

**Análisis de las redes digitales comunitarias como una alternativa de solución
frente al fenómeno de la brecha digital en el Estado de Tamaulipas, México.**

Informe final
Pasantía Internacional Para Obtener El Título De
Ingeniero de Sistemas
Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá.

Director Nacional: Wilson Daniel Gordillo Ochoa
Universidad de Cundinamarca

Director Internacional: Salvador Wilfrido Nava Díaz
Universidad Autónoma de Tamaulipas

Luis Eduardo Baquero Tautiva
Junio 3 de 2020

Copyright © 2020 por Luis Baquero. Todos los derechos reservados.

Dedicatoria.

El autor quiere dedicar este informe de pasantía inicialmente a Dios. A sus padres y hermanos por el apoyo constante, colaboración y acompañamiento. Así mismo, dedica este informe a todos los docentes de la Universidad de Cundinamarca y Universidad Autónoma de Tamaulipas, que estuvieron presentes en el proceso de formación académica, profesional y humana.

Agradecimientos.

El autor agradece a todas las personas que contribuyeron con esta pasantía, docentes de la Universidad de Cundinamarca, en especial al director Wilson Daniel Gordillo Ochoa, quien orientó y apoyo de la mejor formar, en cada una de las etapas de desarrollo de la misma. A la oficina de Relaciones Internacionales, quienes brindaron la oportunidad de realizar la pasantía internacional, por su apoyo y compromiso.

A la Universidad Autónoma de Tamaulipas, docentes y funcionarios por el apoyo brindado, en especial al director de pasantía Salvador Wilfrido Nava, quien estuvo apoyando en cada etapa. Al director de Postgrado por el espacio dado en el departamento y grupo de investigación.

Resumen

Para muchos el hablar de Redes Digitales Comunitarias es un tema totalmente nuevo, para otros, es tal vez un compromiso por aquel que no cuenta con la misma posibilidad de acceder a la información. Es por ello que se desarrolla esta pasantía internacional con el fin de hacer un análisis de la brecha digital existente en el Estado de Tamaulipas, partiendo de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares Mexicanos, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía; siendo la construcción de Redes Digitales Comunitarias una solución, buscando disminuir la brecha digital y permitiendo a muchas personas acceder a la información y comunicación, como lo han logrado en otros países y Estados de la República Mexicana.

Analizando la base de datos de la Encuesta, se toman los resultados de los Hogares que disponen de conexión a Internet, computadora y teléfono celular, encontrado el porcentaje de personas que no cuentan con alguno de estos. Se hace una investigación documental de proyectos de Redes Digitales Comunitarias (RDC) en diferentes países y se encuentran algunos desarrollados en el País Mexicano que vinculan a comunidades Indígenas, sin embargo, ninguno en Tamaulipas. Se realiza una simulación de un enlace Punto a Punto en la herramienta Airlink, indicando especificaciones técnicas y una estimación de costos.

Concluyendo con los resultados presentados en la pasantía internacional realizada en la Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), y la práctica empresarial cumplida en el área de sistemas de la empresa Inciso S.A del Municipio de Tampico, dedicada a la comercialización Textil.

Abstract

For many, talking about Community Digital Networks is a totally new topic, for others, it is perhaps a commitment by those who do not have the same possibility to access information. That is why this international internship is being developed in order to make an analysis of the existing digital divide in the State of Tamaulipas, based on the National Survey on Availability and Use of Information Technology in Mexican Homes, from the National Institute of Statistics and Geography; being the construction of Community Digital Networks a solution, seeking to reduce the digital divide and allowing many people to access information and communication, as they have achieved in other countries and states of Mexico.

Analyzing the database of the Survey, the results are taken from households that have Internet connection, computer and cell phone, found the percentage of people who do not have any of these. A documentary investigation of Community Digital Networks (CDN) projects in different countries is made and there are some developed in the Mexican Country that link Indigenous communities, however, none in Tamaulipas. A simulation of a Point to Point link is made in the Airlink tool, indicating technical specifications and a cost estimate.

Concluding with the results presented in the international internship carried out in the Faculty of Engineering "Arturo Narro Siller" of the Autonomous University of Tamaulipas (UAT), and the business practice carried out in the systems area of the company Inciso S.A of the Municipality of Tampico, dedicated to the commercialization of textiles.

Tabla de contenido

1. Introducción.....	12
2. Planteamiento del Problema	14
3. Objetivos.....	16
3.1. Objetivo General	16
3.2. Objetivos específicos.....	16
4. Justificación.....	17
5. Delimitación	18
6. Marcos de referencia	19
6.1. Marco Teórico	19
5.1.1 Brecha Digital.....	19
5.1.2. Redes digitales comunitarias	21
6.2. Marco conceptual	22
6.2.1. Airlink.....	22
6.2.2. Ancho de Banda.....	22
6.2.3. Antenas	22
6.2.3.1. Tipos de Antenas.....	23
6.2.3.1.1. Antenas Dipolo.....	23
6.2.3.1.2. Antenas dipolo Multi-elemento.....	23
6.2.3.1.3. Antenas Parabólicas	24
6.2.4. Directividad.....	24
6.2.5. Estándares inalámbricos.....	25
6.2.6. Frecuencias	27
6.2.7. Ganancia	27
6.2.8. Interferencia	27
6.2.9. Latencia.....	28
6.2.10. Línea de vista	28
6.2.11. Patrón de radiación	28
6.2.12. Pire o EIRP	29
6.2.13. Polarización.....	29
6.2.14. PTMP	30
6.2.15. PTP.....	30

6.2.16.	Radio Enlace	30
6.2.17.	Topología de red	30
6.2.18.	Zona de Fresnel.....	31
6.3.	Marco Legal	32
6.3.1.	Acuerdo SCT 130306	33
6.3.2.	NOM-121-SCT1-2009	33
6.3.3.	Acuerdo del 27/11/2012.....	34
6.3.4.	Inventario de banda de frecuencias clasificadas como espectro libre del 2018.....	34
7.	Metodología.....	35
8.	Ficha Técnica de Pasantía Internacional	37
9.	Ubicación Geográfica de la Pasantía Internacional.....	38
9.1.	Universidad Autónoma de Tamaulipas.....	39
9.1.1.	Misión	39
9.1.2.	Visión.....	40
10.	Desarrollo de la Pasantía Internacional.....	41
10.1.	Análisis de la Brecha digital.....	41
10.2.	Redes Digitales Comunitarias.	43
10.3.	Simulación de enlace PTP para una Población Rural.....	49
10.3.1.	Descripción de los puntos.	49
10.3.2.	Topología física de la Red	51
10.3.2.1.	Punto de Acceso	52
10.3.2.2.	Estación.....	53
10.3.3.	Coordenadas geográficas	53
10.3.4.	Simulación con Herramienta Airlink	54
10.3.5.	Especificaciones y requisitos Técnicos.....	56
10.3.5.1.	Línea Directa de Visión.....	56
10.3.5.2.	Zona de Fresnel	57
10.3.5.3.	Potencia de Salida	58
10.3.5.4.	Ancho de Canal	58
10.3.5.5.	Frecuencia	58
10.3.5.6.	Orientación.....	59
10.3.5.7.	Inclinación.....	59

10.3.5.8.	Fuerza de señal.....	59
10.3.5.9.	Velocidad	59
10.3.5.10.	Red LAN.....	59
10.3.6.	Dispositivos.....	59
10.3.6.1.	Antenas para Radio enlace.....	60
10.3.6.2.	Equipos para distribución de la red.....	64
10.3.7.	Costos.....	67
10.4.	Resultados Presentados.....	70
10.4.1.	Participación en eventos Académicos.....	70
10.4.2.	Práctica empresarial.....	71
10.4.3.	Desarrollo de actividades académicas.....	72
10.4.4.	Artículo	73
11.	Conclusiones.....	74
12.	Bibliografía.....	76

Lista de Tablas

Tabla 1 Ficha técnica de la pasantía Internacional.....	37
Tabla 2 Coordenadas Geográficas de los puntos..	53
Tabla 3 Especificaciones técnicas Antena LBE 5AC segunda generación.....	60
Tabla 4 Especificaciones técnicas antena LBE 5AC LR.	61
Tabla 5 Especificaciones técnicas LBE M5.....	62
Tabla 6 Especificaciones técnicas antena NanoStation Loco M2.....	64
Tabla 7 Especificaciones técnicas TP Link CPE 2010.	65
Tabla 8 Especificaciones técnicas repetidor Steren COM-818.	66
Tabla 9 Costos aproximados de herramientas y materiales.	68

Lista de Figuras

Figura 1 Patrón de elevación de una antena Multi-Elemento.	23
Figura 2 Patrón de elevación de antena parabólica.	24
Figura 3 Patrón de radiación.	29
Figura 4 Polarización.	30
Figura 5 Topologías de red.	31
Figura 6 Zona de Fresnel.	32
Figura 7 Etapas de Investigación.	35
Figura 8 Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller".....	38
Figura 9 Ubicación de Tampico.....	39
Figura 10 Grafico de usuarios y equipamiento de las TIC`s.....	42
Figura 11 Ubicación de Altamira e imagen del municipio.	50
Figura 12 Imagen satelital del Ejido El Sacrificio.	51
Figura 13 Topología física de red.	52
Figura 14 Gobernación municipal de Altamira.....	52
Figura 15 Ejido El Sacrificio.	53
Figura 16 Vista General de Airlink.....	54
Figura 17 Ubicación de los puntos.....	55
Figura 18 Visibilidad de Cobertura.....	56
Figura 19 Línea de Vista entre antenas.	57
Figura 20 Zona de Fresnel.	57
Figura 21 Simulación completa.	58
Figura 22 Participación en la Jornada de Investigación y Postgrado.....	70
Figura 23 Grupo de Investigación.....	71
Figura 24 Autor y director Internacional en el evento.	71

1. Introducción

En el proceso de formación académica integral, existen dos enfoques que permiten desarrollar un proceso de aprendizaje completo, estos dos unidos facilitan que el estudiante desarrolle capacidades en entornos profesionales específicos de su formación universitaria. El primero de ellos comprende la teoría, espacios brindados en los claustros académicos donde una persona que conoce de un área o tema específico enseña principios, leyes, teorías, procedimientos, etc. Con el fin de ser usados por parte del estudiante en la praxis. Es ahí cuando es necesario que se practique aquello que por el momento solo está en letras y explicaciones. Surgiendo entonces el segundo enfoque, el práctico, permitiéndole al ingeniero valerse de los conocimientos aprendidos en la teoría para dar solución a los problemas cotidianos de su área. Esta se lleva a cabo en laboratorios, trabajos prácticos, entre otros, para finalmente realizar una tesis, investigación y/o pasantía, las cuales unen la teoría y la práctica.

Una pasantía le permite al estudiante acercarse y conocer de ante mano los aspectos prácticos profesionales que debe realizar un ingeniero de sistemas, para ello, es necesario desarrollar un proyecto para ejecutar en un ambiente práctico, que puede ser en una empresa en el área de TIC's o en una investigación. En este caso el autor tuvo la oportunidad de desarrollar su pasantía en el país de México, permitiéndole desarrollar competencias con formación académica extranjera. Es de aclarar que este tipo de pasantía internacional es la primera vez que se realiza en la Facultad de Ingeniería en el Programa de Ingeniería de sistemas.

Para este enfoque práctico se postuló la experiencia sobre Redes Digitales Comunitarias del autor, adquirida en su trabajo como estudiante semillerista activo del semillero Red Fusa Libre,

con el fin de compartir conocimientos y experiencias con la universidad destino, generando un aprendizaje común contextualizando la experiencia de esta temática desarrollada en Colombia en un cultura diferente para el caso del territorio de Tamaulipas, México.

Este informe final contiene detalladamente el proceso de aprendizaje teórico y práctico de la pasantía internacional, realizada en la facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller”, en la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Con el fin de evidenciar el cumplimiento por parte del autor de los objetivos y actividades trazadas en el anteproyecto presentado para avalar el desarrollo y ejecución de esta pasantía internacional.

2. Planteamiento del Problema

A nivel mundial existe una división fuerte entre quienes están conectados y quienes no lo pueden hacer, para el 2019 según el último Reporte Global de Internet de ISOC, son aproximadamente tres mil millones de personas que no cuentan con acceso a Internet (Internet Society, 2019). El estar conectado depende en gran medida de los siguientes tres factores: situación socioeconómica de las personas, la accesibilidad geográfica y la cobertura por parte de los prestadores de Servicio. Por lo que es necesario crear soluciones que le permitan a las poblaciones acceder a las tecnologías de la información y la comunicación, para sus labores cotidianas académicas, laborales, salud, etc.

Ante esta problemática a nivel mundial de brecha digital, se hace preciso analizar la situación local, es por ello que la Universidad Autónoma de Tamaulipas en decisión conjunta con el director de la pasantía internacional y partiendo de las causas que caracterizan el Estado como: la ausencia de recursos económicos para adquirir un dispositivo para conectarse y por ende para el pago del servicio de internet. El 35,1 % es población pobre y el 38,9 % es población vulnerable por ingresos o carencias sociales (CONEVAL, 2018). Grandes distancias que deben recorrer para tener conexión en el caso de las zonas rurales. El analfabetismo digital donde de cada 100 personas 3 son analfabetas (INEGI, 2015). La falta de cobertura por parte de los proveedores de servicios de Internet (ISP). Entre otras causas, es por ello que esta pasantía Internacional se enmarca en la temática de las redes comunitarias y las causas que generan la brecha digital en los diferentes contextos geográficos, y sugiere conjuntamente abordar la problemática basados en la necesidad de determinar cuál es el situación actual de la brecha

digital en el estado de Tamaulipas, partiendo de los datos de la última encuesta ENDUTIH del Instituto Nacional de Estadística y geografía, específicamente de las variables de conectividad a internet y disposición de infraestructura tecnológica.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Analizar las redes digitales comunitarias como una alternativa de solución frente al fenómeno de la brecha digital en el Estado de Tamaulipas, México.

3.2. Objetivos específicos

- Indagar sobre casos de éxito de redes digitales comunitarias que han beneficiado a poblaciones sin acceso a Internet.
- Investigar y analizar la situación actual frente al acceso a Internet, disponibilidad de dispositivos electrónicos y Redes Digitales Comunitarias en la cultura mexicana, específicamente del Estado de Tamaulipas.
- Realizar una simulación en herramienta Airlink de un enlace PTP con una comunidad Rural.
- Adquirir nuevos conocimientos en el área de sistemas en escenarios académicos que permitan una formación integral teórico-práctica en el contexto internacional (México).
- Participar en eventos académicos que faciliten la divulgación de la investigación realizada.
- Dar cumplimiento a las actividades y tareas asignadas por los directores encargados de la pasantía internacional.
- Evaluar y realizar la posibilidad de hacer prácticas empresariales internacionales en el área TIC`s.

4. Justificación.

La brecha digital es un fenómeno mundial, aunque existe un porcentaje mayor en los países en vía de desarrollo, según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) para el 2019 el 87% las personas en países desarrollados utilizaban Internet, en comparación con el 47% de los países en desarrollo (ITU, 2019). La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), reconoce que “el acceso a la información y al conocimiento es un prerequisite básico para construir sociedades del conocimiento inclusivas con fuertes bases para la paz duradera y el desarrollo sostenible” (UNESCO, 2017).

Así pues, al no tener acceso a Internet, se limita el desarrollo de una población en un mundo en constante evolución, se busca por ende que las personas independientemente de su situación socioeconómica y geográfica, tenga acceso al conocimiento, educación, formación y comunicación que les permita crecer y desarrollarse.

