Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Matemáticas
Escuela Profesional de Investigación Operativa

Propuesta para modelar la conexión de redes mediante el algoritmo de árbol de expansión mínima con la arquitectura radio enlace punto a punto aplicado al servicio WISP que ofrece la empresa MIGRATEC en el distrito de El Agustino

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa

AUTOR

Miguel Fernando BARRIOS TORRES

ASESOR

Mg. Carlos ORTEGA MUÑOZ

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Barrios, M. (2022). *Propuesta para modelar la conexión de redes mediante el algoritmo de árbol de expansión mínima con la arquitectura radio enlace punto a punto aplicado al servicio WISP que ofrece la empresa MIGRATEC en el distrito de El Agustino*. [Trabajo de suficiencia profesional de segunda especialidad, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Escuela Profesional de Investigación Operativa]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Miguel Fernando Barrios Torres
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70746479
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-9346-7045
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Carlos Ortega Muñoz
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	10196265
URL de ORCID	**https://orcid.org/0000-0001-8663-4095**
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Esther Berger Vidal
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08766040
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	José Carlos Oré Luján
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06119405
Datos de investigación	
Línea de investigación	A.3.3.5. Aplicaciones de herramientas de IO a la producción de bienes y servicios

Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Universidad Nacional Mayor de San Marcos País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Coordenadas geográficas Latitud: -12.058333 Longitud: -77.083333
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio de 2022
URL de disciplinas OCDE	Matemáticas aplicadas https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.01.02

Anexo 6

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL EN LA MODALIDAD VIRTUAL PARA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO(A) EN INVESTIGACIÓN OPERATIVA

(PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL 2022-I)

En la Ciudad Universitaria, Facultad de Ciencias Matemáticas, siendo las 14:50 horas del sábado 23 de julio del año 2022, se reunieron los docentes designados como Miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional:

Dra. Esther Berger Vidal	(Presidenta)
Mg. José Carlos Oré Luján	(Miembro)
Dr. Carlos Ortega Muñoz	(Miembro-Asesor)

Para la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional intitulado: PROPUESTA PARA MODELAR LA CONEXIÓN DE REDES MEDIANTE EL ALGORITMO DE ÁRBOL DE EXPANSIÓN MÍNIMA CON LA ARQUITECTURA RADIO ENLACE PUNTO A PUNTO APLICADO AL SERVICIO WISP QUE OFRECE LA EMPRESA MIGRATEC EN EL DISTRITO DE EL AGUSTINO, presentada por el señor Bachiller Barrios Torres, Miguel Fernando, para obtener el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa.

Luego de la exposición de la Tesis, la Presidenta invitó al expositor a dar respuesta a las preguntas formuladas.

Realizada la evaluación correspondiente por los miembros del jurado, el expositor mereció la aprobación ***Sobresaliente*** con un calificativo promedio de: **Diecisiete (17).**

A continuación, los miembros del jurado dan manifiesto que el participante señor Bachiller Barrios Torres, Miguel Fernando, en virtud de haber aprobado la sustentación de su Trabajo de Suficiencia Profesional será propuesto para que se le otorgue el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa.

Siendo las 15:20 horas, se levantó la Sesión, firmando para constancia la presente Acta en tres (3) copias originales o archivo PDF.

PRESIDENTA
Dra. Esther Berger Vidal

MIEMBRO
Mg. José Carlos Oré Luján

MIEMBRO-ASESOR
Dr. Carlos Ortega Muñoz

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Carlos Ortega Muñoz en mi condición de asesor acreditado con la Resolución Decanal N° 000961-2022-D-FCM/UNMSM del Trabajo de Suficiencia Profesional (TSP), cuyo título es: "PROPUESTA PARA MODELAR LA CONEXIÓN DE REDES MEDIANTE EL ALGORITMO DE ÁRBOL DE EXPANSIÓN MÍNIMA CON LA ARQUITECTURA RADIO ENLACE PUNTO A PUNTO APLICADO AL SERVICIO WISP QUE OFRECE LA EMPRESA MIGRATEC EN EL DISTRITO DE EL AGUSTINO".

presentado por el bachiller Sr. MIGUEL FERNANDO BARRIOS TORRES, para optar el título profesional de: Licenciado en Investigación Operativa.

