la instalación.

Mantenimiento de la Estructura metálica.

La estructura metálica es fundamental para la estabilidad y soporte del sistema. Un adecuado mantenimiento previene la corrosión y asegura la resistencia ante condiciones ambientales adversas.

Inspección general.

Cada 6 meses: Se deberá realizar limpieza profunda con agua y detergente neutro, seguido de la aplicación de convertidor de óxido en las áreas afectadas y pintura anticorrosiva.

Inspeccionar visualmente toda la estructura en busca de oxidación, grietas en las soldaduras, deformaciones o áreas desgastadas.

Anual: Repintar la estructura completamente utilizando pinturas especializadas para exteriores y climas extremos. Revisar los puntos de soldadura y reforzar si es necesario.

Tornillería y elementos de fijación.

Cada 6 meses: Verificar el estado de los pernos y abrazaderas, ajustables en caso de aflojamiento.

Anual: Reemplazar tornillos corroídos o desgastados por piezas nuevas galvanizadas o de acero inoxidable.

Mantenimiento del sistema de movilidad.

El sistema de movilidad asegura que la estructura pueda trasladarse de manera eficiente. El mantenimiento adecuado prolonga la vida útil de las ruedas y ejes.

Inspección y lubricación.

Cada 6 meses: Inspeccionar las ruedas para garantizar que giren sin problemas. Limpiar residuos acumulados.

Lubricar los ejes con grasa multipropósito para reducir fricción.

Reemplazo de ruedas.

Anual: Cambiar las ruedas si presentan desgaste excesivo, grietas o pérdida de funcionalidad.

Mantenimiento de las antenas sectoriales.

Las antenas son elementos críticos para la transmisión de señal. El mantenimiento asegura la calidad de la señal y prolonga su vida útil.

Inspección de fijaciones

Cada 6 meses: Verificar el ajuste de las abrazaderas y tornillos que sujetan las antenas.

Cada 3 meses: Ajustar las fijaciones y comprobar que las antenas mantengan la orientación correcta.

Limpieza de superficies

Cada 3 meses: Limpiar las antenas con un paño húmedo no abrasivo y detergente suave. Evitar el uso de solventes agresivos.

Revisión de cables.

Cada 6 meses: Inspeccionar los cables en busca de desgaste, cortes o conexiones flojas.

Anual: Reemplazar cables dañados y reforzar los puntos de conexión.

Mantenimiento del Sistema eléctrico.

El sistema eléctrico proporciona la energía necesaria para el funcionamiento de las antenas y otros componentes. Un mantenimiento preventivo reduce el riesgo de fallos.

Inspección de conexiones.

Cada 6 meses: Revisar conexiones eléctricas y terminales en busca de corrosión o aflojamiento.

Cada 3 meses: Comprobar la continuidad eléctrica y el voltaje de operación.

Componentes de alimentación.

Anual: Inspeccionar fuentes de alimentación y reemplazar fusibles defectuosos, cables dañados como también el estado de las baterías de respaldo.

Seguridad y anclaje.

Garantizar la estabilidad de la estructura es fundamental para prevenir accidentes y proteger los equipos.

Nivelación y estabilidad.

Cada 6 meses: Verificar que la estructura esté nivelada y estable, especialmente antes de cada traslado.

Inspeccionar los anclajes y reforzarlos si es necesario.

Refuerzo de anclaje.

Cada 6 meses: Aplicar recubrimientos protectores a los puntos de anclaje para evitar corrosión.

Registro de mantenimiento.

Es importante llevar un registro detallado de cada actividad de mantenimiento, incluyendo:

- **Fecha de realización.**
- **Tipo de tarea realizada.**
- **Observaciones de daños o desgaste.**

ANEXO 2. MANUAL DE ADMINISTRACIÓN PARA EQUIPOS



MANUAL DE ADMINISTRACIÓN PARA LA INSTALACIÓN,
CONFIGURACIÓN DEL KITS STARLINK, PARA LOS EQUIPOS Y ACCESORIOS
UTILIZADOS. EN EL EDIFICIO F & H. EN LA UTLA.

Manual	Versión	Diseñado por	Fecha
X	01	Aguiluz Molina, Francisco Javier	27/09/2025
		Orellana Torres, Vidal Oswaldo	
		Peraza Bonilla Wilberth Josué	

27 de septiembre 2025

Índice de Fotografías

Fotografía 1 Plataforma de descarga.....	130
Fotografía 2 Inicio de sesión.....	131
Fotografía 3 Información de hardware y servicios de internet.....	131
Fotografía 4 Planes de servicio	132
Fotografía 5 Servicios para empresas.....	132
Fotografía 6 Planes de servicio	133
Fotografía 7 Video de instalación	133
Fotografía 8 Centro de ayuda.....	134
Fotografía 9 Mapa de disponibilidad	134
Fotografía 10 Configuración del kit.....	135
Fotografía 11 Guía video para configurar el kit.....	135
Fotografía 12 Estructura de mástil sosteniendo las dos antenas	136
Fotografía 13 Base de estructura señalizada	137
Fotografía 14 Gabinete de conectividad.....	138
Fotografía 15 Estructura de antena sectorial	139
Fotografía 16 Configuración de router.....	140
Fotografía 17 Switch de 24 puertos marca Tplink.	141
Fotografía 18 Configuración de antena sectorial vía webadmin.....	141
Fotografía 19 Comprobación de señal activa.....	142
Fotografía 20 AP-UTLAING-H.....	142
Fotografía 21 Identificación de conectores al Switch	143
Fotografía 22 Identificación de circuito eléctrico	143

Fotografía 23 Gabinete identificado con viñetas	144
Fotografía 24 Diseño de la red instalada y configurada en la UTLA.	146

Índice de tablas

Tablas 1 Identificación según viñetas en el Switch	144
Tablas 2 <i>Direccionamiento IP, combinando clase B&C.</i>	145
Tablas 3 Información de equipos y claves.....	147
Tablas 4 Información para la gestión en línea	147

INTRODUCCIÓN

El presente manual está dirigido al personal de soporte técnico de redes de la unidad de tecnología de la universidad.