Esta pasantía internacional responde a la necesidad de hacer un intercambio constante de saberes entre diferentes culturas, en este caso de Colombia y México, frente a un tema tan importante en el campo tecnológico como lo es la Brecha digital y su incidencia en el desarrollo de un país. También le permite al autor, desarrollar habilidades prácticas en contextos diferentes, fortaleciendo su formación profesional en el campo de la Ingeniería de Sistemas.

Para ello, fue necesario realizar investigaciones sobre brecha digital, Redes Digitales Comunitarias y formación académica complementaria, con el fin de tener un punto de partida frente a estos temas. Para lograr hacer un análisis de las redes digitales comunitarias como una alternativa de solución frente al fenómeno de Brecha Digital en el Estado de Tamaulipas, México.

5. Delimitación

Esta Pasantía internacional se desarrolló para la Universidad Autónoma de Tamaulipas en un contexto de compartir académico entre la cultura mexicana y colombiana frente al análisis de la brecha digital latente en el Estado de Tamaulipas. No se hace acercamiento con las comunidades sin acceso a Internet, se realiza el análisis partiendo de una revisión de literatura en bases de datos bibliográficas latinoamericanas y mundiales, como Google Académico, Science Direct, Dialnet y Scielo; repositorios académicos, y encuestas realizadas.

Delimitación Temporal

Este proyecto dio inicio en el mes de agosto, con una duración aproximadamente de 5 meses.

Delimitación Física

La pasantía internacional se desarrolló en la Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller”, perteneciente a la Universidad Autónoma de Tamaulipas en el país de México.

6. Marcos de referencia

6.1. Marco Teórico

5.1.1 Brecha Digital

Brecha digital, es un término relativamente nuevo, pero en la actualidad uno de los más significativos desde que la tecnología comenzó a hacer parte de la cotidianidad. Es pensar en una división, donde por lo general es un derecho de todos, pero no todos pueden tenerlo. Siempre ha existido la desigualdad, es algo que beneficia en parte a solo unos pocos y los demás solo deben luchar por sobrevivir. Existen aspectos en los cuales no debería haber desigualdad, como es el caso del acceso a la información y comunicación.

Esta desigualdad en el acceso a las TIC's, es lo que ha provocado el término "Brecha digital" entre quienes tienen acceso a las tecnologías y quienes no lo pueden hacer por diferentes razones. Esta expresión según Arenas fue utilizada por primera vez durante la Administración Clinton (1997-2001), "haciendo referencia a la diferencia previa al acceso a las tecnologías, refiriéndose a conectados y no conectados" (Arenas Ramiro, 2011).

Pero la brecha digital va más allá de diferenciar entre quienes están o no conectados, según Selwyn en su artículo "Reconsidering Political and Popular Understandings of the Digital Divide" del 2004, distingue tres niveles de brecha digital, el acceso, el uso y apropiación (Selwyn, 2004). En cuanto al acceso, se puede ver en tres enfoques, la motivación que tiene la población, el acceso físico en cuanto a infraestructura TIC (computadora, celular, Internet) y el acceso a la alfabetización digital entendida como la adquisición de habilidades para el uso de las tecnologías de la información y comunicación. El nivel de uso se ve relacionado con la frecuencia, la duración,

el espacio, y las habilidades tanto en la adquisición de estas y el desarrollo de las capacidades. El tercer nivel, comprende el entender la importancia y beneficio que trae el uso de las TIC's en el quehacer cotidiano (Alvarado López, Díaz de León Castañeda, Gómez Navarro, & Martínez Domínguez, 2018).

También existen factores que ayudan a comprender esta situación, Alvarado et al (2018) presentan algunos factores basados en dimensiones propuestas con anterioridad, estos están presentes dependiendo el contexto en un alto o bajo nivel. Los factores propuestos enfocados hacia el acceso y disponibilidad de TIC son: Socioeconómicos: hace referencia al poder adquisitivo de las personas; históricos: hace relación a la adaptación e incorporación del cambio tecnológico en un contexto social específico; sociales: prácticas sociales de la vida cotidiana y a los procesos de socialización; culturales: se vinculan a emblemas culturales, imaginarios, significados y valores; demográficos: se relacionan al conjunto de características de la población según su pertenencia socioeconómica, geográfica, étnica, etaria, religiosa, género, nivel de escolaridad y condición de salud; geográficos: se derivan de la caracterización del lugar donde vive la población y que permite ubicar particularidades de zonas rurales y urbanas, así como las condiciones ambientales de las regiones; psicológicos: se relacionan con variables subjetivas en la interacción del individuo; políticos: analizan el diseño, la implementación y la evaluación de políticas públicas; Tecnológicos: se definen por la disponibilidad de infraestructura tecnológica.

Es por ello que el concepto de brecha digital no se debe limitar a una apreciación de estar o no conectados, ya que implica muchos factores que inciden en el proceso de disminución de esta. Es un compromiso de los entes administrativos estatales, implementar estrategias que permitan acercar a la población al conocimiento y tecnología.

5.1.2. Redes digitales comunitarias

Ante problemáticas como la brecha digital surge un nuevo concepto especificado para el campo TIC`s, y es el de Redes Digitales Comunitarias (RDC), opción que tienen muchas poblaciones tanto rurales y urbanas que no cuentan con conectividad a Internet de acceder a estas. Se podría definir como una solución ante la brecha digital. Sin embargo, el concepto es más amplio, puesto que no es solo acceder a Internet o conectar al desconectado, sino brindar herramientas y formación, donde es la misma comunidad la que gesta y hace trascender en el tiempo una red de apoyo en el acceso TIC`s.

En la cumbre latinoamericana de redes comunitarias celebrada en Argentina en el año 2018, se llegó a un consenso de la definición de Red Comunitaria.

“Las redes comunitarias son redes de propiedad y gestión colectiva de la comunidad, sin finalidad de lucro y con fines comunitarios. Se constituyen como colectivos, comunidades indígenas u organizaciones de la sociedad civil sin fines de lucro, que ejercen su derecho a la comunicación, bajo principios de participación democrática de sus miembros, equidad, igualdad de género, diversidad y pluralidad. La información sobre el diseño y funcionamiento es abierta y accesible, permitiendo y favoreciendo la extensión de la red por parte de los usuarios. Las redes comunitarias fomentan los servicios y contenidos locales, promueven la neutralidad de la red y la celebración de acuerdos de interconexión y tránsito libres y gratuitos con las redes que ofrecen reciprocidad” (Cumbre Latinoamericana de Redes Comunitarias, 2018).

Es así como en muchos países, el apoyo entre personas de una misma comunidad y líderes de diferentes ramas apoyan y crean redes digitales comunitarias con el fin de acceder a la información y comunicación, bajos los principios contenidos en la anterior definición.

6.2. Marco conceptual

6.2.1. Airlink

Es una herramienta para simular enlaces PTP y PTMP. Es un software de la empresa Ubiquiti, con soporte de Google Maps, tiene un tamaño dinámico de pantalla, interfaz intuitiva y compatible con navegadores web.

6.2.2. Ancho de Banda

Se define como el intervalo de frecuencias en las que puede funcionar adecuadamente un dispositivo, es decir la diferencia entre la frecuencia máxima y mínima que pueden pasar por el canal (Tomasi, 2003).

6.2.3. Antenas

Una antena según Tomasi del Institute of Technology Phoenix, en su libro Sistemas de comunicaciones electrónicas es “un sistema metálico capaz de radiar y capturar ondas electromagnéticas” (Tomasi, 2003). También son consideradas como un “dispositivo formado por un conjunto de conductores que, unidos a un generador, permite la emisión de ondas de radio frecuencia por el espacio libre, o que, conectado a una impedancia (Resistencia), sirve para captar las ondas emitidas por una fuente lejana” (Comision de regulación de Telecomunicaciones).

6.2.3.1. Tipos de Antenas

Existen diferentes tipos de antenas dependiendo de su patrón de radiación y forma, a continuación, se presentan tres tipos de antenas más comunes.

6.2.3.1.1. Antenas Dipolo

Estas antenas tienen un patrón de radiación generalizado. Operan igualmente en los 360 grados alrededor de la antena. Físicamente son cilíndricas por naturaleza (WNI México). Son antenas omnidireccionales. Un ejemplo de su patrón de radiación se encuentra en la *Figura 3*.

6.2.3.1.2. Antenas dipolo Multi-elemento

Este tipo de antenas tienen un patrón de elevación y azimut similar al de la antena dipolo simple. La diferencia más clara entre ambas es la direccionalidad de la antena en el plano de elevación, y el incremento en ganancia debido a la utilización de múltiples elementos. Con el uso de múltiples elementos en la construcción de la antena, esta puede ser configurada para diferentes ganancias, lo cual permite diseños con características físicas similares (WNI México). Un ejemplo del patrón de radiación del plano elevación es la siguiente figura.

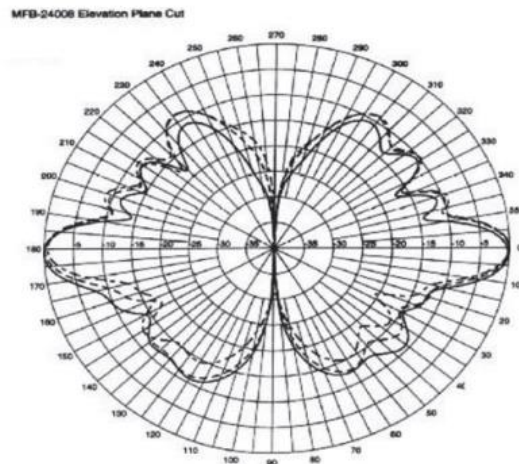


Figura 1 Patrón de elevación de una antena Multi-Elemento. Fuente: (Vela Remache, 2015)

6.2.3.1.3. Antenas Parabólicas

Este tipo de antenas usan un plato reflector con la forma de una parábola para enfocar las ondas de radio recibidas por la antena a un punto focal. La parábola también funciona para capturar la energía radiada por la antena y enfocarla en un haz estrecho al transmitir. Son direccionales, al concentrar toda la potencia que llega a la antena y enfocarla en una sola dirección, este tipo de antena es capaz de proveer muy alta ganancia (WNI México). Un ejemplo de este tipo de antenas es la *Figura 2*.

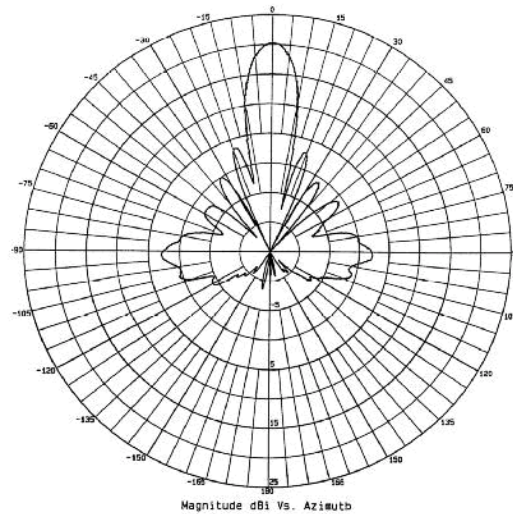


Figura 2 Patrón de elevación de antena parabólica. Fuente: (WNI México)

6.2.4. Directividad

La directividad de la antena “es una medida de la concentración de la potencia radiada en una dirección particular. Se puede entender también como la habilidad de la antena para direccionar la energía radiada en una dirección específica. Es usualmente una relación de intensidad de radiación en una dirección particular en comparación a la intensidad promedio isotrópica” (WNI México).

6.2.5. Estándares inalámbricos

Los estándares inalámbricos están dados por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), en un grupo de estándares IEEE 802 (IEEE, s.f.).

IEEE 802.11

Es un estándar para redes inalámbricas, su primera versión fue presentada en 1997, trata de ofrecer varias formas de interconectar computadoras y otros dispositivos sin la necesidad de cables, esta primera versión es actualmente obsoleta, ya que existen versiones mejoradas. Inicialmente se pensó solo para redes locales inalámbricas (Wlan) de corto alcance para entornos de pequeña oficina y Home Office, pero la necesidad de comunicar dispositivos portátiles a velocidad de transmisión elevada ha llevado a plantear e incluso llevar a la práctica la creación de redes inalámbricas de mayor envergadura. El estándar IEEE 802.11 se divide en dos capas principales: la capa MAC (Media Access Control) y la capa física o PHY. Estas dos capas admiten hacer una separación funcional del estándar y permite que un único protocolo de datos pueda usarse con distintos métodos de transmisión (Yunquera Torres).

Las variantes de la IEEE 802. 11 son:

- 802.11a: Es un estándar también conocido como Wi-Fi5. Su misión es crear un estándar de WLAN en la banda de 5 GHz, capaz de alcanzar tasas de hasta 54 Mbps. Se publicó en el 1999.
- 802.11b: Es un estándar también conocido como Wi-Fi. Está pensado para WLAN en la banda de 2.4 GHz, con una tasa que alcanza los 11 Mbps. Fue publicada en el 1999.

- 802.11c: Provee de documentación a la 802.11 sobre procedimientos específicos MAC de la Organización Internacional para la Comisión Electrónica de Estandarización Internacional (ISO/IEC). Su trabajo está concluido.
- 802.11d: Su misión es definir nuevos requerimientos para la capa física para hacer funcionar la 802.11 en otros países donde no es posible implementar 802.11, por no tener la banda de 2.4 GHz libre o ser más corta.
- 802.11e: Este grupo trabaja en los aspectos relacionados con la calidad de servicio (QoS o Quality of Service, en inglés). En el mundo de las redes de datos, calidad de servicio significa poder dar más prioridad de transmisión a unos paquetes de datos que a otros, dependiendo de la naturaleza de la información (voz, vídeo, imágenes, etc.).
- 802.11f: Es una especificación que funciona bajo el estándar 802.11g y que se aplica a la intercomunicación entre puntos de acceso de distintos fabricantes, permitiendo el roaming o itinerancia de clientes.
- 802.11g: Pretende desarrollar una extensión de la 802.11b, capaz de mantener la compatibilidad con la 802.11b. El objetivo inicial de este era alcanzar al menos 20 Mbps y se ha conseguido llegar hasta los 54 Mbps.
- 802.11h: Una evolución del IEEE 802.11a que permite asignación dinámica de canales y control automático de potencia para minimizar los efectos de posibles interferencias.
- 802.11i: Este estándar permite incorporar mecanismos de seguridad para redes inalámbricas, ofrece una solución interoperable y un patrón robusto para asegurar datos.
- 802.1x: Pretende mejorar los mecanismos de seguridad de la 802.11, con los protocolos de seguridad extendida (EAP).

6.2.6. Frecuencias

Son el número entero de períodos o ciclos alcanzados en la unidad de tiempo por una magnitud o fenómeno periódico (onda acústica o electromagnética). Se expresa en hercios (Hz) (Glosario Telecomunicaciones, 2016). Las frecuencias están divididas según su uso en:

- Libres: estas frecuencias son de uso libre, las determina cada país, pero por lo general están dadas en las frecuencias de 2.4 GHz y 5GHz. Para hacer uso de ellas es necesario cumplir con la normatividad exigida por cada país. Por lo general existe normatividad en cuanto al PIRE.
- Licenciadas: son aquellas que, para hacer uso de estas, se debe tener una licencia o permiso de parte del ente regulador del espectro electromagnético, en el caso de México es el Instituto Federal de Telecomunicaciones quien atribuye esta licencia que por lo general tiene costo.

6.2.7. Ganancia

La ganancia de una antena es la relación entre la potencia que entra en una antena y la potencia que sale de esta. Esta ganancia es comúnmente referida en dBi's, y se refiere a la comparación de cuánta energía sale de la antena en cuestión, comparada con la que saldría de una antena isotrópica. Una antena isotrópica es aquella que cuenta con un patrón de radiación esférico perfecto y una ganancia lineal unitaria (WNI México).