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 2 % de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado/ título/ especialidad correspondiente.

Firma del Asesor:

DNI: 10196265

Nombres y apellidos del asesor:

Dr. Carlos Ortega Muñoz



Huella digital

DEDICATORIA

A Dios por la protección que me ha brindado en todo este recorrido por salir de casa y buscar mi formación profesional lejos de mi querida ciudad de Tarma.

A mis padres Adelina y Nemesio porque sin ellos nada de esto hubiera sido posible, todo el apoyo y cariño desde el colegio hasta mi formación Universitaria, a mis familiares y muy especial a mis tíos, Paquita y Edgar que me siguen apoyando desde el cielo, muchas gracias.

AGRADECIMIENTO

A todos mis profesores de la facultad que me brindaron sus enseñanzas, consejos, y oportunidades de crecer profesionalmente. Me formaron bajo el concepto de profesional con ética y sobre todo a desarrollar el sentido crítico desde los primeros días de clase.

RESUMEN

Propuesta para modelar la conexión de redes mediante el algoritmo de árbol de expansión mínima con la arquitectura radio enlace punto a punto aplicado al servicio WISP que ofrece la empresa MIGRATEC en el Distrito de El Agustino

Miguel Fernando Barrios Torres

Julio 2022

Título obtenido : Licenciado en Investigación Operativa

En la actualidad el sector de telecomunicaciones ha tenido un incremento notable en todos los sectores, en el Perú las empresas que ofrecen el servicio de internet han aglomerado las instalaciones tradicionales mediante el cableado de redes telefónicas, todo esto llevara a las municipalidades prohibir futuras instalaciones. A raíz de todo esto se ve un escenario a futuro nada provechoso donde llegara el punto que no se permita más instalaciones por cableado y afectara directamente a las empresas que ofrecen este tipo de servicios, por tal motivo el presente trabajo tiene por objetivo modelar la actual red tradicional que maneja la empresa MIGRATEC por una red de comunicación inalámbrica mediante la arquitectura radio enlace punto a punto, y ofrecerlo en el servicio de instalación WISP, en primer lugar se organizara los datos, que fueron recolectados en el periodo octubre – noviembre del 2021, estos datos reflejan las instalaciones de internet a los 30 clientes que solicitaron el servicio de internet, se agrupo a una muestra manejable de 15 clientes, donde se graficó la actual red que interconecta a este primer grupo, se organizó los datos para aplicar el algoritmo de expansión mínima y poder ratificar la optimización de la nueva red propuesta, finalmente el modelo propuesto en nuestro servicio WISP obtuvo 1140 metros de diferencia a la red tradicional.

Palabras Clave: optimización, telecomunicación, redes, árbol de expansión mínima, WISP.

ABSTRACT

Proposal to model the connection of networks using the minimum spanning tree algorithm with the point-to-point radio link architecture applied to the WISP service offered by the MIGRATEC company in the District of El Agustino

Miguel Fernando Barrios Torres

July 2022

Graduate **:** Operations Research

Currently the telecommunications sector has had a notable increase in all sectors, in Peru the companies that offer internet service have agglomerated the traditional facilities by wiring telephone networks, all this will lead the municipalities to prohibit future installations. As a result of all this, an unprofitable future scenario is seen where the point will come that no more wiring installations will be allowed and it will directly affect the companies that offer this type of service, for this reason the present work aims to model the current traditional network managed by the MIGRATEC company through a wireless communication network using the point-to-point radio link architecture, and offer it in the WISP installation service, first the data will be organized, which was collected in the period October - November 2021 , these data reflect the internet facilities for the 30 clients who requested the internet service, they were grouped into a manageable sample of 15 clients, where the current network that interconnects this first group was graphed, the data was organized to apply the algorithm of minimum expansion and to be able to ratify the optimization of the new proposed network, finally the model proposed in our WISP service obtained 1140 meters of difference to the traditional network.