Considerando que la información financiera, contable, administrativa y académica. Es de uso privado de la Universidad Técnica Latinoamérica, se requieren utilizar políticas de seguridad, en la administración y acceso a estas bases de datos. En el presente manual se dan todos los procesos para la instalación, configuración, administración y uso de los equipos y medios que harán la conectividad satelital del servicio de internet. Aquí encontrara toda la información necesaria para el eficiente funcionamiento del servicio de internet proporcionado por los equipos Starlink.

Ficha técnica de los accesorios, descripción de los mismos, forma de conectarlos, así como también como hacer una compra de equipos o servicios en línea Starlink, links del sitio para soporte técnico, gestión de los servicios y equipos, formas de facturación, formas de contratos, costos de los servicios y consulta de dudas que surjan por el lado del cliente.

Pasos a seguir al momento de hacer movilidad del kits Starlink para restablecer la conectividad y como solicitar si fuere necesario soporte técnico.

COMPROMISOS A TENER EN CLARO

Para lograr la eficiencia y eficacia de la conectividad es necesario cumplir con las normas estándares del manejo, administración y configuración de los equipos, accesorios y uso del servicio de internet.

I.- El encargado de gestionar los pagos de la facturación es recomendable descargar la aplicación de Starlink y crear una cuenta de acceso para toda gestión completando toda la información requerida por Starlink,

II.- El encargado de gestionar el pago de la factura deberá tener claridad que este es únicamente en línea toda la gestión y el día que se asigne para dicho pago si este fuese automático, deberá de proporcionar datos y registrarlos en línea en la plataforma Starlink, para evitar inconvenientes de suspensión del servicio de internet. Considerando que la facturación es pago del servicio por adelantado.

III. La comunicación de la gestión de pago automático en línea se gestiona vía correo previo registro en la plataforma Starlink. Le estarán enviando recordatorios con 8 días de anticipación de su factura y de su aceptación.

IV.- Vía correo recibirán las facturas electrónicas del pago automático efectuado, pero si requiere factura en físico también la puede gestionar vía correo.

V.- Cualquier pregunta puede hacerla vía correo o en línea en la plataforma Starlink.

VI.- Para cambio de plan de servicio igual forma es en la plataforma Starlink.

VII.- Leer los acuerdos entre Starlink y usted para tener claridad de lo que es permitido o no por la empresa Starlink.

VIII.- La falta al no cumplimiento de los acuerdos aceptados por usted le faculta a la empresa Starlink a deshabilitar el servicio de internet.

IX.- La opción de pausar o activar el servicio en el momento que sea necesario, esto se encuentra en línea con la cuenta creada, surgirá efecto el día de su corte de facturación.

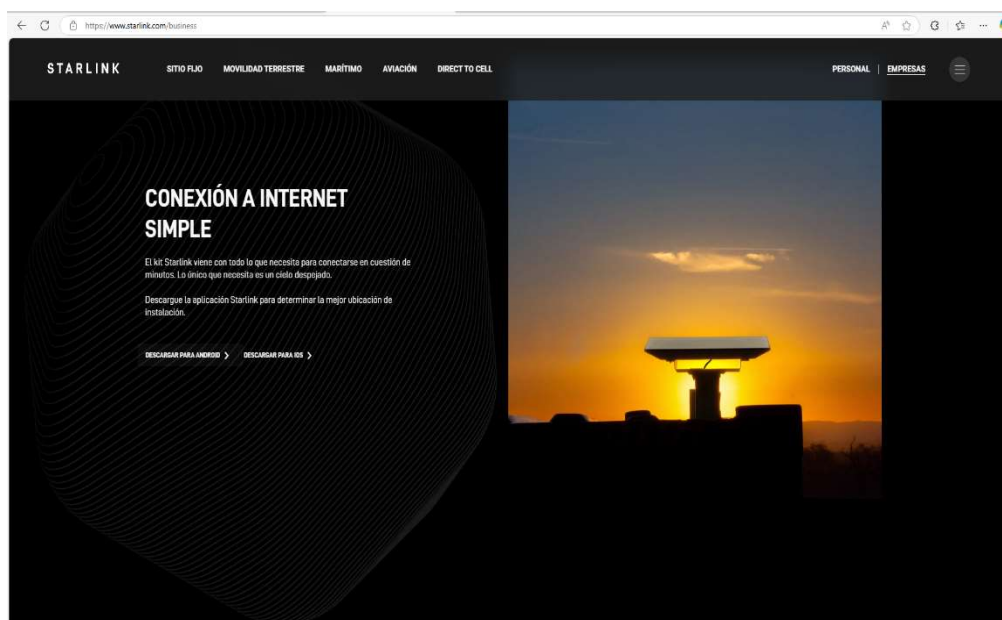
X.- También se puede cambiar de plan en el momento que requiera, Starlink le hará los cálculos y le restará al nuevo plan de servicio según los días faltantes a su fecha de facturación.

XI.- Los nombrados para gestionar el pago de la facturación y el Técnico de la unidad de tecnología deben coordinarse siempre para toda gestión en línea requieran.

GESTIONES COMO PRIMER PROCESO

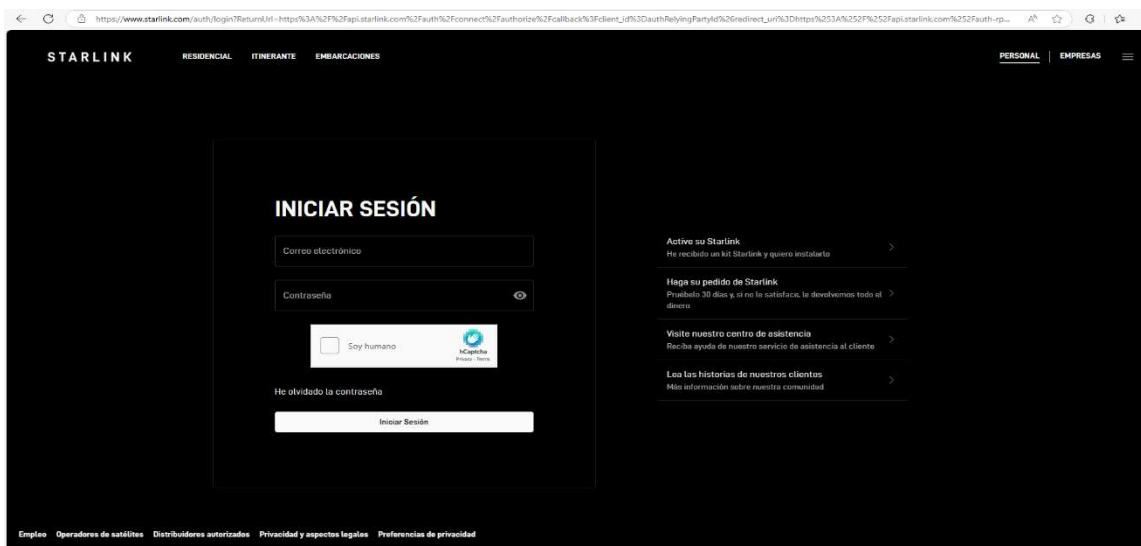
Ingresar a la plataforma y descargue la aplicación que requiera Móvil, complete todos los registros