6.2.8. Interferencia

La interferencia es una forma de ruido externo; se produce interferencia cuando las señales de información de una fuente producen frecuencias que caen fuera de su ancho de banda asignado, e

interfieren con otras señales de otra fuente. La mayor parte de la interferencia se produce cuando las armónicas o las frecuencias de producto cruzado de una fuente llegan a la banda de paso de un canal vecino (Tomasi, 2003).

6.2.9. Latencia

Una transferencia de datos no se da en tiempo real, el tiempo que demora un paquete de datos en transmitirse entre un servidor y un cliente, se le llama latencia, es decir, el desfase que existe entre un punto y otro. (González, 2018).

6.2.10. Línea de vista

Este término hace referencia al path (camino) entre la antena receptora y la emisora, que no existan obstáculos entre ellas, con el fin de tener una mejor propagación de las señales de alta frecuencia, es por ello por lo que es necesario una Línea de vista sólida (limpia - sin obstrucciones) (WNI México).

6.2.11. Patrón de radiación

Es una “representación Gráfica de las intensidades de los campos o las densidades de potencia en varias posiciones angulares en relación con una antena” (Comisión de Regulación de Telecomunicaciones). Se representa de dos formas, la primera es basada en el patrón de elevación, gráfica de la energía radiada por la antena vista de perfil. La segunda, en el patrón de azimut, donde la antena es vista desde arriba. Al combinar ambas gráficas se tiene una representación tridimensional de cómo es realmente radiada la energía desde la antena (WNI México). Como se muestra en la Figura 3, (a) corresponde a la primera forma, al patrón de elevación de un dipolo. (b) segunda forma, Patrón de Azimut de un dipolo genérico. (c) Patrón de Radiación en 3D.

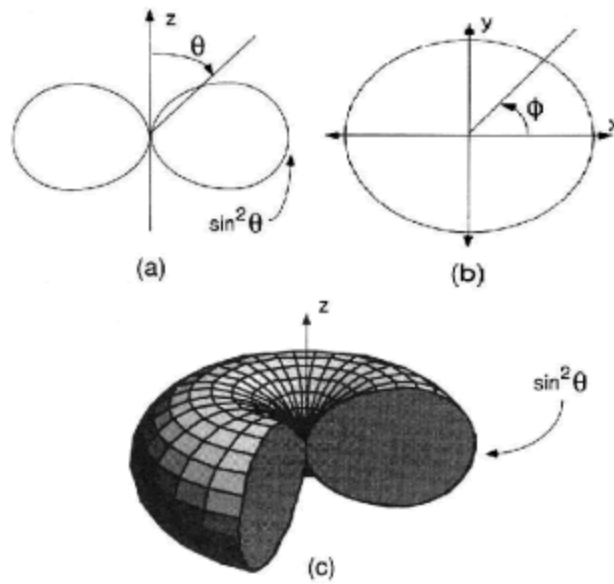


Figura 3 Patrón de radiación. Fuente: (WNI México)

6.2.12. Pire o EIRP

El PIRE es la “Potencia Isótropa Radiada Equivalente”, lo que significa que es la cantidad de potencia que emitirá una antena isotrópica para producir la densidad de potencia observada en la dirección de máxima ganancia de una antena, expresada en Watts o dB, considerando la ganancia de la antena. El EIRP, depende de la reglamentación de cada país por lo cual es importante configurar el País adecuado ya que cada frecuencia tiene un PIRE diferente (Syscom, s.f.).

6.2.13. Polarización

Hace referencia a la orientación del campo eléctrico que se irradia de ella. Una antena puede estar polarizada de tres formas, como se muestra en la Figura 4, donde (a) es una polarización lineal, ya sea horizontal o verticalmente, (b) elíptica y (c) circular (Tomasi, 2003).

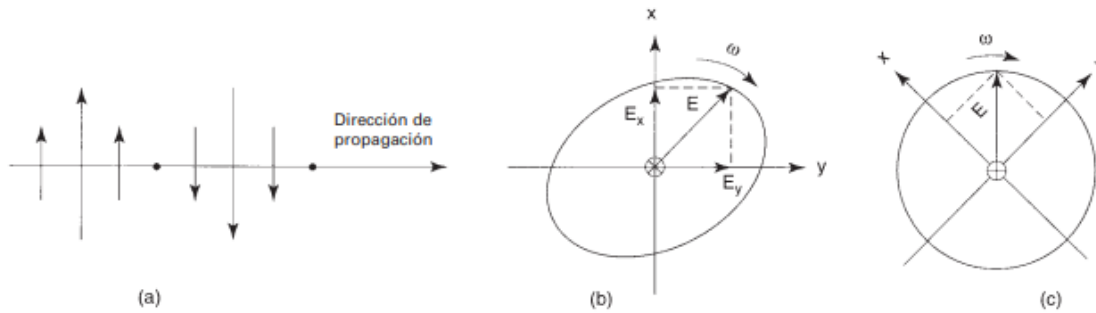


Figura 4 Polarización. Fuente: (Tomasi, 2003)

6.2.14. PTMP

Conexión entre varias antenas, donde una de ellas está en modo punto de acceso y las demás en modo estación, se debe tener en cuenta el tipo de antena modo AP si es direccional, omnidireccional o sectorial, ya que de ello dependerá la conexión de los demás puntos en modo estación.

6.2.15. PTP

Conexión entre dos antenas, donde una de ellas está en modo punto de acceso y la otra en Estación.

6.2.16. Radio Enlace

Un radio enlace es cualquier interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas. Además, si los terminales son fijos, el servicio se lo denomina como tal y si algún terminal es móvil, se lo denomina dentro de los servicios de esas características (Ruesca, 2016).

6.2.17. Topología de red

La topología o arquitectura de un circuito de comunicación de datos define la forma en que se interconectan los distintos lugares dentro de la red. Como se muestra en la Figura 5, las topologías

que más se usan son la de (a) punto a punto, (b) estrella, (c) bus o de varios ramales, (d) anillo y (e) malla (Tomasi, 2003).

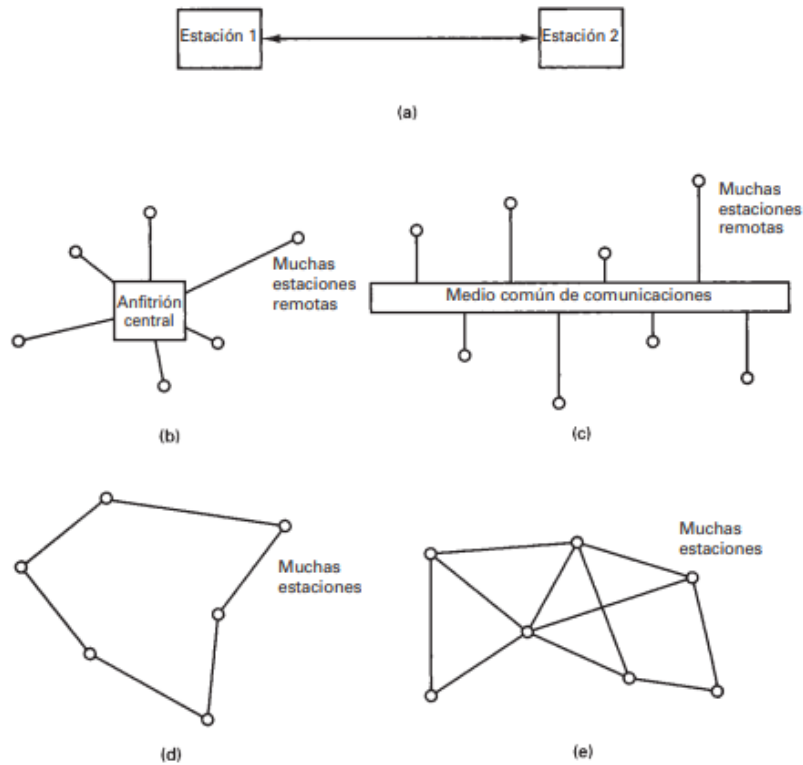


Figura 5 Topologías de red. Fuente: (Tomasi, 2003)

6.2.18. Zona de Fresnel

La zona de Fresnel es una serie de regiones elipsoidales, de diámetro polar extenso, concéntricas, de espacio entre y alrededor de una antena que transmite y un sistema de antena que recibe. Esta Zona debe quedar totalmente libre, con el fin de evitar una disminución en la fuerza de señal, y/o cancelación de la fase. Existe un número infinito de zonas (n), pero habitualmente se realizan los cálculos hasta la tercera zona, porque a partir de ella el efecto de cancelación se hace depreciable (Martínez, 2018). Como se muestra en la Figura 6, se tiene una distancia entre antenas, un radio cada vez mayor y cada una de las zonas, hasta la tercera.

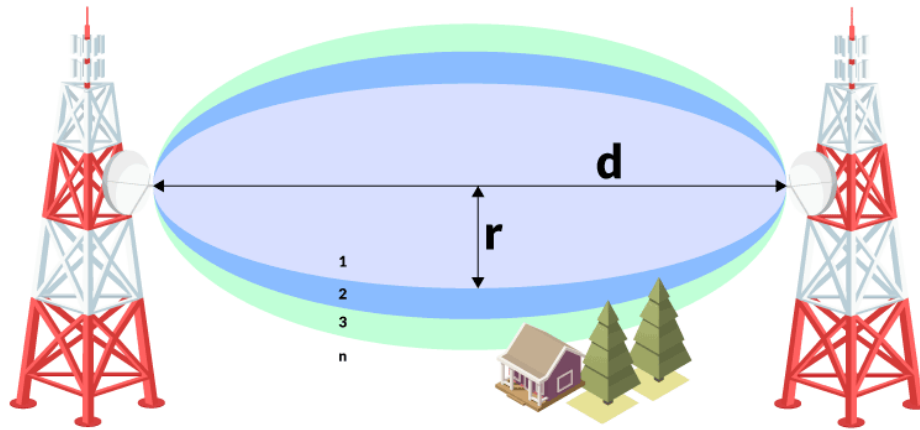


Figura 6 Zona de Fresnel. Fuente: (Martínez, 2018)

6.3. Marco Legal

En México existe el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), integrado el 10 septiembre de 2013 tras la Reforma constitucional al artículo sexto en materia de telecomunicaciones, este organismo es el encargado de la supervisión de uso y prestación de servicios asociados a la radiodifusión y las telecomunicaciones, administrando el espectro y garantizando la calidad de los servicios. Su misión consiste en desarrollar de forma eficiente las telecomunicaciones y la radiodifusión para el beneficio de los usuarios y audiencias del país, mediante la regulación, promoción y supervisión del uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, la infraestructura, las redes y la prestación de los servicios, E impulsar condiciones de competencia efectiva en los mercados y promover el acceso a las tecnologías y servicios de telecomunicaciones y radiodifusión (IFT, s.f.).

En cuanto al uso de las frecuencias libres en México que son reguladas por el IFT, existen documentos que presentan la regulación del uso de estas, a continuación, se presenta la normatividad existente.

6.3.1. Acuerdo SCT 130306

Acuerdo por el que se establece la política para servicios de banda ancha y otras aplicaciones en las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico 902 a 928 MHz; 2,400 a 2,483.5 MHz; 3,600 a 3.700 MHz; 5,150 a 5,250 MHz; 5,250 a 5,350 MHz; 5,470 a 5,725 MHz y 5,725 a 5,850 MHz. Este fue dado por la Secretaría de comunicaciones y Transportes (SCT) el 13 de Marzo de 2006. Este acuerdo resume la normatividad y establece a su vez como espectro de uso libre a nivel nacional, las siguientes bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para servicios de banda ancha y otras aplicaciones: 902 a 928 MHz 2,400 a 2,483.5 MHz 5,150 a 5,250 MHz 5,250 a 5,350 MHz 5,725 a 5,850 MHz. Sin embargo, esta regulación es ampliada como Norma 121 del 2009, especificado para las frecuencias de uso libre (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2006).

6.3.2. NOM-121-SCT1-2009

Esta norma Oficial Mexicana (NOM) tiene por objeto establecer las especificaciones mínimas y límites para los equipos de radiocomunicación en las bandas de frecuencias 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz, con el fin de prevenir interferencias perjudiciales a otros equipos de operación autorizada (Instituto Federal de Telecomunicaciones, 2010).

En la banda de frecuencias 2400 a 2483 MHz, en sistemas fijos punto a punto la Potencia Isotrópica Radiada Equivalente (PIRE) tiene un máximo de 2 Watt (33 dBm), y en sistemas punto a multipunto es de 1 Watt (30 dBm). En el caso de la banda de frecuencias 5725 al 5850 MHz el PIRE máximo es de 4 Watt (36 dBm) (Instituto Federal de Telecomunicaciones, 2010).

En cuanto a la potencia máxima de salida para las frecuencias tanto de 2400 a 2483 MHz de punto a punto, como las de 5725 al 5850 MHz es de 1 Watt (30 dBm). Para los radioenlaces de punto a

multipunto de 2440 a 2480 MHz es de 0,125 Watt (20. 97 dBm) (Instituto Federal de Telecomunicaciones, 2010).

6.3.3. Acuerdo del 27/11/2012

En este acuerdo se establecen las bandas de frecuencias de 5470 a 5600 MHz y 5650 a 5725 MHz, como bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico de uso libre, y las condiciones de operación a que deberán sujetarse los sistemas y dispositivos para su operación en estas bandas. Así pues, se establecen las mismas condiciones establecidas en la norma 121 SCT1 del 2009 (Instituto Federal de Telecomunicaciones, 2012).

6.3.4. Inventario de banda de frecuencias clasificadas como espectro libre del 2018.

En este documento se encuentra el listado de las frecuencias libres y el resumen técnico que deben cumplir para hacer uso de estas. Se mantiene lo establecido en la norma 121-SCT1-2009, en cuanto a las frecuencias de uso Libre. En las 2400 – 2483.5 MHz la ganancia direccional máxima de las antenas es 6 dBi de manera que se obtenga una PIRE máxima de 2 Watt en enlaces punto a punto. La regulación persiste desde el Acuerdo SCT 130306, del 13 de marzo del 2006 (Instituto Federal de Telecomunicaciones, 2018).

7. Metodología

La investigación se desarrolló en cuatro etapas, como se muestra en la Figura 7, enmarcadas en un enfoque metodológico cuantitativo no experimental de una investigación documental descriptiva. Partiendo de bases de datos bibliográficas, artículos y resultados de encuestas efectuadas, se hace el análisis de una situación social (Rodríguez Gómez & Valdeoriola Roquet).