Keywords: optimization, telecommunication, networks, minimal spanning tree, WISP.

INDICE

DEDICATORIA I
AGRADECIMIENTO II
RESUMEN III
ABSTRACT IV
INDICE V
INDICE DE TABLAS VII
INDICE DE FIGURAS IX
I.INTRODUCCIÓN 1
1.1.OBJETIVO DEL INFORME 2
1.2.ESTRUCTURA DEL INFORME 3
II.INFORMACIÓN DE LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD. 3
2.1.INTRODUCCIÓN DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD. 3
2.2.PERÍODO DE DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD. 4
2.3.FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA ENTIDAD. 4
2.3.1.Misión 5
2.3.2.visión 5
2.4.RAZON SOCIAL. 5
2.5.DIRECCIÓN POSTAL. 5
2.6.CORREO ELECTRÓNICO DEL PROFESIONAL A CARGO. 5
III.DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD. 6
3.1.ORGANIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD. 6
3.2.FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD. 9
3.2.1.Objetivo General 9
3.2.2.Objetivo especifico 9
3.3.PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA. 10
3.3.1.Formulación del problema 12
3.3.2.Problema general 13
3.3.3.Problemas específicos 13
3.4.LIMITACIONES 13
3.4.1.Delimitación espacial: 13
3.4.2.Delimitación Temporal: 13
3.5.METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS. 13
3.5.1.Diseño de la Investigación: 13
3.5.2.Recolección y Organización de la Información 14

3.5.3.Metodología de Agrupamiento 19
3.5.4.Metodología de Árbol de expansión mínima. 21
3.5.4.1.Criterios para identificar un árbol de expansión mínima 22
3.5.4.2.Modelo matemático 23
3.5.4.3.Procedimiento 23
3.5.5.Arquitectura radio enlace punto a punto 23
3.5.5.1.Criterios para proponer una arquitectura radio enlace 23
3.5.5.2.Topología de nuestro servicio WISP 25
3.5.6.Relación de nuestro servicio WISP a la red actual que se maneja en el distrito de El Agustino. 27
3.6.RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD. 34
3.6.1.Resultados de la situación actual 36
3.6.2.Resultados de la situación propuesta 45
IV.CONCLUSIONES 60
4.1.JUSTIFICACIÓN 62
4.2.METODOLOGÍA APLICADA. 62
4.3.VARIABLES 63
4.3.1.Variable Dependiente 63
4.3.2.Variable Independiente 63
4.4.POBLACIÓN Y MUESTRA 63
4.5.DESCRIPCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN. 63
V.RECOMENDACIONES 70
5.1.PRIMERA RECOMENDACIÓN A NIVEL DE LA EMPRESA 70
5.2.SEGUNDA RECOMENDACIÓN A NIVEL DE LA EMPRESA 73
5.3.TERCERA RECOMENDACIÓN A NIVEL DE UN MARCO GENERAL 77
VI.BIBLIOGRAFÍA. 78
VI.ANEXOS / ILUSTRACIONES. 79
Anexo 1 79
Anexo 2 79
Anexo 3 80
Anexo 4 80
Anexo 5 81
Anexo 5 81
Anexo 6 82

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 14
Registro y organización de clientes 14
Tabla 2 16
Elaboración de los registros de distancias desde la central a los puntos de clientes 16
Tabla 3 17
Registro de distancias simuladas de los metros cableados 17
Tabla 4 19
Registro de las distancias directas 19
Tabla 5 20
Estandarización de las distancias de partida 20
Tabla 6 21
Ordenamiento de los valores estandarizados 21
Tabla 7 29
Registro de distancias disponibles del cliente 2 a los demás clientes. 29
Tabla 8 29
Registro de las distancias del cliente 20 29
Tabla 9 30
Registro de las distancias del cliente 23 30
Tabla 10 30
Registro de las distancias del cliente 25 30
Tabla 11 30
Registro de las distancias del cliente 24 30
Tabla 12 31
Registro de las distancias del cliente 22 31
Tabla 13 31
Registro de las distancias del cliente 21 31
Tabla 14 31
Registro de las distancias del cliente 4 31
Tabla 15 32
Registro de las distancias del cliente 19 32
Tabla 16 32
Registro de las distancias del cliente 26 32
Tabla 17 32
Registro de las distancias del cliente 15 32