Fotografía 1 Plataforma de descarga



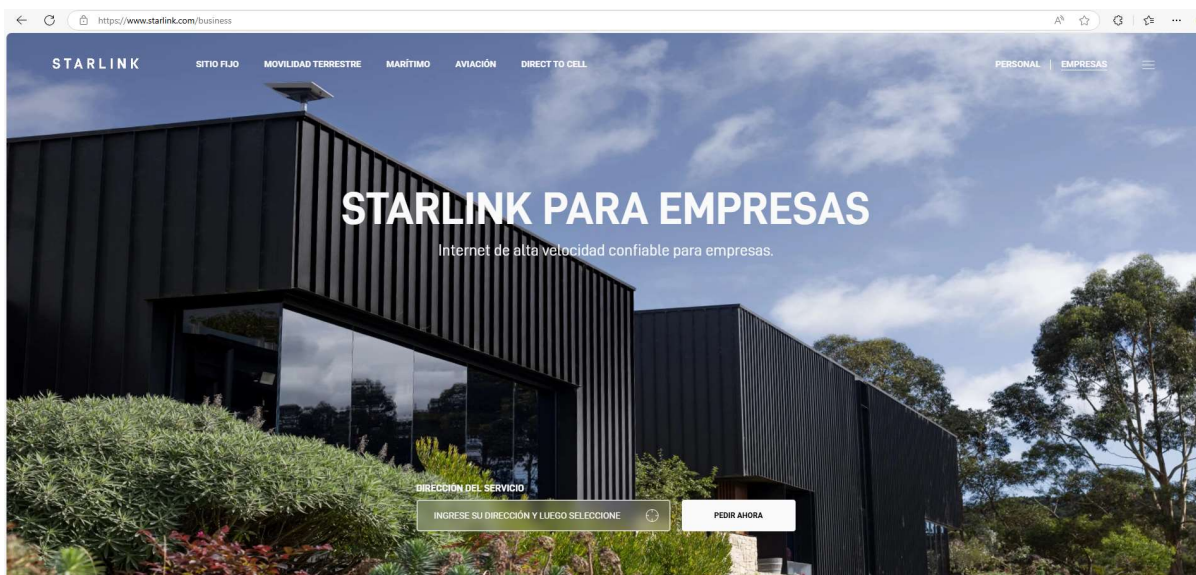
Nota: Con su cuenta recién creada ingrese en la plataforma o en la aplicación móvil.

Fotografía 2 Inicio de sesión



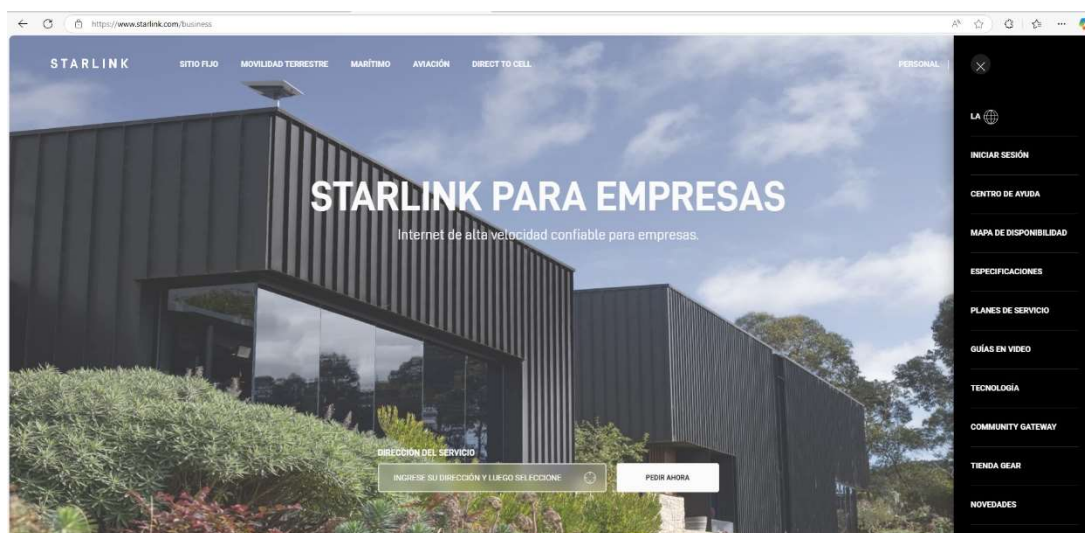
Al iniciar sesión navegue por toda la plataforma para conocer todo lo de su interés.

Fotografía 3 Información de hardware y servicios de internet



Nota: Para su caso sería u plan de servicio para empresas.

Fotografía 4 Planes de servicio



Nota: Navegue por toda la plataforma para información de su interés como servicio a empresa.

Fotografía 5 Servicios para empresas



Nota: Aquí se encuentra especificaciones de los equipos y accesorios del kit.