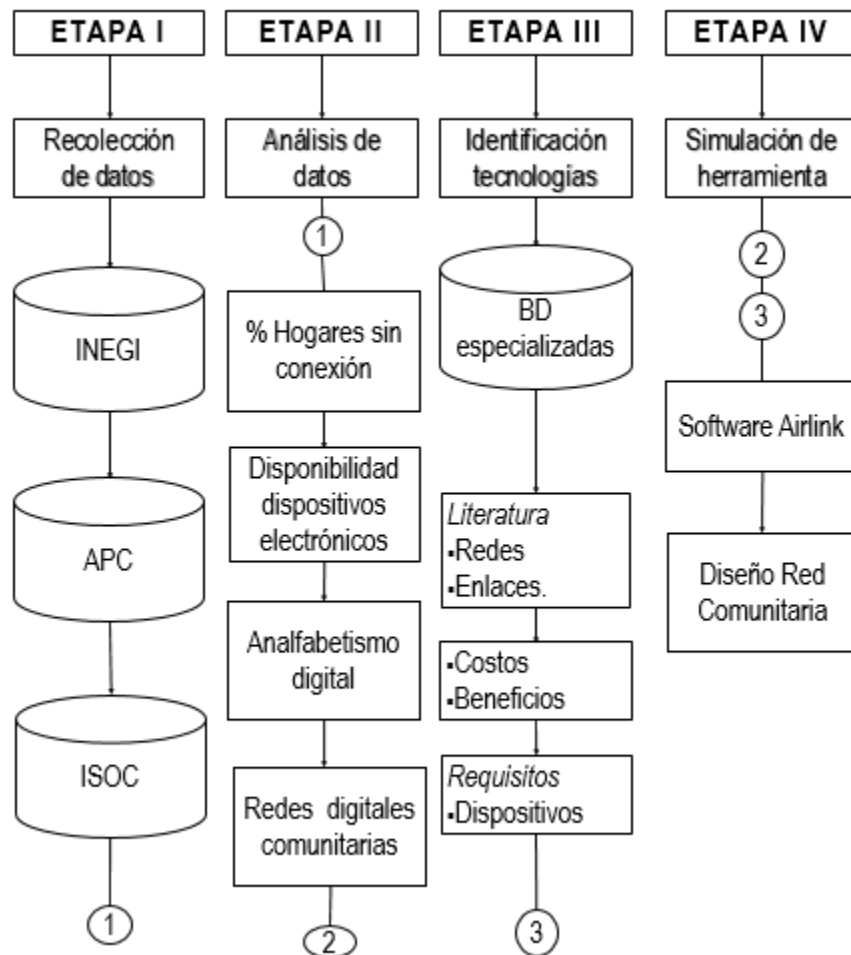


Figura 7 Etapas de Investigación. Fuente: Elaboración Propia.

La primera etapa comprendió una recolección de datos obtenidos en bases de datos oficiales como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH), y

documentos relacionados con las redes digitales comunitarias en la Asociación para el progreso de las comunicaciones (APC), Internet Society (ISOC), y documentos de las cumbres latinoamericanas de redes digitales comunitarias, y diferentes fuentes bibliográficas.

En una segunda etapa se realizó un análisis de los datos identificando los porcentajes de los hogares sin conexión, disponibilidad de dispositivos electrónicos y analfabetismo digital, con el fin de determinar una brecha digital. En redes digitales comunitarias, se analizó los casos de éxito tanto en otros países como en México, en cuanto cómo estas han sido una solución para disminuir la brecha digital.

La tercera etapa, consistió en identificar las tecnologías que se pueden implementar en la construcción de la red digital comunitaria teniendo en cuenta costos, beneficios, especificaciones de los dispositivos y funcionamiento. Partiendo de la segunda y tercera etapa tomando de forma aleatoria una población rural del Estado, se realiza la simulación con las tecnologías existentes proporcionadas en el software especializado en Enlaces PTP y PTMP, Airlink.

8. Ficha Técnica de Pasantía Internacional

Tabla 1 Ficha técnica de la pasantía Internacional. Fuente: Elaboración propia.

PASANTÍA INTERNACIONAL			
PASANTE	LUIS EDUARDO BAQUERO TAUTIVA		
CÓDIGO ESTUDIANTIL	161212105	Teléfono	3123609505
EMAIL	luisebaquero@ucundinamarca.edu.co		
UNIVERSIDAD	Universidad de Cundinamarca- Facultad de Ingeniería		
PROGRAMA	Pregrado-Ingeniería de Sistemas		
NACIONALIDAD	Colombiano	Ciudad	Fusagasugá
DATOS DE UNIVERSIDAD DESTINO			
PAÍS: México	ESTADO: Tamaulipas	CIUDAD: Tampico	
UNIVERSIDAD	Universidad Autónoma de Tamaulipas		
FACULTAD	Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller"		
PROGRAMA	Pregrado-Ingeniería de Sistemas Computacionales		
PERIODO DE PASANTÍA	Agosto de 2019 a Enero de 2020		
TEMÁTICA	Redes digitales comunitarias como una solución ante para poblaciones sin acceso a Internet de Tamaulipas, México.		
TUTOR NACIONAL DE LA PASANTÍA	Maestro Wilson Daniel Gordillo Ochoa Docente Pregrado Facultad de ingeniería Universidad de Cundinamarca Email: wdgordillo@ucundinamarca.edu.co Teléfono: +57 317 531 51 43		
TUTOR INTERNACIONAL DE LA PASANTÍA	Doctor Salvador Wilfrido Nava Díaz Docente Pregrado-Maestría Facultad de ingeniería "Arturo Narro Siller" Universidad Autónoma de Tamaulipas Email: snava@docentes.uat.edu.mx Teléfono: +52 833 267 92 22		

9. Ubicación Geográfica de la Pasantía Internacional

Esta pasantía internacional se realizó en la facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” ubicada en el centro universitario de la Universidad Autónoma de Tamaulipas en la sede Tampico-Madero.



Figura 8 Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller". Fuente: Elaboración Propia.

Esta Sede se encuentra en entre los municipios de Tampico y Madero, en el Estado de Tamaulipas, el cual está ubicado al Noreste de México, sus principales fuentes económicas son la agricultura, ganadería, pesca, industrias petroquímicas y turismo, tiene una población de aproximadamente 3`441.698 habitantes, donde el 12 % viven en zonas rurales según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2015).



Figura 9 Ubicación de Tampico. Fuente: Elaboración propia con imágenes de (Google Maps, 2019) & (Gobierno Tam, 2019)

Tamaulipas es atravesado por el Trópico de Cáncer, y limita hacia el norte con el estado de Texas (Estados Unidos), en el sur con los estados mexicanos de Veracruz y San Luis Potosí, al oeste con el estado de Nuevo, y con el golfo de México al este.

9.1. Universidad Autónoma de Tamaulipas.

La Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT) tiene presencia en 14 de los 43 municipios del estado, ofrece programas educativos de licenciatura, posgrado, técnicos superior, bachillerato y cursos de educación continua. Tiene 11 programas de Técnico Superior Universitario y 96 programas de Licenciatura, 3 Programas Educativos de Licenciatura en modalidad a distancia, y 89 postgrados.

9.1.1. Misión

Ser una universidad pública Estatal que imparte educación para formar técnicos, artistas y profesionales útiles a la sociedad; organizar y realizar investigación científica para solucionar los

problemas del entorno; preservar y difundir la cultura, las ciencias y las manifestaciones artísticas y orientar íntegramente las funciones universitarias para forjar una sociedad con conciencia humanista, esfuerzo solidario, sentido de pertenencia e identidad nacional (UAT, s.f.).

9.1.2. Visión

Ser una universidad incluyente, equitativa y socialmente responsable, protagonista con el desarrollo socioeconómico y ambiental del estado, dirigida hacia la internacionalización, comprometida con sus trabajadores y el futuro profesional de sus estudiantes en condiciones de igualdad, que genere y transfiera conocimiento innovador, la cultura, técnicas y tecnologías útiles a la sociedad bajo un enfoque de sustentabilidad (UAT).

10. Desarrollo de la Pasantía Internacional.

10.1. Análisis de la Brecha digital

En la construcción del análisis del fenómeno de Brecha Digital para el Estado de Tamaulipas, se realizó una revisión de literatura en bases de datos científicas en Internet como Google Académico, Dialnet, y Science Direct, bases gubernamentales públicas como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), y Páginas oficiales de los diferentes colectivos como Internet Society, Rhizomática, Redes A.C y TIC, acerca de brecha digital y Redes digitales comunitarias.

En el Reporte Global de Internet: Consolidación en la economía de Internet del 2019, tres mil millones de personas están desconectadas, un poco menos de la mitad de la población mundial (Internet Society, 2019), evidenciando con ello una brecha digital significativa entre los países desarrollados y en desarrollo, las zonas urbanas y rurales, ricos y pobres, personas alfabetizadas y analfabetas.

El acceso a Internet y a los medios digitales asociados es un factor que facilita el concretizar los derechos humanos. Por ello, es importante la eliminación de impedimentos técnicos y económicos para el acceso a Internet y su accesibilidad para personas de diferentes contextos, habilidades y competencias (UNESCO, 2017).

Los datos que se presentan a continuación son tomados de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares Mexicanos del 2018, de la cual se toman los resultados por entidades federativas de los hogares que disponen de conexión a Internet, de una computadora y los usuarios de teléfono celular. Los datos de esta encuesta se encuentran como documentos adjuntos, y también en la página oficial del INEGI (en el enlace <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2018/>).

Al hacer un análisis detallado en México según ENDUTH, para el 2018 el solo 74.3 millones de personas de seis años o más eran usuarios de Internet representando el 65.8% de la población en ese rango de edad ((INEGI), Instituto Nacional de Estadística y Geografía; (SCT), Secretaría de Comunicaciones y Transporte; (IFT), Instituto Federal de Telecomunicaciones, 2019).

Con una estimación 34699617 hogares mexicanos, teniendo en cuenta un coeficiente de variación de 0,30% en un intervalo de confianza al 90%, solo el 52,9% de los hogares estimados disponían de conexión a Internet, un poco más de la mitad.

Para el estado de Tamaulipas la situación no difiere puesto que el 43,7% de los hogares Tamaulipecos, no disponen del servicio de Internet, reflejado en un 33,6% en la zona urbana y el 10,1% en la ruralidad, partiendo de una estimación de 1.090.490 hogares en el estado de Tamaulipas teniendo en cuenta un coeficiente de variación de 0,79% en un intervalo de confianza al 90%. En cuanto a la disposición de una computadora solo el 44,6% de los hogares en Tamaulipas cuentan con esta, sin embargo, el porcentaje es más bajo frente a los usuarios de teléfono celular, solo el 21,1% no hacen uso de estos dispositivos electrónicos (INEGI, 2018). Tal como se muestra en la Figura 10.

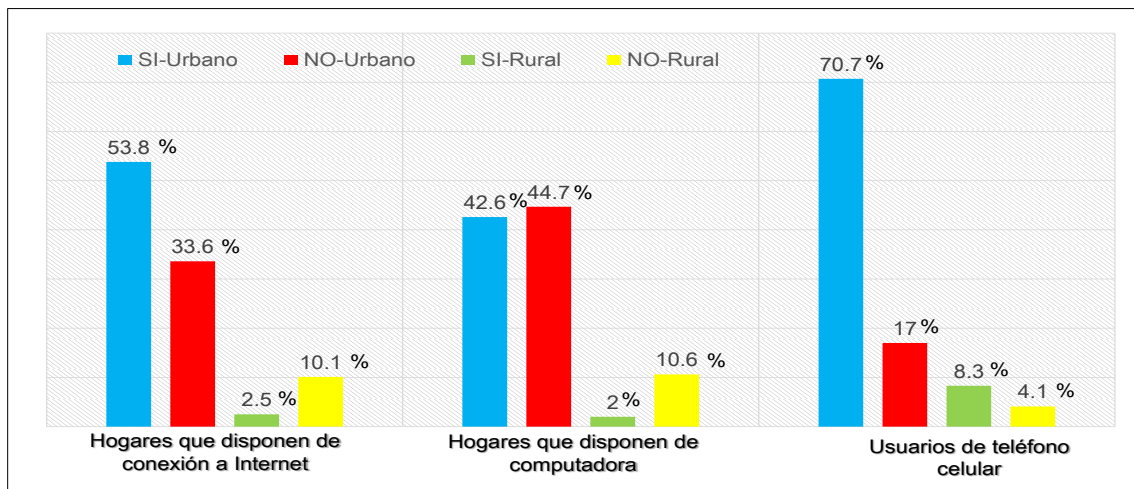


Figura 10 Grafico de usuarios y equipamiento de las TIC's. Fuente: elaboración propia con datos de (INEGI, 2018)

Al hacer un análisis económico, el salario mínimo para el año 2019 es de 102 pesos mexicanos diarios, aproximadamente cinco dólares, devengando una mensualidad de 3080 pesos (González & Martínez, 2018), los cuales deben distribuir entre las necesidades básicas como Alquiler de vivienda, Mercado, Transporte, servicios básicos (Agua, Luz), y Estudio (Hernández Rivera & Vargas Hernández, 2018). Aunque el aumento salarial ha sido del 16,2%, un porcentaje mayor al de Colombia, los hogares mexicanos que solo cuentan con un salario mínimo para subsistir no pueden adquirir un servicio de Internet por motivos económicos. En el mercado, Izzi, proveedor de servicio de Internet (ISP), un plan económico de Banda Ancha tiene un costo de 420 pesos siendo el 13 % de los ingresos mensuales. En cuanto a telefonía Móvil, el costo es de 200 pesos, con navegación ilimitada, pero la cobertura en zonas apartadas es muy baja.

10.2. Redes Digitales Comunitarias.

A nivel mundial existen asociaciones como Alter Mundi, Asociación para el progreso de las comunicaciones APC e Internet Society, dedicadas a buscar soluciones de conectividad para comunidades urbanas, rurales e indígenas de escasos recursos liderando proyectos en África y América Latina y el Caribe. Empresas como Microsoft, adelantan proyectos con el uso de nuevas tecnologías como lo son TV White Space, en pro de llevar Internet a escuelas apartadas geográficamente y para granjas agrícolas (Isaías, 2019).

Las redes comunitarias son una red instalada y explotada por un grupo de personas para satisfacer necesidades de comunicación, siendo por ende propiedad y gestión colectiva sin ánimo de lucro y con fines sociales bajo los principios de participación democrática de sus miembros y equidad (Internet Society, 2019). “El uso y la comprensión de las tecnologías promueven un acceso inclusivo y consciente a los recursos digitales facilitando la formación, el aprendizaje, la

compartición de saberes, la creación de medios de comunicación locales, la participación ciudadana y la economía social y regional” (Alter Mundi y Libre Router, 2018).

Hablar de Redes Comunitarias Libres y Abiertas (RCLA), para muchos tal vez es un tema nuevo, pero existen movimientos, grupos, universidades y personas en general, que han puesto en marcha proyectos en beneficio de las comunidades de escasos recursos, enfocándose en poblaciones vulnerables urbanas, rurales e indígenas sin acceso a Internet.

Gestar una RCLA implica la vinculación de áreas tanto humanas como técnicas, buscando no solo conectar a Internet una población, sino que en ella se creen lazos de unidad, compromiso y responsabilidad, que conllevan un campo de aprendizaje humano y técnico.

A nivel Latinoamérica en Argentina, se comenzó a hablar de Redes libres comunitarias desde el año 2000 iniciando con redes como Buenos Aires Libre y Lugro Mesh, a través de los años se han desarrollado más proyectos de RCLA como el de Quintana Libre, entre otros. En beneficio de las comunidades rurales y urbanas (Díaz Hernández, 2018)

En Colombia, esta Red Fusa Libre, semillero de investigación de la Universidad de Cundinamarca, que con el apoyo de esta desarrollan proyectos que benefician a las comunidades rurales y escuelas de la región, con proyectos ejecutados en la vereda Bosachoque y en San Pablo. También existen antecedentes de muchas más redes como Bogotá-Mesh, Espinal Libre y Medellín Libre. En cuanto a regulaciones y proyectos gubernamentales, el estado brinda herramientas con el fin de llevar Internet a escuelas apartadas, y con programas como WI-FI gratis para la gente en centros de gran afluencia de personas como estaciones de Transmilenio, parques centrales de municipios y escuelas. En cuanto a organizaciones esta Colnodo, asociación sin ánimo de lucro, que busca facilitar el intercambio de información en pro del desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida

de los colombianos para transformar la cultura del manejo de la información, la comunicación con el mundo y generar nuevas herramientas y espacios para todas las personas (Colnodo).