Tabla 18 33
Registro de las distancias del cliente 12 33
Tabla 19 33
Registro de las distancias del cliente 1 33
Tabla 20 33
Registro de las distancias del cliente 3 33
Tabla 21 34
Registro de las distancias del cliente 11 34
Tabla 22 34
Registro matricial de las distancias de asistencia vehicular de los clientes del grupo 1 34
Tabla 23 35
Registro matricial de las distancias cableadas de los clientes del grupo 1 35
Tabla 24 35
Registro matricial de las distancias directas de los clientes del grupo 1 35
Tabla 25 37
Registro matricial de las distancias de asistencia vehicular, para el inicio de las iteraciones ... 37
Tabla 26 42
Valores del árbol generador para las distancias de asistencia vehicular 42
Tabla 27 45
Registro de las distancias matriciales de distancias cableadas antes de las iteraciones 45
Tabla 28 47
Árbol generado de las distancias cableadas 47
Tabla 29 50
Registro matricial de las distancias directas antes de las iteraciones 50
Tabla 30 53
Árbol generado de las distancias directas 53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 1
Telaraña de redes comunicativas 1
Figura 2 6
Organigrama rediseñado y propuesto para la empresa 6
Figura 3 7
Modelo Lienzo Canvas de la empresa 7
Figura 4 8
Vehículos de asistencias técnicas 8
Figura 5 8
Diagrama de los procesos de venta, registro e instalación. 8
Figura 6 10
Diagrama de Espinazo. 10
Figura 7 11
Malas prácticas de instalación de cables. 11
Figura 8 12
Retiro de cables en desuso 12
Figura 9 15
Diagrama de ruta vehicular desde la base hasta el cliente 1. 15
Figura 10 17
Diagrama de ruta cableada desde la base hasta el cliente 1. 17
Figura 11 18
Diagrama de ruta directa desde la base hasta el cliente 1. 18
Figura 12 22
Representación del concepto árbol bajo nuestro enfoque de negocio. 22
Figura 13 25
Representación topológica básica de nuestra propuesta WISP. 25
Figura 14 26
Representación de la Conexión punto central y Antena a gran altura. 26
Figura 15 26
Representación de la Ubicación de las antenas del punto B 26
Figura 16 27
Ubicación de Antena sectorial. 27
Figura 17 28
Mapeo de clientes del grupo 1 en el mapa. 28

Figura 18 28
Simulación del recorrido de asistencia vehicular para el grupo 1. 28
Figura 19 36
Grafica de red Asistencia vehicular tradicional. 36
Figura 20 38
Ordenamiento de los valores de distancia de asistencia vehicular. 38
Figura 21 38
Pintado del valor mínimo para las distancias de Asistencia vehicular. 38
Figura 22 39
Representación de la conexión de la primera iteración 39
Figura 23 40
Coloreo del segundo valor identificado. 40
Figura 24 40
Representación de la conexión de la segunda iteración 40
Figura 25 41
Coloreo de la 3era iteración 41
Figura 26 41
Representación de la conexión de la 3era iteración. 41
Figura 27 42
Coloreo final de las distancias de asistencia vehicular 42
Figura 28 43
Árbol generador mínimo de las distancias de asistencia vehicular. 43
Figura 29 44
Representación de las direcciones del árbol de distancias de asistencia vehicular 44
Figura 30 45
Diagrama de red que simula todas las conexiones de las distancias de cableado 45
Figura 31 46
Ordenamiento de los valores de distancias que simulan el cableado del grupo 1 46
Figura 32 46
Coloreo inicial de la matriz de distancias cableadas 46
Figura 33 47
Coloreo Final de las iteraciones realizadas para las distancias cableadas 47
Figura 34 48
Resultados obtenidos por el software Tora para distancias cableadas. 48
Figura 35 49
Árbol mínimo generado de las distancias cableadas 49