Fotografía 6 Planes de servicio

STARLINK RESIDENCIAL ITINERANTE BOTES **PLANES DE SERVICIO** PERSONAL EMPRESAS

SITIO FIJO
Ideal para negocios y usuarios de alta demanda

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
Datos estándar ilimitados
IP pública
Prioridad de red
Soporte de prioridad

PLANES DE SERVICIO MENSUALES
DATOS ESTÁNDAR ILIMITADOS

PRIORIDAD: 40 GB	USD73 /MES
PRIORIDAD: 1 TB	USD159 /MES
PRIORIDAD: 2 TB	USD319 /MES

MOVILIDAD TERRESTRE
Ideal para uso marítimo, respuesta a emergencias y negocios móviles "móvil" consiste en una modalidad itinerante.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
Datos limitados en territorio continental
Uso en movimiento y en el océano
Prioridad de red
Soporte de prioridad

PLANES DE SERVICIO MENSUALES
DATOS MÓVILES ILIMITADOS EN TERRITORIO CONTINENTAL

PRIORIDAD MÓVIL: 50 GB	USD283 /MES
PRIORIDAD MÓVIL: 1 TB	USD1,130 /MES
PRIORIDAD MÓVIL: 5 TB	USD5,650 /MES

MARÍTIMO
Ideal para uso marítimo, respuesta a emergencias y negocios móviles "móvil" consiste en una modalidad itinerante.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
Datos limitados en territorio continental
Uso en movimiento y en el océano
Prioridad de red
Soporte de prioridad

PLANES DE SERVICIO MENSUALES
DATOS MÓVILES ILIMITADOS EN TERRITORIO CONTINENTAL

PRIORIDAD MÓVIL: 50 GB	USD283 /MES
PRIORIDAD MÓVIL: 1 TB	USD1,130 /MES
PRIORIDAD MÓVIL: 5 TB	USD5,650 /MES

Datos estándar limitados una vez agotados los datos de prioridad. Datos de prioridad adicionales disponibles por GB. *Frecuencia/horarios incluidos en el precio en todo Latinoamérica, Europa, Brasil y México.

Datos de prioridad móvil adicionales disponibles por GB. *Frecuencia/horarios incluidos en el precio en todo Latinoamérica, Europa, Brasil y México.

Datos de prioridad móvil adicionales disponibles por GB. *Frecuencia/horarios incluidos en el precio en todo Latinoamérica, Europa, Brasil y México.

PEDIR AHORA

Nota: Planes de servicio [Starlink | Planes de servicio](https://www.starlink.com/planes-de-servicio)

Fotografía 7 Video de instalación

STARLINK RESIDENCIAL ITINERANTE BOTES **GUÍAS EN VIDEO** PERSONAL EMPRESAS

Mire los videos para obtener más información sobre su Starlink

¿QUÉ ES STARLINK?
Internet de alta velocidad, disponible casi en cualquier parte del planeta.

OBSTRUCCIONES
Configure el Starlink bajo una vista del cielo despejada.

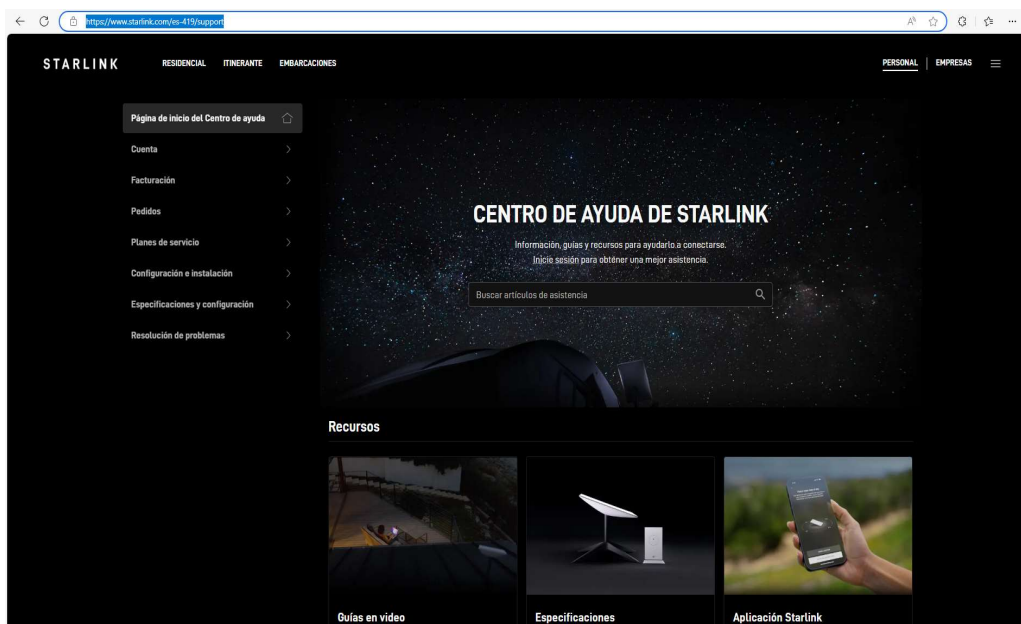
INICIO RÁPIDO DE STARLINK MINI
Conéctese en minutos

INICIO RÁPIDO PARA EL EQUIPO ESTÁNDAR
Conéctese fácilmente en pocos minutos.

INSTALACIÓN PERMANENTE

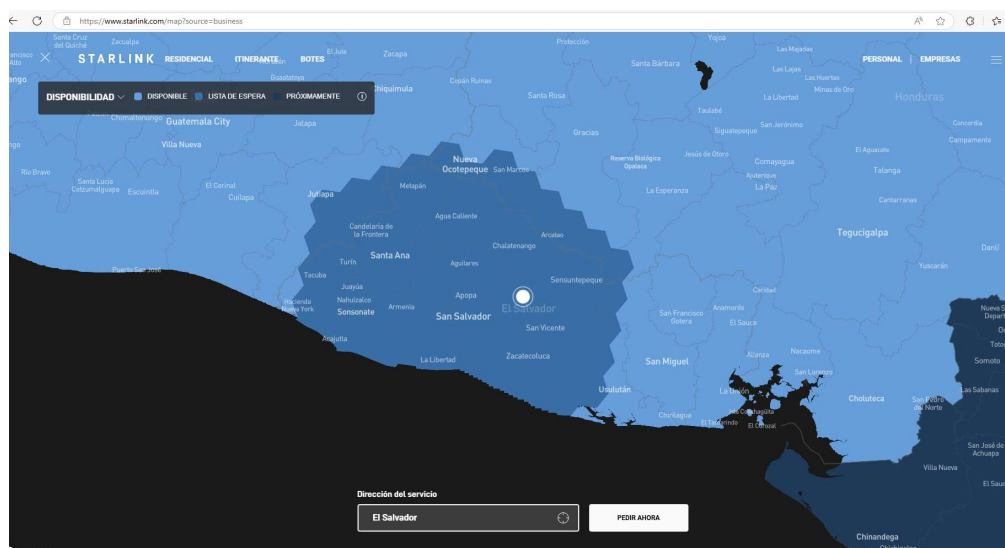
Nota: Guías de instalación y configuración visualización de los videos que se ubican a lado derecho.