En México el primer proyecto de redes comunitarias con éxito fue Telecomunicaciones Indígenas Comunitarias (TIC) en el 2014, obteniendo la concesión experimental de dos años para utilizar las frecuencias para su libre desarrollo en el Estado de Oaxaca. Este proyecto surgió por la experiencia vivida por Peter Blomm (uno de los Fundadores) en telefonía celular comunitaria en Nigeria con el fin de difundir material multimedia de los abusos a los derechos humanos y ambientales, ya que no podían hacer uso de las redes existentes.

Sin embargo, este proceso en México comenzó a finales del 2011 en el encuentro de comunicadores indígenas en Villa Talea de Castro, tiempo desde el cual gestionaron el permiso del gobierno federal bajo el amparo del derecho de los pueblos a construir y tener sus propias redes de telefonía, hasta que dicho permiso fue dado en el 2014. Este gran proyecto exitoso ha sido base para la creación de nuevas redes comunitarias, talleres de formación en telefonía, radio y Telecomunicaciones.

Otro Proyecto en México es la red comunitaria “Cruces de Cacahuatpec” en el estado de Guerrero, esta comunidad luego de ser azotado en el 2013 por el huracán Manuel, su población debió recuperarse, y uno de los aspectos fue la conectividad, la comunidad con apoyo de Internet Society, crearon redes comunitarias que les permitieran conectarse, beneficiando a estudiantes para sus tareas, facilitando la comunicación y fortaleciendo la economía (Internet Society, 2015).

Existen Grupos y asociaciones que trabajan en pro de las Redes comunitarias en México, a continuación, se presentan algunas de ellas.

Redes por la diversidad, Equidad y Sustentabilidad A.C (Redes A.C): Asociación que trabaja en pro de generar condiciones que permitan a los pueblos indígenas contar con medios de comunicación propios y no propios sin ninguna discriminación. Tiene tres programas en los cuales centralizan su actividad, derechos, formación, y redes comunitarias (Redes A.C, 2019).

Rhizomática: es una asociación que, mediante esfuerzos de todo el mundo, utilizan tecnologías de la información y comunicación para facilitar el bienestar, la organización comunitaria, propiciando la participación directa de la comunidad (Rhizomatica, 2019).

Actualmente a nivel mundial muchas organizaciones tienen proyectos en pro de disminuir la brecha digital con el uso de redes digitales comunitarias. A continuación, se presentan algunos proyectos.

África

- Suráfrica:

Aunque no es un proyecto específico, existe un apoyo entre Zenzeleni que es un proveedor de servicios de internet inalámbrico de propiedad comunitaria con sede en la zona rural de Sudáfrica, e Internet Society, con el fin de reunir esfuerzos para conectar a la comunidad en Cabo Oriental (Internet Society).

- Zimbabwe

Murambinda Works

Desde el 2002 en el distrito de Buhera al este del país, nace Murambinda Works como un cybercafe en el cual desde sus inicios se imparte formación en informática a docentes de los casi 218 centros de enseñanza primaria y secundaria, y se ofrecía conectividad para la comunidad. Los centros de formación presentan desafíos en cuanto al deficiente suministro

eléctrico, escasos de ordenadores y falta de conectividad. Es por ello que la misma comunidad en apoyo con Internet Society, TelOne, y representantes de diferentes sectores, decidieron crear la Red comunitaria Murambinda Work, beneficiando centros de salud, de formación y oficinas de autoridad municipal como primeros beneficiados, para luego distribuir la conexión a la comunidad en general. Este Proyecto de red comunitaria dio sus primeros pasos de gestión en el año 2018 (Froncek, 2018).

Asia

- **Pakistán**

Cerca de la ciudad de Multan, existe una población rural sin acceso a Internet, es por ello que en apoyo entre la comunidad, Internet Society y COMSATS Internet Services, se realiza el despliegue de la red comunitaria inalámbrica que beneficiara a la población, permitiéndoles el acceder a los beneficios de Internet, brindando oportunidades para el desarrollo social y la inclusión (Internet Society).

- **Nepal**

Nepal Wireless: es una iniciativa sin fines de lucro con el fin de proveedor de servicio de internet a zonas rurales remotas de Nepal. Comenzó en 2002 llevando servicios de comunicación a las aldeas del distrito de Myagdi, con miras a encontrar formas de cerrar la brecha digital entre las zonas urbanas y rurales de Nepal (Internet Society).

América

- **Argentina (Red comunitaria de El Cuy)**

En la Patagonia Argentina, caracterizada por grandes extensiones de territorio inhabitado, se encuentra la comunidad de El Cuy, ubicada en el centro de la provincia de Rio negro,

cuenta con aproximadamente 400 habitantes los cuales les ha tocado adaptarse a las dificultades para tener acceso a servicios y tecnologías de la información y comunicación. Es así como en apoyo entre Internet Society, la cámara argentina de Internet, el Ente nacional de Comunicaciones y la comunidad, crearon la Red Comunitaria de El Cuy a comienzos del 2019; la conectividad les ofrece impactos positivos en materia de salud, educación y acceso a la información (Rosas, 2019).

- **Colombia**

- RedCoManí: por la falta de cobertura de telefonía celular y acceso al servicio de Internet en la escuela rural y fincas de la zona, se gestó la red digital comunitaria RedcoManí, la cual es producto del trabajo entre Colnodo y la comunidad rural del municipio, su inicio se dio a finales del 2018 con el análisis, planeación y despliegue de la infraestructura de la red comunitaria, logrando que la población accediera a contenidos locales e internet (Chamorro, RedCoManí).
- Red INC: este proyecto consistió en el diseño, construcción y operación de una red comunitaria de telecomunicaciones, explorando distintas tecnologías para servicios de telefonía rural, servicios locales y acceso a internet a las comunidades de los corregimientos El Porvenir y El Ceral del municipio de Buenos Aires, Cauca. Al igual que RedcoManí, esta red es producto del apoyo entre Colnodo, comunidad y diferentes organizaciones y personas, desde el año 2017 (Chamorro, Red INC).

Aunque se han desarrollado proyectos y existen asociaciones en México que trabajan a favor de las Redes digitales comunitarias, en el estado de Tamaulipas no hay registro de algún desarrollo o planeación de proyectos en este territorio. Es por ello que, ante el fenómeno de la Brecha digital

existente en este estado, se presenta como una solución viable la construcción de Redes Digitales Comunitarias, con el fin de acercar las tecnologías de la información y comunicación a las poblaciones que no las tienen.

10.3. Simulación de enlace PTP para una Población Rural

Para la simulación de una Red Digital comunitaria como una solución ante el fenómeno de la Brecha Digital en el estado de Tamaulipas, se seleccionó un grupo rural perteneciente al municipio de Altamira, haciendo un enlace punto a punto desde la gobernación municipal hasta la zona rural, desde este punto se distribuirá la conexión a Internet creando puntos de acceso inalámbrico, proporcionando conectividad a la población.

Por motivos de seguridad no se logró hacer un reconocimiento del lugar ni de la población que allí habita. Los datos que se presentaran a continuación pertenecer a una búsqueda exhaustiva de información web acerca del territorio rural. En cuanto costos, estos datos se presentan en pesos mexicanos, ya que existe siempre una variación en la conversión a pesos colombianos debido al precio del dólar. En relación un peso mexicano varía entre 170 y 185 pesos colombianos, dependiendo de movimiento del dólar.

10.3.1. Descripción de los puntos.

Altamira

Altamira es una ciudad fundada el 2 de mayo de 1749, perteneciente al Estado de Tamaulipas, ubicada al sureste del mismo, cuenta con una extensión territorial de 1666.53 Kilómetros cuadrados, con un altura sobre el nivel del mar de 26 metros. Está conformada por 148 localidades,

comprendidas entre cabecera municipal, colonias y Ejidos. Su clima predominante es el cálido húmedo, con una temperatura media anual de 16 grados centígrados. Su economía está basada en la Industria, cuenta con puerto marítimo, que le permite el crecimiento económico (Gobierno del Estado Tamaulipas, 2019).



Figura 11 Ubicación de Altamira e imagen del municipio. Fuente: (Gobierno del Estado Tamaulipas, 2019)

Ejido El Sacrificio.

Esta zona Rural está ubicada en el municipio de Altamira, se encuentra a 20.2 kilómetros de la zona urbana, con una altura sobre el nivel del mar de 60 metros, cuenta con 145 habitantes aproximadamente, en los cuales se encuentran familias indígenas. (Pueblos America, 2019).

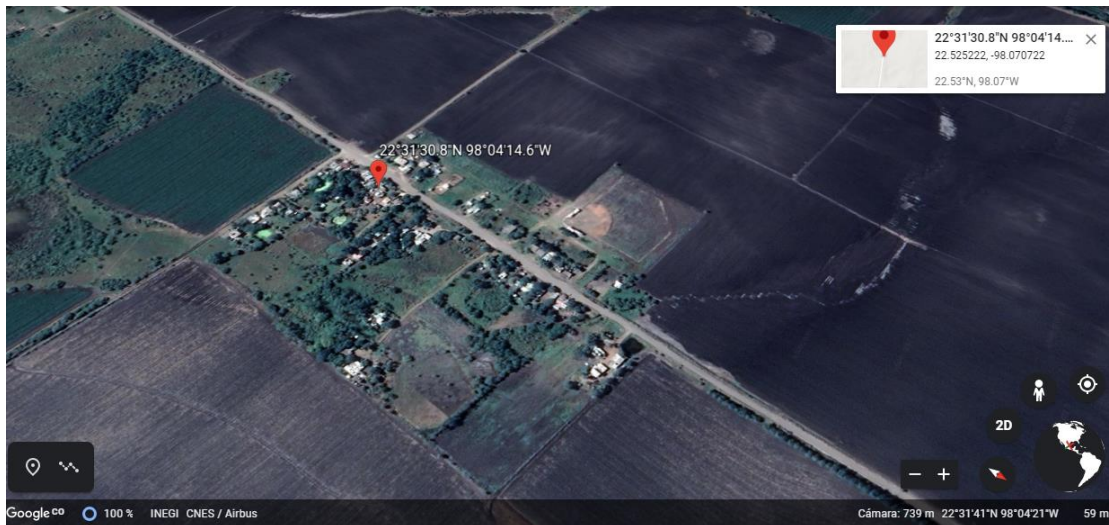


Figura 12 Imagen satelital del Ejido El Sacrificio. Fuente: (Google Earth, 2019)

10.3.2. Topología física de la Red

En la construcción de una red digital comunitaria, analizar la distribución de la red es vital, ya que se puede minimizar costos y garantizar el acceso a los beneficiarios. Se propone una topología tipo estrella, ya que los equipos de los usuarios como teléfonos, portátiles, computadores de escritorio, o dispositivos con conexión inalámbrica puedan conectarse a un mismo punto.

Se utiliza este tipo de topología porque permite agregar nuevos equipos, se puede hacer un control adecuado de la red, como en seguridad, restricciones, anchos de banda, entre otros. Si existe algún fallo en el servicio, se puede localizar el problema más rápido y por ende restablecerlo en un corto tiempo.

Como se ve en la Figura 13, se parte de un punto de acceso emisor, ubicado en la gobernación municipal de Altamira, allí estará ubicada una antena direccional de largo alcance. En el Ejido el Sacrificio estará otra antena receptora direccional en modo estación, desde este punto se distribuirá a los diferentes hogares de la comunidad utilizando router Wi-fi, repetidores, y/o amplificadores de señal.

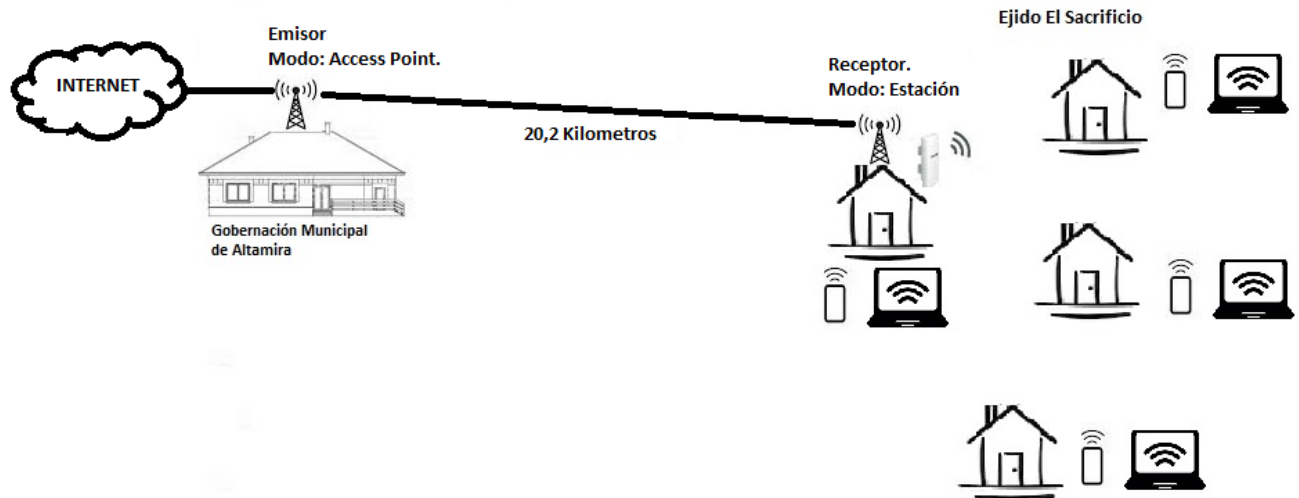


Figura 13 Topología física de red. Fuente: Elaboración Propia.

10.3.2.1. Punto de Acceso

Se eligió como punto de acceso la Gobernación Municipal de Altamira, porque es un punto central desde el cual el mismo estado puede proveer Internet a las zonas que no cuentan con conexión.



Figura 14 Gobernación municipal de Altamira. Fuente: (Figuroa, 2016).

10.3.2.2. Estación.

Como estación se eligió el Ejido de El sacrificio, localidad rural del municipio.



Figura 15 Ejido El Sacrificio. Fuente: (Google Maps, 2019)

10.3.3. Coordenadas geográficas

Tabla 2 Coordenadas Geográficas de los puntos. Fuente: Elaboración Propia.

Información Geográfica		
Antenas	A	B
Modo	Punto de Acceso	Estación
Estado/Municipio	Tamaulipas / Altamira	Tamaulipas/ Altamira
Lugar	Gobernación Municipal	Ejido El Sacrificio
Altura (msnm)	26 msnm	60 msnm
Coordenadas	22°23'29.6"N 97°56'12.6"W	22°31'30.8"N 98°04'14.6"W

10.3.4. Simulación con Herramienta Airlink

Para determinar la factibilidad de un enlace entre los dos puntos especificados, se hace una simulación en el software web de libre acceso Airlink (<https://link.ui.com/#>), herramienta que pertenece a la empresa Ubiquiti, compañía estadounidense que fabrica productos de comunicación de datos inalámbrico. Este software permite la simulación de enlaces PTMP (Multipunto) y PTP (punto a punto).