Figura 36 50
Diagrama de red que simula todas las conexiones de las distancias de directas 50
Figura 37 51
Ordenamiento de menor a mayor de los valores de las distancias directas 51
Figura 38 52
Coloreo de las distancias directas del grupo 1 52
Figura 39 52
Relaciones que NO fueron consideradas en el árbol de distancias directas 52
Figura 40 54
Registro de distancias directas en el software Tora 54
Figura 41 54
Resultados de distancias directas en el software Tora 54
Figura 42 55
Árbol mínimo generado de las distancias directas 55
Figura 43 56
Registro de los clientes del grupo 1 en el software QGIS 56
Figura 44 57
Ubicación de las coordenadas del grupo 1 57
Figura 45 57
Ubicación de la herramienta “Minimum Spanning Tree” 57
Figura 46 58
Representación del árbol generador mínimo en la herramienta QGIS 58
Figura 47 59
Resultados de la longitud de árbol generado por QGIS 59
Figura 48 60
Grafica resumen de conectividad con las distancias obtenidas 60
Figura 49 61
Red inalámbrica obtenida de la propuesta para los clientes del grupo 1 61
Figura 50 64
Árbol que grafica la implementación de una red inalámbrica 64
Figura 51 65
Gráfico comparativo de distancias sobre las antenas Mikrotik 65
Figura 52 66
Distancias de los clientes del grupo 1 y la antena del punto B. 66
Figura 53 67
Ordenamiento de las distancias entre los clientes del grupo 1 y antena punto B. 67

Figura 54 68
Componentes utilizados de manera general y su estimación de costos 68
Figura 55 69
Estimación de cables utilizados en ambos modelos 69
Figura 56 71
Árbol generado de todos los clientes registrados en el periodo Octubre – Noviembre 2021 .. 71
Figura 57 72
Distancia Obtenida del árbol que cubre a todos los clientes en el periodo Octubre – Noviembre 2021 72
Figura 58 74
Modelo de prototipos sugeridos para la implementación de un Sistema de Información 74
Figura 59 77
Diagrama de procesos Cliente - App 77

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente si hablamos del servicio de Internet en el Perú, podemos encontrar en el mercado empresas que se han posicionado con sus ofertas y productos, a lo largo de los años este rubro de telecomunicación ha avanzado y hoy en día es muy sonado la cobertura de redes por fibra óptica, según (More & Argandoña, 2020) en el Perú se registraba más de 70 000 km cableados de red dentro del territorio nacional al finalizar el 2019.

Estas redes alámbricas se centran en las capitales de cada región y Lima no es la excepción de concentrar un mayor número de redes del sector de telecomunicaciones en sus diferentes distritos, podemos apreciar que se forman las "Telarañas de cables" estas no solo son telefónicas también ingresan a esta problemática los cableados eléctricos y otras conexiones clandestinas dentro de las zonas.

Figura 1

Telaraña de redes comunicativas



Nota. La saturación en las redes de telecomunicación y las malas prácticas en sus instalaciones forman las famosas telarañas de redes en nuestra sociedad.

Fuente. Poste con cableados en desuso. Raffo (2022).