Fotografía 8 Centro de ayuda



Nota: Información completa de [Centro de ayuda de Starlink](https://www.starlink.com/es-419/support) de como instalar y configurarlo.

Fotografía 9 Mapa de disponibilidad



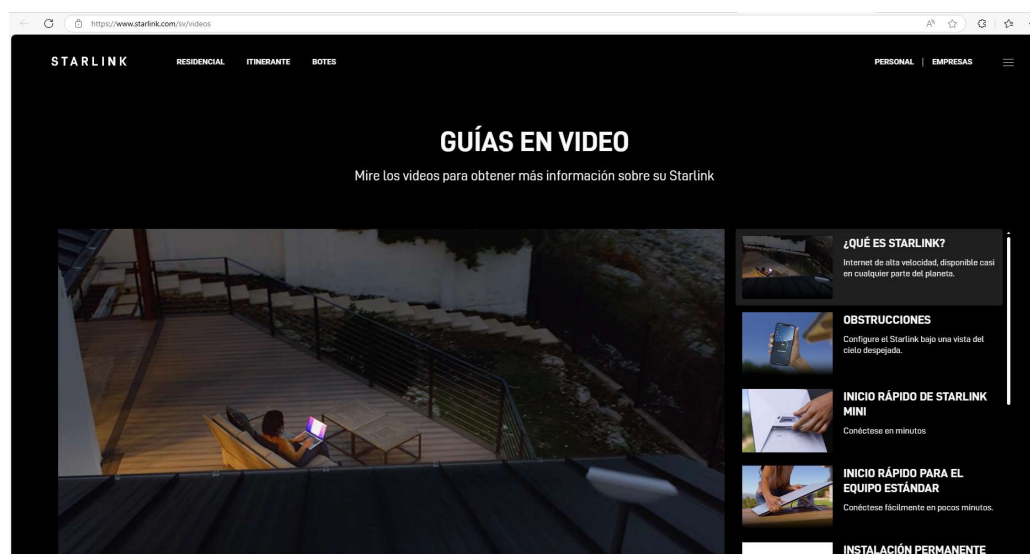
Nota: Mapa de disponibilidad [Starlink | Mapa de disponibilidad](https://www.starlink.com/map?source=business)

Fotografía 10 Configuración del kit



Nota: Configuración del router Starlink <https://www.starlink.com/sv/support/article/1d56f921-5ae1-7c3d-1fba-93adeb46da98>

Fotografía 11 Guía video para configurar el kit



Nota: Videos de ayuda para configurar <https://www.starlink.com/sv/videos>

INSTALACION FISICA DEL KITS DE CONECTIVIDAD

Estructura de mástil, manipulada mecánicamente por un motor eléctrico, para instalar la antena Starlink y la antena sectorial. De altura de 6 metros.

Fotografía 12 Estructura de mástil sosteniendo las dos antenas



Fotografía 13 Base de estructura señalizada



Nota: Base con ruedas de hule para su movilidad y pernos ajustables a la superficie, Motor eléctrico con botonera y seguro, para poder subir y bajar las antenas. Con su circuito eléctrico independiente.

Gabinete con llave en el interior tiene instalado un Switch de 24 puertos, un Pachtpanel, y el Router Starlink. Con un circuito de respaldo de 2 horas. Para mantener el servicio activo por algún corte eléctrico en la red pública.

Fotografía 14 Gabinete de conectividad



Nota: Instalación de 2 baterías en paralelo de 200 Amperios para alimentar por dos horas el kit Starlink. Con su circuito eléctrico independiente.

Fotografía 15 Estructura de antena sectorial

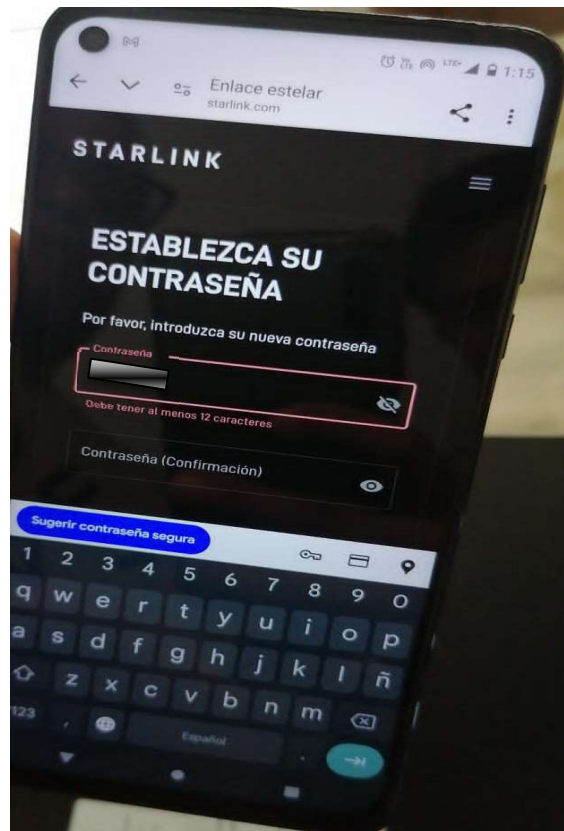


Nota: Instalación atendiendo recomendación de no generar interferencia con la estación meteorológica y a contribuir a conservar la estética de la fachada del edificio, por este motivo se instaló en la parte de atrás del edificio.

CONFIGURACIÓN DEL ROUTER STARLINK

Configurando el router Starlink para distribuir el servicio de internet inalámbricamente, por medio de la cuenta creada para la administración con el móvil.

Fotografía 16 Configuración de router



CONFIGURACIÓN DEL SWITCH

El switch es marca y modelo tp-link tl-sg2428p switch Smart gigabit jetstream 24 puertos poe 4 ranuras sfp 250w omada sdn.