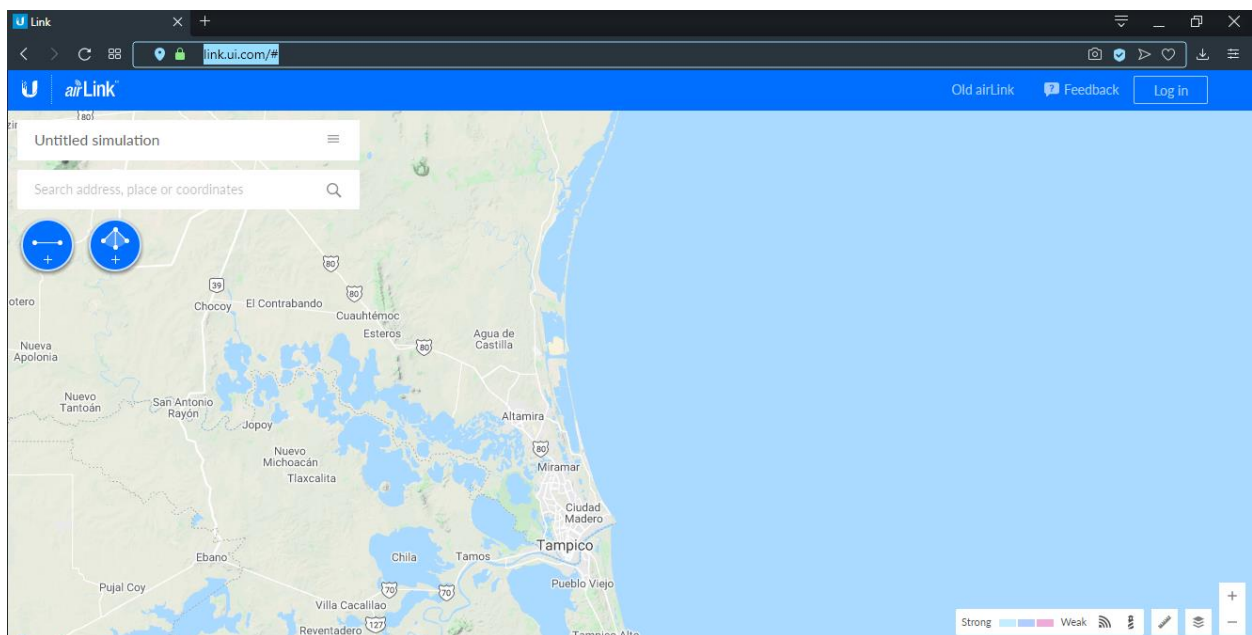


Figura 16 Vista General de Airlink. Fuente: Elaboración Propia de la pagina (Ubiquiti, 2019)

Indicando las coordenadas de los dos puntos del enlace, Airlink presenta de forma geográfica la ubicación de los puntos como lo muestra en la Figura 17.

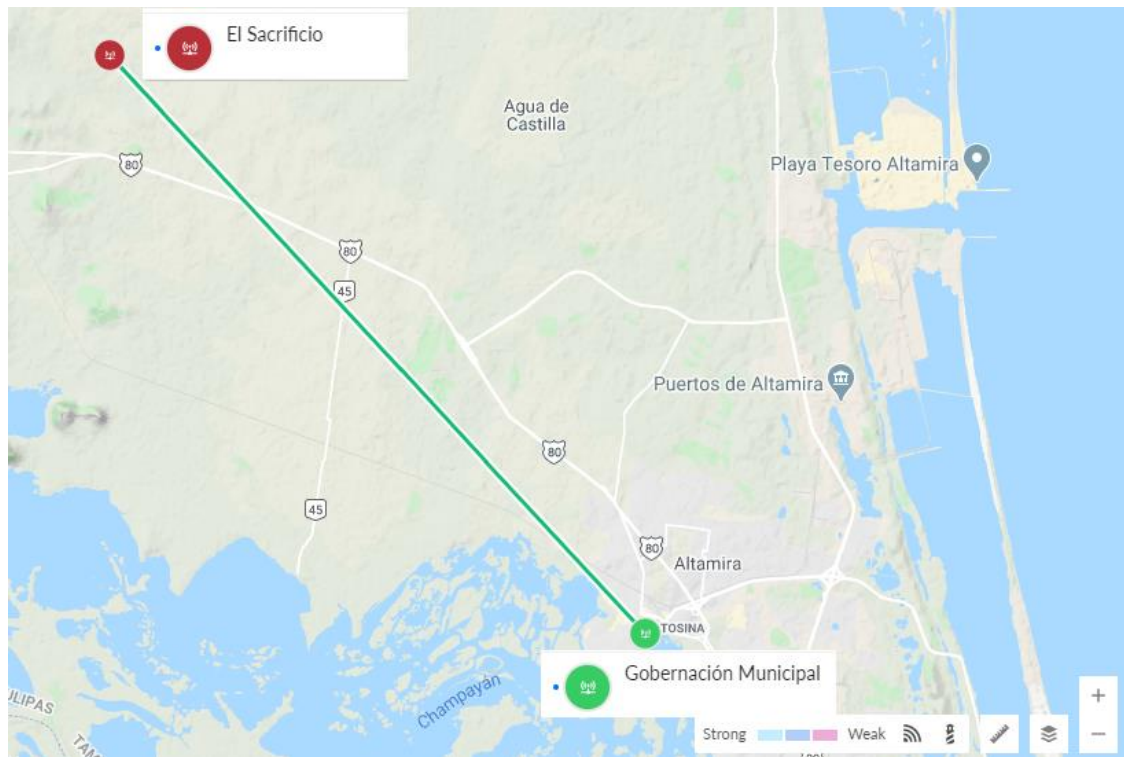


Figura 17 Ubicación de los puntos. Fuente: (Ubiquiti, 2019)

Esta simulación permite observar los obstáculos de elevación de tierra que se encuentran en los puntos trazados, especificar el tipo de antena pertinente, frecuencia, ganancia de la antena, ancho del canal y altura ideal o mínima que debe tener la misma.

En la Figura 18, se visibiliza la cobertura del punto emisor en la Gobernación Municipal de Altamira. En una escala de colores, Azul claro corresponde a los puntos donde la cobertura es fuerte, Azul nivel medio y lila el más débil.

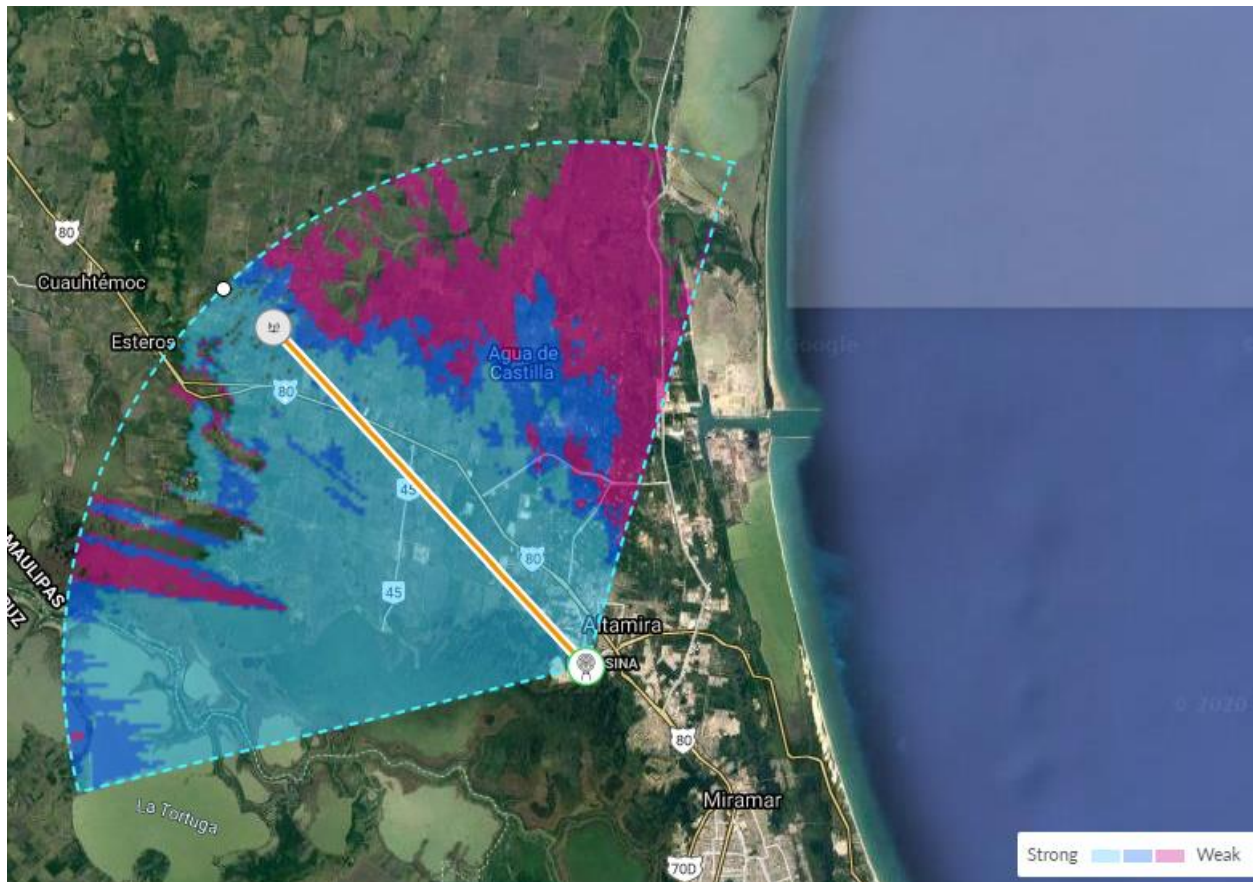


Figura 18 Visibilidad de Cobertura. Fuente: Elaboración propia con datos de (Ubiquiti, 2019)

Analizando la visibilidad de cobertura, evidenciamos que el punto receptor, tiene un nivel fuerte, lo que garantiza una conectividad segura.

10.3.5. Especificaciones y requisitos Técnicos

10.3.5.1. Línea Directa de Visión.

Las antenas deben tener línea directa de visión entre sí, no tener ningún obstáculo existente que pueda obstruir el paso de la señal, si dado el caso no existe línea de vista entre los dos puntos, es necesario triangular con una tercera antena, que permita la conexión entre los dos puntos iniciales. En este caso existe línea de vista entre los dos puntos, como se evidencia en la Figura 19.

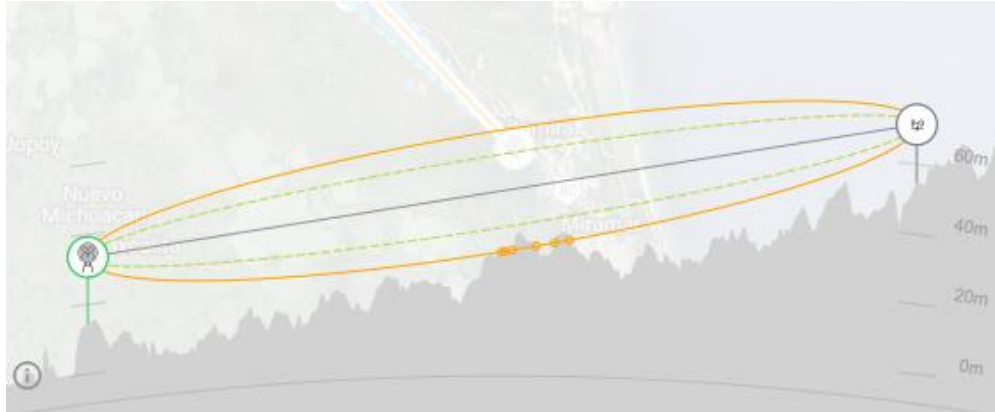


Figura 19 Línea de Vista entre antenas. Fuente: Elaboración propia con datos de (Ubiquiti, 2019)

10.3.5.2. Zona de Fresnel

Uno de los requisitos de conexión entre antenas es garantizar que la Fresnel quede totalmente libre, ya que esto permite una conexión exitosa y estable entre las antenas, ya que no abra interferencia por objetos entre las mismas. Es por ello que se hace necesario que el punto emisor cuente con una altura de 24,5 metros desde el suelo y para el punto receptor una altura 21,5 metros.

En la Figura 17, se evidencia que algunas elevaciones de tierra son obstáculos y la zona de Fresnel no está totalmente libre, la solución es elevar las antenas con el fin de que esta Zona quede totalmente libre, como se evidencia en la Figura 20.

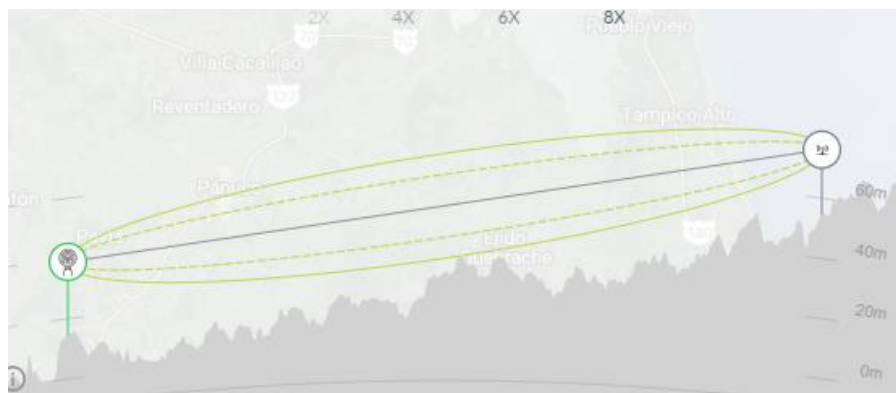


Figura 20 Zona de Fresnel. Elaboración propia con datos de (Ubiquiti, 2019)

Las antena escogida para esta simulación son las LiteBeam 5AC segunda generación de la marca Ubiquiti, puesto suple las necesidades y son de bajo precio, en relación costo beneficio. Sin embargo, se puede hacer uso de las antenas LiteBeam M5, que son más económicas, pero el simulador ya no cuenta con este tipo de antena para los enlaces, por ende, se hace uso de la siguiente generación.

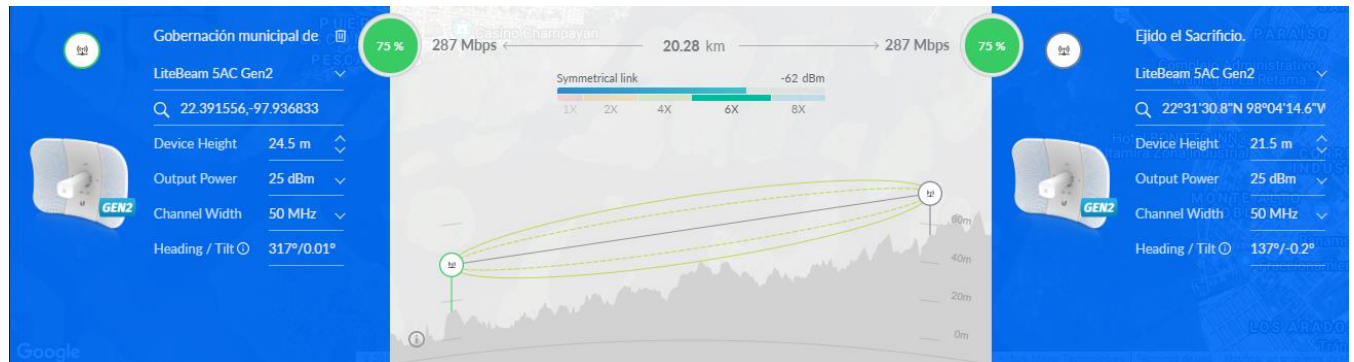


Figura 21 Simulación completa. Fuente: elaboración propia con datos de (Ubiquiti, 2019)

10.3.5.3. Potencia de Salida

Para esta simulación la potencia de salida para las dos antenas es el mismo, 25 dBm, que corresponde al valor máximo alcanzado por las antenas, sin embargo, este se puede disminuir.

10.3.5.4. Ancho de Canal

Este tipo de antenas cuentan con tecnología Air Max, lo que garantiza la disminución de la latencia en la red. Se seleccionó como ancho de canal máximo de 50 MHz, con el fin de que la velocidad sea mayor.

10.3.5.5. Frecuencia

En México como en otros países, las frecuencias 2.4 y 5 GHz son de uso libre, la primera es usada para redes Wi-fi y la segunda usada generalmente para radioenlaces. Es por ello que para la construcción del enlace punto a punto se usa la frecuencia de 5 GHz.