Con el pasar de los años se han ido formulando medidas para plantear soluciones ante este crecer del problema, según Raffo (2022) desde el ministerio de transporte y comunicación en el 2016 se ha promulgado la Ley 30477 que comunica a las empresas del rubro dar mantenimiento a sus instalaciones, reorganizar los registros de sus servicios y quitar los cables de los clientes que ya no tienen sus servicios, por

otra parte está la Ley 29022, que formula las pautas para una expansión de arquitecturas en el rubro de telecomunicaciones y dispone medidas sancionadoras a las empresas que ya no prestan el servicio y sigue teniendo el cableado conectado a los postes de las calles y avenidas, a pesar de ello el ente que debe ser el encargado de supervisar y hacer cumplir estas leyes deben ser los órganos municipales, por ello las soluciones más radicales según el reportaje de Ani Lu Torres (2019) son las ordenanzas que se aprueban en las municipalidades para la prohibición de instalaciones y tendido de redes a futuro, como ejemplo es la ordenanza 273-2019 de la Municipalidad de San Bartolo, a futuro los proveedores deben presentar planes de reestructuración sobre los cableados que realizaran así como las proyecciones de sus demandas dentro de las zonas urbanas donde tiene la cobertura o el permiso de la venta de sus servicios.

A pesar de tener esa problemática hay zonas donde no llega la cobertura deseada del servicio de internet y es donde aparecen las pequeñas y medianas empresas para ofrecer diferente tipo de servicio, como la empresa MIGRATEC, que ofrece sus servicios dentro de la zona de El Agustino.

1.1. OBJETIVO DEL INFORME

El presente informe tiene como finalidad resolver un caso problemático en el rubro de las telecomunicaciones, que se ha encontrado en la empresa MIGRATEC, que ofrece sus servicios a la comunidad del distrito de El Agustino, y en la actualidad el servicio Core que manejan es del internet por fibra (cableado tradicional), estas instalaciones a lo largo de los años se ha empezado a notar la sobrecarga de puntos y redes que se forman en las calles, por las instalaciones ha sentido común de diferentes proveedores, por tal motivo se ha planteado optimizar el modelo de red, bajo una arquitectura radio enlace punto a punto (inalámbrico) para llegar al nuevo modelo se aplicara el algoritmo de expansión mínima, y obtendremos la diferencia de distancias con respecto al modelo tradicional que se maneja en la empresa.

1.2. ESTRUCTURA DEL INFORME

En el capítulo I, Se redacta la introducción al trabajo de suficiencia profesional desde la perspectiva general del servicio de internet y las medidas que se plantean en la actualidad para evitar problemáticas por las conexiones que llevan estos servicios de manera tradicional.

En el capítulo II, Se describe detalles de donde se realizaron las actividades, el periodo de contrato para el desarrollo de las propuestas, también las características que tiene la empresa MIGRATEC

En el capítulo III, Se redacta los detalles del informe, como los procedimientos, metodologías, recolección y organización de los datos para la aplicación del algoritmo de árbol de expansión mínimo aplicado para la modelación de la nueva red propuesta.

En el capítulo IV, se muestran los resultados obtenidos y la comparación del modelo tradicional que se maneja con respecto al nuevo modelo de conexión inalámbrica entre los clientes que se encuentran registrados.

Finalmente, en el capítulo V brevemente daremos las recomendaciones de implementar sistemas de información semiautomatizadas.

II. INFORMACIÓN DE LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD

2.1. INTRODUCCIÓN DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD

Por motivos de la crisis mundial que produjo la Covid-19, a nivel mundial y en el Perú se empezó a desarrollar el trabajo remoto o semipresencial, la funciones que estaban a mi cargo, era optimizar procesos dentro de la organización y plantear nuevas soluciones tecnológicas para mejorar la atención de clientes, por este motivo se fijó implementar nuevas propuestas en los servicios de instalación cubriendo menores distancias y tiempos en dichos procesos, el desarrollo de la investigación se logró desarrollar manera mixta y si fuese necesario revisar en campo las rutas que involucraban el estudio.

2.2. PERÍODO DE DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Actualmente lleva 4 años en el mercado ofreciendo servicios dentro del área de telecomunicaciones, dentro de las funciones que me encargaron, se planteó con una estimación de 1 mes para identificar el proceso de instalaciones, atención y mejora al cliente, 2 meses para desarrollar, organizar los datos, plantear el modelo bajo el enfoque WISP (Wireless Internet Service Provider) en español proveedor de servicios de internet inalámbrico, aplicando el algoritmo de árbol de expansión mínima, y obtener diferencia de distancias optimizadas en los clientes registrados del periodo octubre – noviembre 2021, los siguientes meses de contrato fueron de exposiciones y valoraciones de las propuestas desarrolladas, el periodo de duración se totalizo en 5 meses firmados en el convenio.