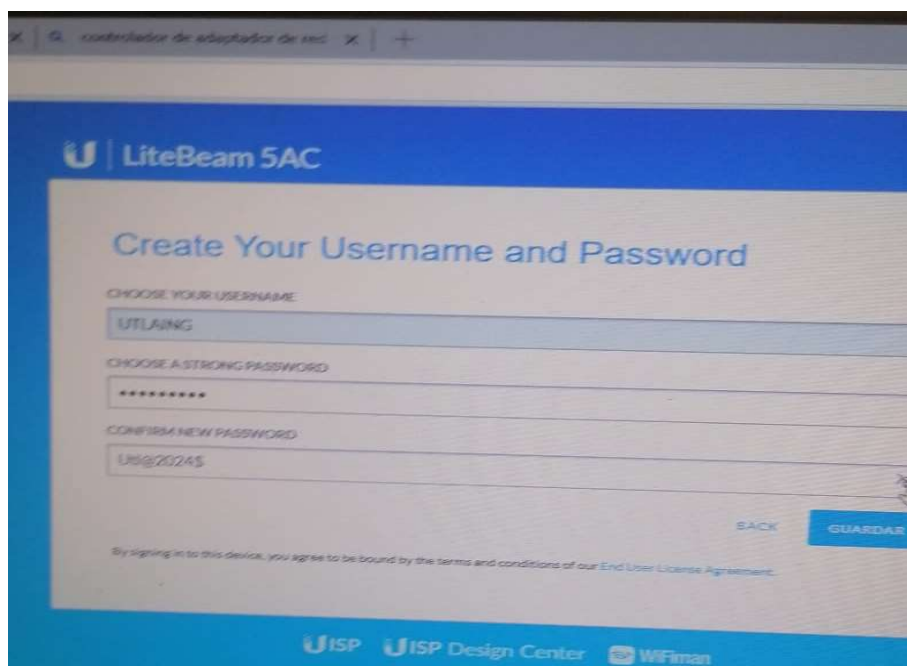
Fotografía 17 Switch de 24 puertos marca Tplink.



Nota: Se encuentra en instalado en el gabinete de techo y le asigno un IP la que puede encontrar en la tabla de direcciones al final., una clave de acceso ya que es administrable vía web.

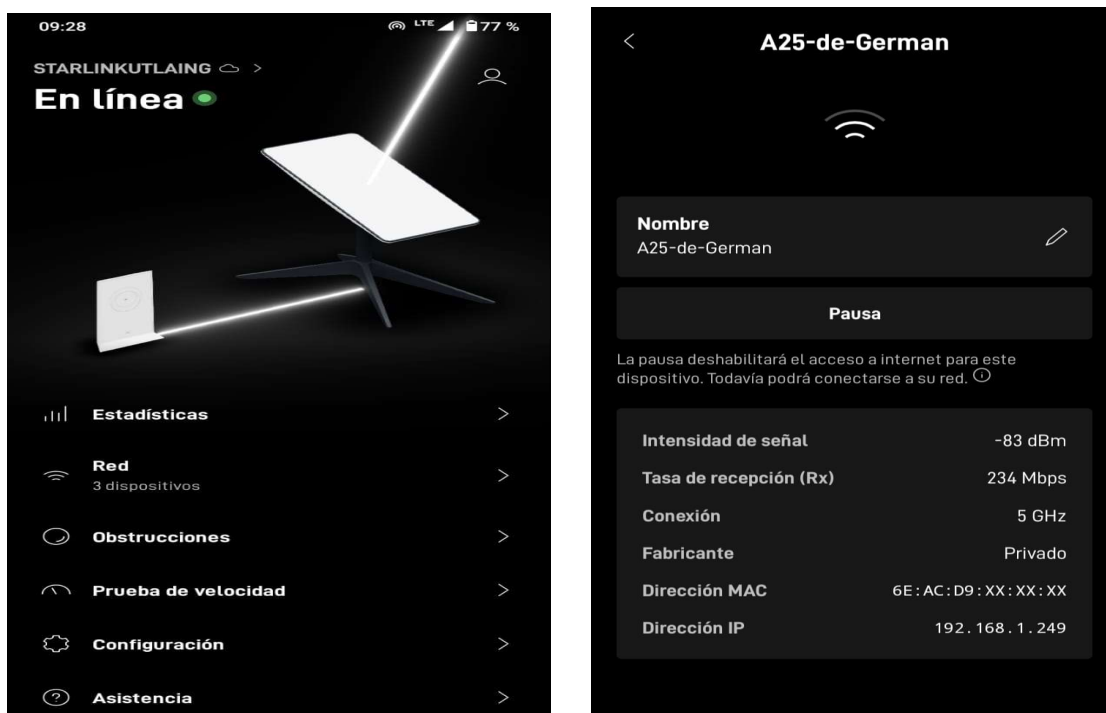
CONFIGURACIÓN DE LAS ANTENAS SECTORIALES. EDIFICIO H Y F, TX Y RX.

Fotografía 18 Configuración de antena sectorial vía webadmin



Nota: Plataforma utilizada para la configuración de las antenas sectoriales ubiquiti

Fotografía 19 Comprobación de señal activa.



Nota: Prueba de Conectividad activa con servicio de internet por medio de la plataforma en línea de Starlink.