10.3.5.6. Orientación.

La antena punto de acceso se debe ubicar con una orientación de 317° y la antena en modo estación estará a 137° .

10.3.5.7. Inclinación.

La antena emisora tendrá una inclinación de $0,01^\circ$ y la antena receptora de $-0,2^\circ$.

10.3.5.8. Fuerza de señal.

En la conexión de los dos puntos, el nivel de señal esperado es de -62 dBm, lo que indica que la señal es buena y estable para la conexión.

10.3.5.9. Velocidad

La velocidad máxima para este enlace es de 287 Mbps. Es de aclarar que este puede ser mayor puesto que el Throughput máximo es de 450+Mbps, aumentando el ancho de canal, sin embargo, la señal podría ser menor e inestable, presentando inconvenientes en la conexión, por ende, con un ancho de canal de 50 MHz el valor máximo de velocidad es de 287Mbps, en cuanto al enlace PTP.

10.3.5.10. Red LAN

Partiendo del radioenlace, la conectividad llegaría a un punto de la comunidad, sin embargo, es necesario la distribución de la red en la población. Para ello se emplearán routers caseros, repetidores y antenas. Permitiendo conexión inalámbrica (Wi-fi) a los hogares.


10.3.6. Dispositivos

A continuación, se presentan algunos de los dispositivos que se pueden utilizar, partiendo del principio costo beneficio.

10.3.6.1. Antenas para Radio enlace.

LiteBeam 5ac segunda generación


Tabla 3 Especificaciones técnicas Antena LBE 5AC segunda generación. Fuente: Elaboración propia con datos de (Ubiquiti, s.f.)

LBE 5AC segunda generación.	
	
Dimensiones	358 x 271,95 x 272,50 mm
Peso <ul style="list-style-type: none">• Con montaje• Sin montaje	1,08 Kg 1,35 Kg
Interfaz de red	1 puerto Ethernet
Tecnología	Air Max
Ganancia de la antena	23 dBi
Potencia Máxima de salida	25 dBm
Consumo máximo de energía	7 W
Fuente de alimentación	24 V
Temperatura de funcionamiento	De -40 a 70 grados centígrados
Resistencia al viento	200 km/h
Certificaciones	CE, FCC, IC
Frecuencia	5150-5875 MHz

Throughput	450 + Mbps
Costo	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado libre México: tiene un costo aproximado de 1999 pesos mexicanos, 349825 pesos colombianos). • Syscom: Empresa que provee tecnología para enlaces, tiene un costo de 1850 pesos mexicanos, 323750 pesos colombianos. https://www.syscom.mx. • Inttelec: Empresa que provee tecnología para enlaces, tiene un costo de 1870 pesos mexicanos, 327250 pesos colombianos. https://www.inttelec.com.

LiteBeam 5ac LR

Tabla 4 Especificaciones técnicas antena LBE 5AC LR. Fuente: Elaboración propia con datos de (Ubiquiti, s.f.)

LBE 5AC LR	
	
Dimensiones	512,5 x 385,75 x 258,3 mm
Peso	<ul style="list-style-type: none"> • Con montaje • Sin montaje
Interfaz de red	1 puerto Ethernet
Tecnología	Air Max

Ganancia de la antena	26 dBi
Potencia Máxima de salida	25 dBm
Consumo máximo de energía	7 W
Fuente de alimentación	24 V
Temperatura de funcionamiento	De -40 a 70 grados centígrados
Resistencia al viento	200 km/h
Certificaciones	CE, FCC, IC
Frecuencia	5150-5875 MHz
Throughput	450 + Mbps
Costo	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado libre México: tiene un costo aproximado de 163,28 dólares. (3999 pesos mexicanos, 663973 pesos colombianos).

LiteBeam M5

Tabla 5 Especificaciones técnicas LBE M5. Fuente: Elaboración propia con datos de (Ubiquiti, s.f.)

LBE M5	
	
Dimensiones	347 x 260 x 208 mm
Peso	0,7 Kg


Interfaz de red	1 puerto Ethernet
Ganancia de la antena	23 dBi
Potencia Máxima de salida	25 dBm
Consumo máximo de energía	4 W
Fuente de alimentación	24 V
Resistencia al viento	200 km/h
Certificaciones	CE, FCC, IC
Frecuencia	5150-5875 MHz
Throughput	100 + Mbps
Alcance máximo	30 Kilómetros (WNI Mexico, s.f.)
Costo	<ul style="list-style-type: none"> • Wni México: Tiene un costo de 49 dólares (). • Mercado libre México: tiene un costo aproximado de 1430 pesos mexicanos, 250250 pesos colombianos). • Syscom: Empresa que provee tecnología para enlaces, tiene un costo de 1400 pesos mexicanos, 245000 pesos colombianos. https://www.syscom.mx. • Inttelec: Empresa que provee tecnología para enlaces, tiene un costo de 1390 pesos mexicanos,

	<p>243250 pesos colombianos.</p> <p>https://www.inttelec.com.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amazon México: 1390 pesos mexicanos.
--	---

10.3.6.2. Equipos para distribución de la red.

Nano Station Loco M2

Tabla 6 Especificaciones técnicas antena NanoStation Loco M2. Fuente: Elaboración propia con datos de (Ubiquiti, s.f.)

Ubiquiti NanoStation Loco M2	
	
Dimensiones	163 x 31 x 80 mm
Peso	0,18 Kg
Velocidad de Transmisión	Hasta de 150Mbps
Estándar	802.11b/g/n
Ganancia de la antena	8 dBi
Potencia Máxima de salida	23 dBm
Encriptación	WEP, WPA, WPA2

Fuente de alimentación	24 V
Sistema operativo	AirOS
Certificaciones	CE, FCC
Frecuencia	2400 - 2486 MHz
DHCP	Si
Throughput	150 + Mbps
Rango de alcance	5+Km
Costo	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado libre México: tiene un costo aproximado de 1599 pesos mexicanos • Linio: 1799 pesos mexicanos. • Amazon México: 1375 pesos Mexicanos

Tp Link CPE 210


Tabla 7 Especificaciones técnicas TP Link CPE 2010. Fuente: Elaboración propia con datos de (TP-Link, 2019)

CPE 210 TpLink	
	
Dimensiones	224 x 70 x 60 mm
Tipo de antena	Antena direccional doblemente polarizada

Estándares inalámbricos	802.11 b/g/n
Velocidad Inalámbrica	Hasta de 300 Mbps.
Frecuencia	2.4 – 2.483 GHz
Potencia de transmisión	20 dBm
Cobertura	5 Km
Costo	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado libre México: 1099 pesos mexicanos • Amazon México: 959 pesos mexicanos. • Linio: 1059 pesos mexicanos.

Steren Com-818

Tabla 8 Especificaciones técnicas repetidor Steren COM-818. Fuente: Elaboración propia con datos de (Steren)

Repetidor	
	
Marca	STEREN
Modelo	COM-818
Frecuencia	2.4 GHz
Velocidad	300 Mbps
Puertos	2: WAN y LAN

Estándares inalámbricos	802.11 b/g/n.
Cobertura Wi-fi	Hasta 15 metros
Dimensiones	75 x 50 x 40 mm
	24 V
Resistencia al viento	200 km/h
Certificaciones	CE, FCC, IC
Frecuencia	5150-5875 MHz
Throughput	100 + Mbps
Costo	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado libre México: 349 pesos mexicanos.

10.3.7. Costos

En la construcción de una red digital comunitaria, basados en el principio costo beneficio, el ideal es que los costos que se generen sean muy bajos, la misma comunidad aprenda a instalar y administrar. Sin embargo, es necesario la compra de dispositivos como antenas, cable y herramientas. A continuación, se presenta una estimación básica aproximada de costos, sin incluir los efectuados en mano de obra, transporte, alimentación y material de formación.

Tabla 9 Costos aproximados de herramientas y materiales. Fuente: Elaboración propia con datos de (Linio, s.f.) & (Mercado Libre, s.f.)

Tabla de costos de herramientas y materiales.			
Herramienta	Descripción	Cantidad	Costo total
Conector Rj45 Cable Red UTP Categoría 5e	Conector utilizado por las tarjetas Ethernet.	Paquete de 100 piezas (Plástico)	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado libre México: 68 pesos. • Linio: costo 64 pesos.
Protector de conector RJ45	Protector plástico para conector	Paquete de 100 piezas	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado libre: 48 Pesos.
Pinzas Ponchadoras	Herramienta de presión, utilizada para colocar el conector RJ45 al cable UTP	2 unidades	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado Libre: 64 pesos • Linio: 74 pesos.
Cable UTP categoría 5e Interiores		Rollo de 305 metros	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado libre: 860 pesos (Marca Belden). • Mercado libre: 659 pesos (Marca ELE-GATE)

			<ul style="list-style-type: none"> • Linio: 599 pesos (Marca ELE-GATE)
Cable UTP categoría 5e Exteriores		Rollo de 300 metros, color negro.	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado Libre: 1545 (Marca Bytek) • Linio: 1469 pesos (Marca Secucore).
Tester Cable de Red	Dispositivo utilizado para probar que las conexiones de cable UTP estén bien.	1 Dispositivo	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado libre: 72 pesos (Marca Premium). • Linio: 76 pesos (Marca OEM)
Cable de corriente	Cable eléctrico para uso en exteriores.	100 metros calibre 14.	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado libre: 1090 pesos • Linio: 1250 pesos
Clavijas macho y Hembra	Permite la conexión del cable eléctrico	4 de cada una	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene un precio en el mercado de aproximadamente 10 pesos cada una.

10.4. Resultados Presentados.

10.4.1. Participación en eventos Académicos.

Como resultados logrados en la pasantía, el autor postuló y fue elegido para presentar el proyecto que tiene como título “**Diseño de una red digital comunitaria libre y abierta para poblaciones sin acceso a Internet de Tamaulipas, México.**”, como un resultado del proceso de investigación desarrollado para el Análisis de las redes digitales comunitarias como un alternativa de solución frente al fenómeno de la brecha digital; en la primera Jornada de Investigación y Postgrado de la Universidad Autónoma de Tamaulipas del día 5 de noviembre de 2019. Este Proyecto tuvo gran aceptabilidad por los jurados y por el colectivo académico que asistió al evento. Como resultado anexo se encuentra el certificado dado por parte del departamento de Postgrado de la Universidad Autónoma de Tamaulipas y el Poster de Presentación.

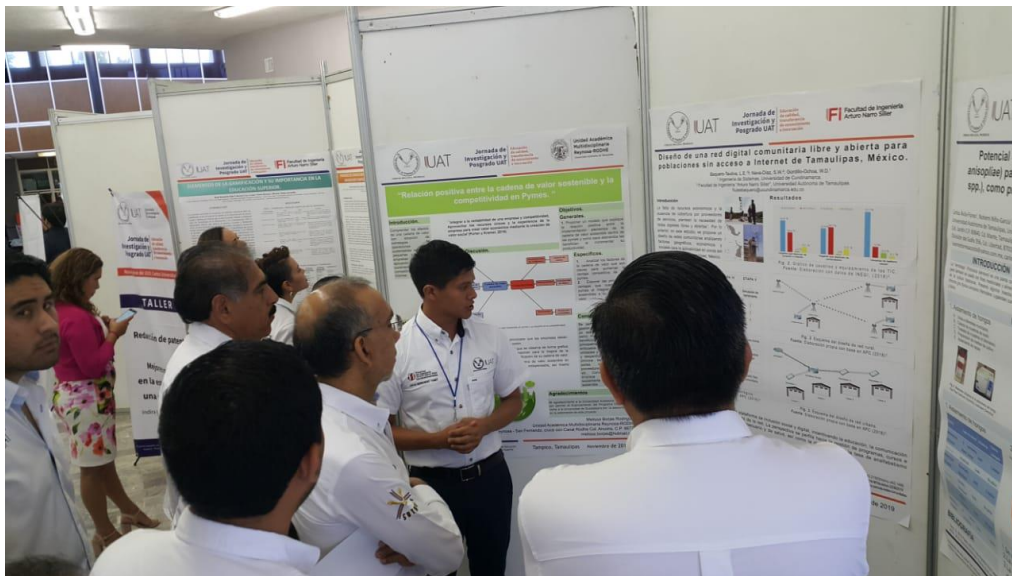


Figura 22 Participación en la Jornada de Investigación y Postgrado. Fuente: Elaboración propia.



Figura 23 Grupo de Investigación. Fuente: Elaboración propia.

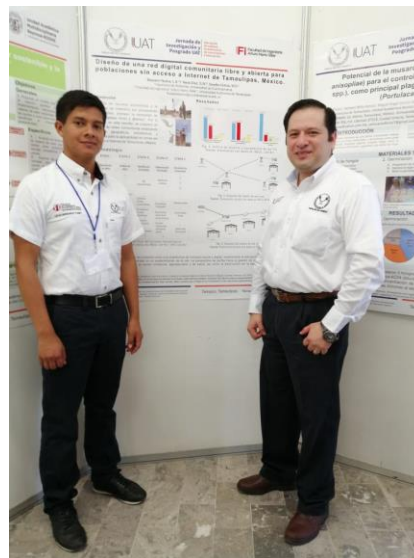


Figura 24 Autor y director Internacional en el evento. Fuente: elaboración propia.

10.4.2. Práctica empresarial.

En el desarrollo de esta pasantía por asuntos de seguridad latentes en el Estado de Tamaulipas expuestos al autor por el director internacional el Doctor Salvador Nava, no era posible realizar trabajo de campo por parte del autor en comunidades donde era viable la construcción de Redes

Digitales Comunitarias. Es por ello que, en común acuerdo con los directores de pasantía y el autor, se decidió realizar prácticas empresariales en el área de Sistemas en una empresa de la Región.

Luego de un proceso de entrevistas y pruebas, el autor fue seleccionado para realizar prácticas profesionales en la empresa INCISO S.A, dedicada a la comercialización Textil con más de 75 años de experiencia en el mercado. Ubicada su oficina central administrativa en la calle Benito Juárez 112 Sur en la Zona Centro de Tampico, Tamaulipas.

El trabajo realizado por parte del autor en esta empresa consistió en desarrollar la gestión documental del sistema de información de la empresa, actualización de la Pagina Web y brindado soporte a las diferentes áreas administrativas y comerciales de la empresa. Estas labores estuvieron supervisadas por jefe del departamento de sistemas el ingeniero Mario Alberto Gonzáles Sánchez, en un horario de seis horas diarias, de lunes a sábado en el periodo de noviembre del 2019 a enero del 2020.

Se anexa certificación por parte de la empresa de las prácticas realizadas en la misma y carta de satisfacción.

10.4.3. Desarrollo de actividades académicas.

En el progreso de la pasantía Internacional, con el fin de conocer sobre los procesos de formación e investigación académica que se desarrollan en México, la Universidad Autónoma de Tamaulipas y los directores del proyecto vieron la necesidad de desarrollar las siguientes competencias académicas, con el fin de alcanzar los objetivos planteados para la pasantía Internacional.

- Conocer los conceptos de Administración de bases de datos en ambientes corporativos, introducción a los almacenes de datos y el proceso de gestión de la información.
- Investigar, resolver problemas y expresar ideas aprovechando la tecnología existente para innovar dentro de las organizaciones.
- Conocer los elementos principales para la administración de una Unidad Informática.
- Identificar y conocer los elementos principales de las tecnologías de la información y comunicación, así como el impacto de estas en las organizaciones.
- Conocer la forma en la que las aplicaciones pueden soportar múltiples idiomas, pantallas y plataformas. Además, conocer lo necesario para el desarrollo de aplicaciones que utilicen los sensores de los dispositivos móviles.
- Aprender a diseñar aplicaciones que puedan reutilizar un conjunto de componentes utilizando fragmentos.