Fotografía 20 AP-UTLAING-H

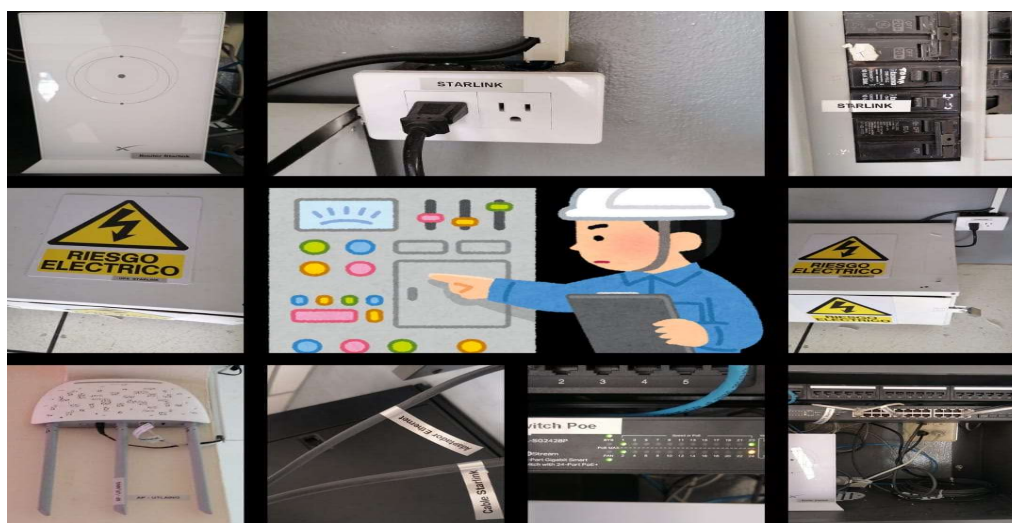


Nota: AP-UTLAING-H. Punto de acceso instalado en el edificio H, para replicar la cobertura del servicio de internet desde el edificio F.

Fotografía 21 Identificación de conectores al Switch



Fotografía 22 Identificación de circuito eléctrico



Fotografía 23 Gabinete identificado con viñetas



Tablas 1 Identificación según viñetas en el Switch

Conector	Puerto Switch	Viñeta	Nombre de Viñeta	Cantidad
RJ 45	01	Si	Router Starlink	01
RJ 45	02	Si	Conector Antena Sectorial Tx	01

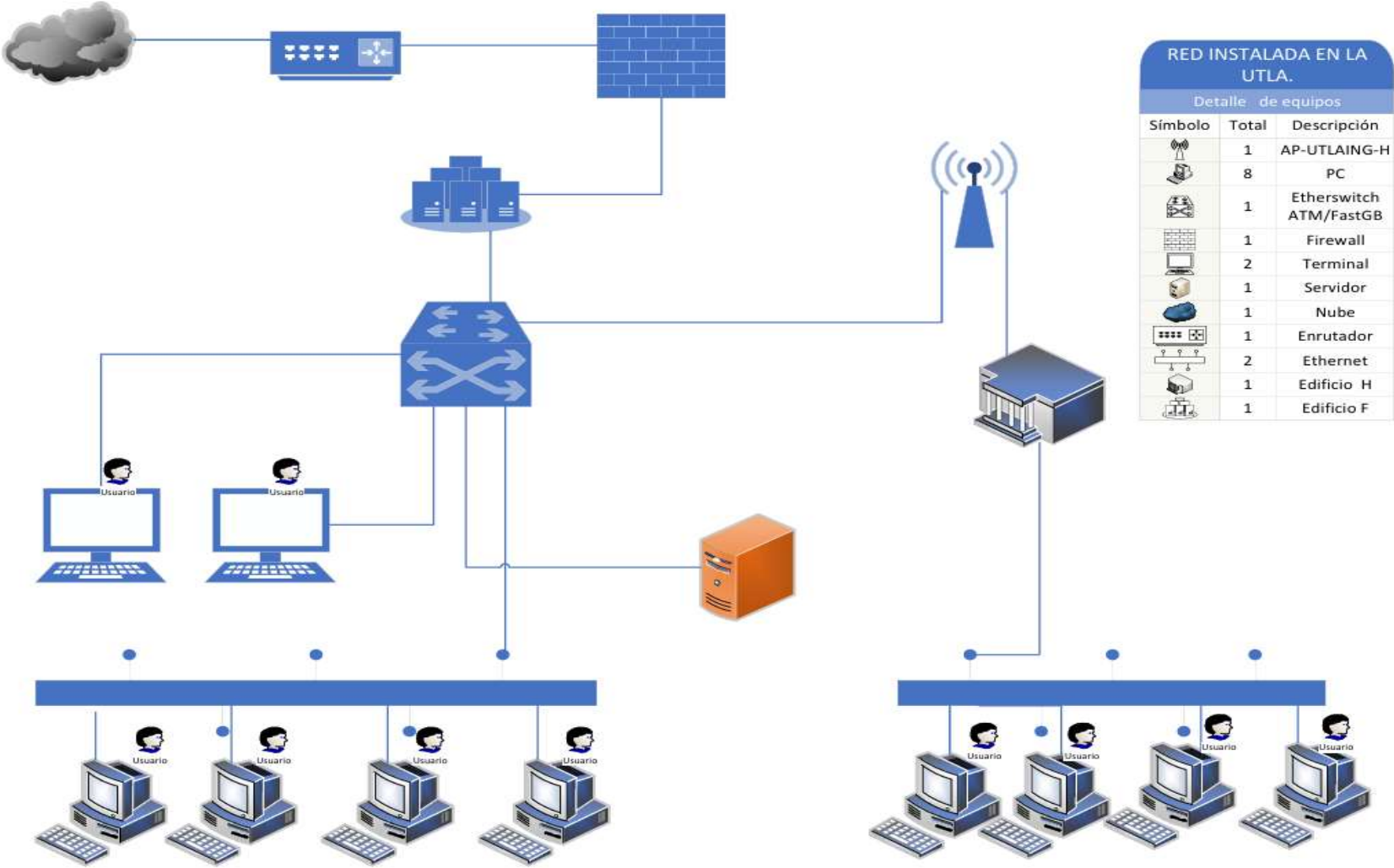
Tablas 2 *Direccionamiento IP, combinando clase B&C.*

Tabla de direccionamiento IP				
Dispositivo	Interfaz	Dirección IP	Mascara de subred	Gateway predeterminado
Router 01 edificio - F	G0/0	172.31.103.1	255.255.255.224	
	G0/1	172.31.103.33	255.255.255.224	
	S0/0/0	172.31.103.97	255.255.255.252	
Router 02 edificio - H	Fa0/0	172.31.103.65	255.255.255.240	
	Fa0/1	172.31.103.81	255.255.255.240	
	S0/0/0	172.31.103.98	255.255.255.252	
Router Starlink	Fa0/0	172.31.103.76	255.255.255.224	172.31.103.65
Sw01	Vlan1	172.31.103.2	255.255.255.224	172.31.103.1
Sw02	Vlan1	172.31.103.34	255.255.255.224	172.31.103.33
Sw03	Vlan1	172.31.103.66	255.255.255.240	172.31.103.66
Sw04	Vlan1	172.31.103.82	255.255.255.240	172.31.103.81
Antena Tx Edificio F		172.31.103.75	255.255.255.224	172.31.103.33
Antena Rx Edificio H		172.31.103.74	255.255.255.224	172.31.103.33
Pc01		172.31.103.30	255.255.255.224	172.31.103.1
Pc02		172.31.103.62	255.255.255.224	172.31.103.33
Pc03		172.31.103.78	255.255.255.240	172.31.103.65
Pc04		172.31.103.94	255.255.255.240	172.31.103.81

Divisiones de la red 172.31.103.0/24				
Descripción de la subred	Cantidad host necesarios	Dirección de red / CIDR	Primera dirección de host utilizable	Dirección de difusión
LAN de Sw01	27	172.31.103.0/27	172.31.103.1	172.31.103.31
LAN de Sw02	25	172.61.103.32/27	172.31.103.33	172.31.103.63
LAN de Sw03	14	172.31.103.64/28	172.31.103.65	172.31.103.79
LAN de AP04	8	172.31.103.80/28	172.31.103.81	172.31.103.95
WAN	2	172.31.103.96/30	172.31.103.97	172.31.103.99

Nota: El presente direccionamiento IP, es una combinación de clase B & C, con el objetivo de obtener mayores rangos de ip y por supuesto más redes, también para una mejor y eficiente administración, se aclara que la red del servicio de internet instalada y configurada en la UTLA, se tomaron las IP que trae el equipo de fabrica sin embargo el administrador podrá configurarlas para incorporarlas a la zona desmilitarizada (DMZ) y aplicar políticas de seguridad que la Universidad tiene configuradas. También las contraseñas configuradas actualmente están con seguridad alta.

Fotografía 24 Diseño de la red instalada y configurada en la UTLA.



En la tabla siguiente se encuentran la información de configuración, usuarios y claves de los equipos instalados en la red del servicio de internet.

Tablas 3 Información de equipos y claves

Credenciales de los equipos instalados					
Ip	Equipo	usuario	clave	observación	fecha
192.168.1.110	Switch	admin	*****	OPERANDO	11/2024
192.168.1.10	transmisor- F	UTLAING	*****	OPERANDO	11/2024
192.168.1.11	receptor -H	UTLAING	*****	OPERANDO	11/2024
192.168.1.1	router Starlink-F	UTLAING	*****	OPERANDO	11/2024
192.168.1.254	AP-edificio-H	AP-UTLAING-H	*****	OPERANDO	11/2024

En la siguiente tabla se encuentran los contactos del equipo que trabajo en la instalación y configuración de la red del servicio de internet para solventar cualquier duda que la universidad tenga a bien contactarnos.

Tablas 4 Información para la gestión en línea

Contactos	Plataforma Starlink	Fecha
Nota: Esta gestión se realiza con la cuenta de cliente directo en la plataforma.	https://www.starlink.com/sv/support	10/2025

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

Astuto,L. y González,J. ((2020, 8 de octubre). *Veinticinco años de internet en Telefónica*. Historia Telefonía. <https://historiatelefonía.com/2020/10/08/veinticinco-anos-de-internet-en-telefonica/>

Arimetrics. (s.f.). *Qué es Internet*. <https://www.arimetrics.com/glosario-digital/internet>

Brilliant (2025). *Learn by Doing*. <https://brilliant.org/>

Certicalia. (2020, 25 de septiembre). *¿Qué son los proyectos eléctricos y por qué todo negocio debe conocerlos?* TECSA. <https://www.tecsagro.com.mx/blog/proyectos-electricos/>

Figueruelo Hernán, A. (2021). *STARLINK: La nueva red satelital mundial de comunicaciones*. [Tesis de grado para optar al grado de Ingeniería Informática, Universidad de Salamanca]
[https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/149954/memoria.%20FIGUERUELO%20HERNAN,%20ALVARO.pdf;jsessionid=D049B7486C6251EDA6DD0F295FC6AC47?sequence=](https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/149954/memoria.%20FIGUERUELO%20HERNAN,%20ALVARO.pdf;jsessionid=D049B7486C6251EDA6DD0F295FC6AC47?sequence=1)

1

Francisco. (s.f.). *Así se hace la formulación del problema de un proyecto*. Tesis y Masters. <https://tesisymasters.mx/formulacion-del-problema/>

Internet Society. (s.f.). *Historia de Internet*.

<https://www.internetsociety.org/es/internet/history-internet/>

Juárez Távara, E. J. y Terrones Vásquez, B.A. (2021). *Análisis Tecnológico de las Soluciones Satelitales para reducir la Brecha de Acceso a Internet en el Perú, 2021*. [Tesis de grado para optar el Título de Ingeniero Electrónico, Universidad Ricardo Palma].

<https://repositorio.urp.edu.pe/entities/publication/bc8eb745-adde-4c35-a6c1-c3a1267a6d55>

López. A. (2012, septiembre). *Comunicación Electrónica*. Universidad Veracruzana.

<https://www.uv.mx/personal/artulopez/files/2012/09/09-Comunciacion-Electronica.pdf>

Márquez, J. [Branch Education]. (28 de diciembre de 2023). *¿Cómo funciona STARLINK traducido al español* [Archivo de Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=ePT04w2rJr4>

Pérez Barreno, F. A. (2023). *“Diseño e Implementación De Una Antena Activa de Banda Ancha Para Las Frecuencias de la Tecnología Starlink”*. [Tesis de grado para optar el Título de Ingeniero en Telecomunicaciones, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].

[chrome-](#)

<extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/20940/1/98T00414.pdf>

Romero, H. (2016). *Introducción a los Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. Amazon Books. <https://hdl.handle.net/11323/8128>

Tippens, P. (2011). *Física Conceptos y aplicaciones*. McGraw Hill. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/https://jbfisica.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/01/fc3adsica_p-e-tippens_7ma.pdf

Vela, R. (2013). *Líneas de transmisión*. McGraw Hill. <https://libros.uv.mx/index.php/UV/catalog/view/FC173/124/384->