Competencias que fueron logradas por medio de cursos, talleres y actividades.

10.4.4. Artículo

Como resultado de esta pasantía, se logró la realización de un artículo que tiene como título “Redes digitales comunitarias como una solución ante la Brecha Digital en el estado de Tamaulipas, México”. El cual se encuentra como documento anexo.

También la aprobación de la pasantía por parte del director el doctor Salvador Wilfrido Nava. Esta se encuentra como documento anexo.

11. Conclusiones.

Las redes digitales comunitarias es un nuevo campo de inclusión social, en el cual se busca ayudar y conectar a aquellos que por circunstancias adversas no lo pueden hacer. En muchos países y más especialmente los latinoamericanos el concepto de comunidad es bastante arraigado, el apoyo entre los miembros es un compromiso consigo mismos, sus familias y sus vecinos. Siendo este el punto central de la construcción de una red digital comunitaria, porque cuando los miembros están unidos, existe un compromiso con los demás, es así como todos trabajan por alcanzar aquellos ideales trazados en su beneficio.

Analizados los datos, se evidencia una brecha digital. Es por ello que examinando aquellos grupos, asociaciones y comunidades que han logrado implementar Redes Digitales Comunitarias en sus poblaciones, y por ende reducido la brecha digital existente, se presenta como una solución viable la construcción de RDC en zonas rurales y urbanas, beneficiando a la población del Estado de Tamaulipas, reduciendo con ello la brecha digital.

Para realizar un análisis al detalle de la construcción de RDC por lo general, partiendo de la experiencia en Colombia, es necesario tener un acercamiento con la comunidad, sin embargo, en este caso se parte de datos reales proporcionados por la ENDUTIH, siendo este análisis una etapa inicial que conlleva a la construcción de RDC, ya que se evidencia mediante datos estadísticos la existente brecha digital.

En cuanto a la participación en eventos académicos en un ambiente de investigaciones, el autor pudo constatar que en la región no se habla de temas de brecha de digital, ni de redes Digitales

Comunitarias, es por ello que para el jurado y los participantes fue un nuevo tema que se puede desarrollar a futuro.

Realizar una pasantía internacional, fortalece la formación profesional y humana, puesto que se aprenden nuevos modelos y aprendizajes académicos e investigativos, además, el estudiante logra colocar en práctica los conocimientos adquiridos durante su formación universitaria, en una cultura y ambiente totalmente distinto, pero donde los conocimientos en el área de sistemas son los mismos.

También se genera en el estudiante restos profesionales y personales, ya que puede visualizar los nuevos estándares que solicita el campo laboral del área de sistemas en otro país distinto al propio. Se logró un compartir de saberes entre estudiantes, docentes y grupos de investigación de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, con el autor, en donde se fortalece la academia y formación integral del pasante.

12. Bibliografía.

- (INEGI), Instituto Nacional de Estadística y Geografía; (SCT), Secretaría de Comunicaciones y Transporte; (IFT), Instituto Federal de Telecomunicaciones. (2 de Abril de 2019). *INEGI*. Obtenido de Comunicado de Prensa Num. 179/79: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/OtrTemEcon/ENDUTIH_2018.pdf
- Alter Mundi y Libre Router. (Febrero de 2018). *Redes libres, comunitarias y descentralizadas*. Obtenido de <http://docs.altermundi.net/PáginaInicial?action=AttachFile&do=get&target=Redes+Libres,+Comunitarias+y+Descentralizadas.pdf>
- Alvarado López, R. A., Díaz de León Castañeda, C., Gómez Navarro, D. A., & Martínez Domínguez, M. (2018). La brecha digital: una revisión conceptual y aportaciones metodológicas para su estudio en México. *Entreciencias: Diálogos en la sociedad del Conocimiento*, 6(16). doi:<https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2018.16.62611>
- Arenas Ramiro, M. (2011). BRECHA DIGITAL DE GÉNERO: LA MUJER Y LAS NUEVAS. *Anuario Facultad de Derecho*, 97-125. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/58908883.pdf>
- Chamorro, L. (s.f.). *Red INC*. Recuperado el 6 de Noviembre de 2019, de Colnodo: <https://www.colnodo.apc.org/es/nuestra-labor/proyectos-gobierno-en-linea-y-democracia-electronica/red-inc-4>
- Chamorro, L. (s.f.). *RedCoManí*. Recuperado el 6 de Noviembre de 2019, de Colnodo: <https://www.colnodo.apc.org/es/nuestra-labor/proyectos-gobierno-en-linea-y-democracia-electronica/redcomani-4>
- Colnodo. (s.f.). *Uso estratégico del internet para el desarrollo*, Colnodo. Recuperado el 6 de Noviembre de 2019, de <https://www.colnodo.apc.org/es/nosotros>
- Comisión de Regulación de Telecomunicaciones. (s.f.). *Conceptos básicos de Antenas*. Recuperado el 5 de Noviembre de 2019, de <https://www.urbe.edu/info-consultas/web-profesor/12697883/articulos/Comunicaciones%20Satelites%20y%20Celulares/Antenas.pdf>
- Cumbre Latinoamericana de Redes Comunitarias. (Septiembre de 2018). *Documento Final CLRC*. Recuperado el 6 de Noviembre de 2019, de Altermundi: https://altermundi.net/media/uploads/documento-final_CLRC-2018.pdf

- Díaz Hernández, M. (Noviembre de 2018). *Marcos Regulatorios para las redes comunitarias*. Obtenido de Derechos Digitales America Latina: <https://www.derechosdigitales.org/wp-content/uploads/redes-comunitarias-2018.pdf>
- Figuerola, O. (30 de Junio de 2016). *Expreso.press*. Obtenido de <https://expreso.press/2016/06/30/nueva-presidencia-de-altamira-sigue-sin-aire-acondicionado/>
- Froncek, A.-. (11 de Diciembre de 2018). *Murambinda Works Community Engagement Workshop in Buhera: Meeting Challenges with Opportunity*. Obtenido de Internet Society: <https://www.internetsociety.org/blog/2018/12/murambinda-works-community-engagement-workshop/>
- Glosario Telecomunicaciones. (14 de Octubre de 2016). *Glosario Telecomunicaciones*. Obtenido de <https://glosarios.servidor-alicante.com/telecomunicaciones/frecuencia>
- Gobierno del Estado Tamaulipas. (15 de Octubre de 2019). *Tamaulipas*. Obtenido de <https://www.tamaulipas.gob.mx/estado/municipios/altamira/>
- Gobierno Tam. (5 de 11 de 2019). *Gobierno del Estado Tam*. Obtenido de <https://www.tamaulipas.gob.mx>
- González, C. (23 de Diciembre de 2018). Qué es la latencia, y por qué es tan importante como la velocidad. *AZ adsl ZONE*.
- González, L., & Martínez, P. (17 de Diciembre de 2018). Economía México. *El Economista*. Obtenido de <https://www.economista.com.mx/empresas/El-salario-minimo-en-Mexico-subira-16.2-en-2019-para-quedar-en-102.68-pesos-diarios-y-3080.4-al-mes-20181217-0066.html>
- Google Earth. (7 de Noviembre de 2019). *Google Earth*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/@22.52700749,-98.07091105,55.7518327a,965.7577204d,35y,-123.17881449h,44.99999201t,0r/data=CjkaNxlxCgAZFyJM9nSGNkAheQZotoaEWMAqGzlywrAzMSczMC44lk4gOTjCsDA0JzE0LjYiVxgBIAE>
- Google Maps. (5 de 11 de 2019). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/@24.7866416,-99.7350654,7z?hl=es>
- Google Maps. (7 de Julio de 2019). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Maclovio+Herrera,+Tamps.,+México/@22.5265336,-98.0674777,691m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x86780b83672b2377:0x61d6a62e68fbd02c!8m2!3d22.501873!4d-98.085061?hl=es>
- Hernández Rivera, A., & Vargas Hernández, L. A. (Julio-Septiembre de 2018). El costo de Vida en México en 2018. *ECONOMÍA ACTUAL*(3), 4-7. Obtenido de http://economia.uaemex.mx/Publicaciones/e1103/Articulo_1.pdf
- IEEE. (s.f.). *Instituto de ingenieros Electricos y Electronicos*. Recuperado el 16 de Octubre de 2019, de <http://www.ieee802.org>
- IFT. (s.f.). *Instituto Federal de Telecomunicaciones*. Recuperado el 9 de Octubre de 2019, de <http://www.ift.org.mx>

- INEGI. (2015). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía* . Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tam/poblacion/default.aspx?tema>
- INEGI. (2018). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2018/default.html#Tabulados>
- Instituto Federal de Telecomunicaciones. (21 de Junio de 2010). *NORMA Oficial Mexicana NOM-121-SCT1-2009*. Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5147409
- Instituto Federal de Telecomunicaciones. (27 de Noviembre de 2012). *ACUERDO por el que se establecen las bandas de frecuencias de 5470 a 5600 MHz y 5650 a 5725 MHz, como bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico de uso libre*. Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5279213&fecha=27/11/2012
- Instituto Federal de Telecomunicaciones. (Octubre de 2018). *Inventario de banda de frecuencias clasificadas como espectro libre*. Obtenido de <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro-radioelectrico/inventariodebandasdefrecuenciasdeusolibrev.pdf>
- Internet Society. (18 de Diciembre de 2015). Building the Internet in Guerrero. Guerrero, Mexico. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=RNOjPQoxSCQ>
- Internet Society. (2019). *Consolidación en la economía de Internet*. Informe Global: internetociety.
- Internet Society. (11 de Noviembre de 2019). *Solutions for Traffic Backhaul*. Obtenido de Internet Society: <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2019/11/Backhaul-Solutions-Fact-Sheet.pdf>
- Internet Society. (s.f.). *Redes Comunitarias*. Recuperado el 6 de Noviembre de 2019, de <https://www.internetsociety.org/es/issues/redes-comunitarias-es/>
- Isaías, P. (5 de Junio de 2019). Microsoft to support Mexican farmers with AI and hi-tech connectivity. *El Universal*.
- ITU. (Noviembre de 2019). *Digital inclusion of all*. Recuperado el 4 de Diciembre de 2019, de ITU: <https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/digital-inclusion-of-all.aspx>
- Linio. (s.f.). *Linio*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2019, de <https://www.linio.com.mx>
- MAriane, D. H. (Noviembre de 2018). Marcos regulatorios para las redes comunitarias. *Derechos Digitales*. doi:<https://www.derechosdigitales.org/wp-content/uploads/redes-comunitarias-2018.pdf>
- Martínez, J. L. (13 de Julio de 2018). *Zonas de Fresnel en un radioenlace*. Recuperado el 23 de septiembre de 2019, de Prored: <https://www.prored.es/zonas-de-fresnel-en-un-radioenlace/>
- Mercado Libre. (s.f.). Recuperado el 3 de Diciembre de 2019, de <http://www.mercadolibre.com.mx>
- Pueblos America. (7 de 11 de 2019). *Mexico.pueblosamerica*. Obtenido de <https://mexico.pueblosamerica.com/i/el-sacrificio-el-chupido/>

- Redes A.C. (06 de 11 de 2019). *Redes por la Diversidad, Equidad y Sustentabilidad*. Obtenido de <https://www.redesac.org.mx>
- Rhizomatica. (08 de 11 de 2019). *Rhizomatica*. Obtenido de <https://www.rhizomatica.org/about/>
- Rodríguez Gómez, D., & Valldeoriola Roquet, J. (s.f.). *Metodología de la Investigación*. Cataluña: Universitat Oberta de Catalunya.
- Rosas, I. (4 de Julio de 2019). *Red Comunitaria de El Cuy opera con éxito en fase piloto*. Obtenido de Internet Society: <https://www.internetsociety.org/es/blog/2019/07/red-comunitaria-de-el-cuy-opera-con-exito-en-fase-piloto/>
- Ruesca, P. (25 de Septiembre de 2016). *Radio Comunicaciones*. Obtenido de Radio Enlace - ¿qué es un radio enlace?: <http://www.radiocomunicaciones.net/radio/radio-enlace-que-es-un-radioenlace/>
- Secretaria de Comunicaciones y Transportes. (13 de Marzo de 2006). *ACUERDO POR EL QUE SE ESTABLECE LA POLÍTICA PARA SERVICIOS DE BANDA ANCHA Y OTRAS*. Obtenido de Syscom: <https://ftp3.syscom.mx/usuarios/ftp/PDF/frecuencias/frecuencia-uso-libre-wifi-13-03-2006.pdf>
- Selwyn, N. (2004). Reconsidering Political and Popular Understandings of the Digital Divide. *New media and society*, 341-362. doi:<https://doi.org/10.1177/1461444804042519>
- Steren. (s.f.). *Steren Repetidor router Wi-fi*. Recuperado el 5 de Diciembre de 2019, de <https://www.steren.com.co/repetidor-router-wi-fi.html>
- Syscom. (s.f.). *Redes Inalámbricas (Enlaces), Ubiquiti Networks*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2019, de Ubiquiti Airmax . ¿Qué es el PIRE(EIRP)?: <http://conocimiento.syscom.mx/article/airmax-que-es-el-pire-eirp/>
- Tomasi, W. (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas* (Cuarta Edición ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN.
- TP-Link. (Marzo de 2019). *Pharos User Guide*. Recuperado el 5 de Noviembre de 2019, de https://static.tp-link.com/2019/201905/20190507/1910012554_Pharos%20User%20Guide.pdf
- UAT. (s.f.). *Universidad Autonoma de Tamaulipas*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2019, de <https://www.uat.edu.mx/paginas/universidad/vision.aspx>
- UAT. (s.f.). *UNiversidad Autonoma de Tamaulipas*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2019, de <https://www.uat.edu.mx/paginas/universidad/mision.aspx>
- Ubiquiti. (8 de Noviembre de 2019). *AirLink*. Obtenido de <https://link.ui.com/#>
- Ubiquiti. (s.f.). *UBNT*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2019, de https://dl.ubnt.com/qsg/LBE-5AC-Gen2/LBE-5AC-Gen2_ES.html
- Ubiquiti. (s.f.). *UBNT*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2019, de https://dl.ubnt.com/qsg/LBE-5AC-LR/LBE-5AC-LR_ES.html#_idTextAnchor008
- Ubiquiti. (s.f.). *UBNT*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2019, de https://dl.ubnt.com/qsg/LBE-M5-23/LBE-M5-23_ES.html

Ubiquiti. (s.f.). *UBNT*. Recuperado el 5 de Diciembre de 2019, de https://dl.ubnt.com/loco_m2_datasheet.pdf

UNESCO. (2017). *Las piedras angulares para la promoción de sociedades del conocimiento inclusivas*. Paris: UNESCO.

Vela Remache, P. A. (2015). *Estudio y diseño de un radio enlace para transmisión de datos e Internet en frecuencia libre para la cooperativa indígena "Alfa y Omega" utilizando equipos Airmax de Ubiquiti*. Quito: Escuela Politécnica nacional.

WNI México. (s.f.). *WIN México*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2019, de Tecnología Inalámbrica: https://www.wni.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=62:antenasoporte&catid=31:general&Itemid=79

WNI Mexico. (s.f.). *WNI Mexico*. Recuperado el 4 de Diciembre de 2019, de https://wni.mx/index.php?page=shop.product_details&category_id=1&flypage=flypage_new.tpl&product_id=674&option=com_virtuemart&Itemid=48

Yunquera Torres, J. J. (s.f.). *Diseño de una Red Wi-Fi para la E.S.I.* Recuperado el 9 de Noviembre de 2019, de Universidad de Sevilla: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11138/fichero/memoria%252FCapítulo+3.pdf>