Inicio: 01/02/2022

Fin: 30/06/2022

2.3. FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA ENTIDAD

La iniciativa de la empresa surge con la afiliación de emprendedores encabezado por el Sr. Edward C. por el año 2015 donde se brindaba soporte externo a las instituciones que solicitaban asistencias, con el pasar de los años y el capital formado se registra el día 24 de Setiembre del 2018 la empresa MIGRATEC. La empresa como finalidad tiene ofrecer servicios de telecomunicaciones y ser la numero uno dentro del distrito de El Agustino.

- Ser el proveedor número uno en el distrito de El Agustino.
- Ofrecer una óptima cobertura WISP.
- Ofrecer nuestros servicios a distritos cercanos para el 2023.

2.3.1. MISIÓN

Ofrecer calidad en productos, servicios de conectividad y satisfacer las necesidades de los clientes que no tienen la accesibilidad de cobertura para contratar los servicios requeridos.

2.3.2. VISIÓN

Ser el líder del mercado ofreciendo el servicio de internet de alta velocidad en el distrito de El Agustino, así como la innovación de propuestas tecnológicas en el rubro de telecomunicaciones, bajo el enfoque de mejora continúa y desarrollo eco ambiental.

2.4. RAZON SOCIAL

MIGRATEC S.A.C.

2.5. DIRECCIÓN POSTAL

15004 - El Agustino Lima Perú

2.6. CORREO ELECTRÓNICO DEL PROFESIONAL A CARGO

Cargo: Jefe directo de operaciones

ENRIQUE ORTIZ DULANTO

Email: enriqueod@outlook.es - enrort@gmail.com

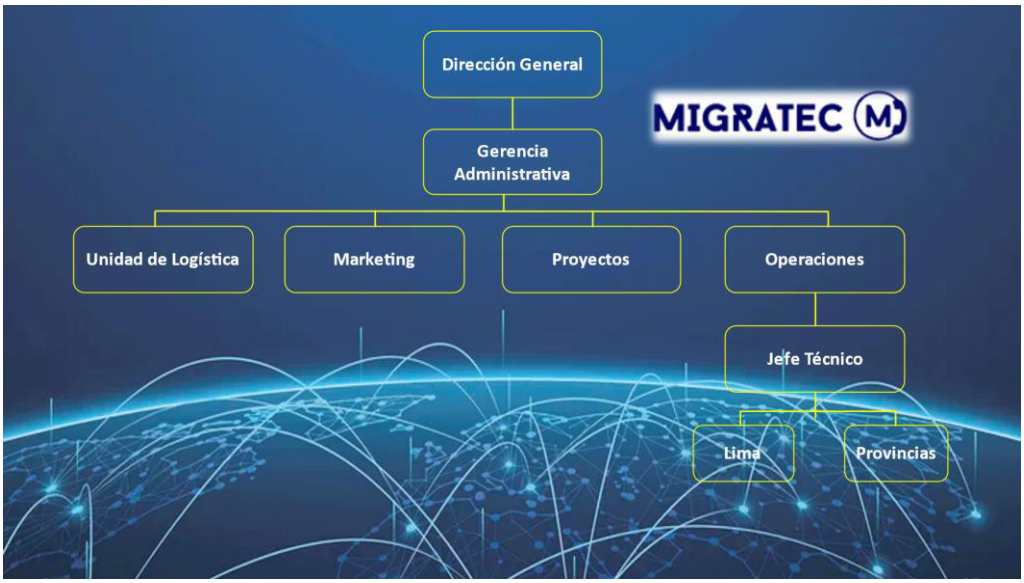
III. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

3.1. ORGANIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD

El esquema de la organización se representa de la siguiente forma:

Figura 2

Organigrama rediseñado y propuesto para la empresa

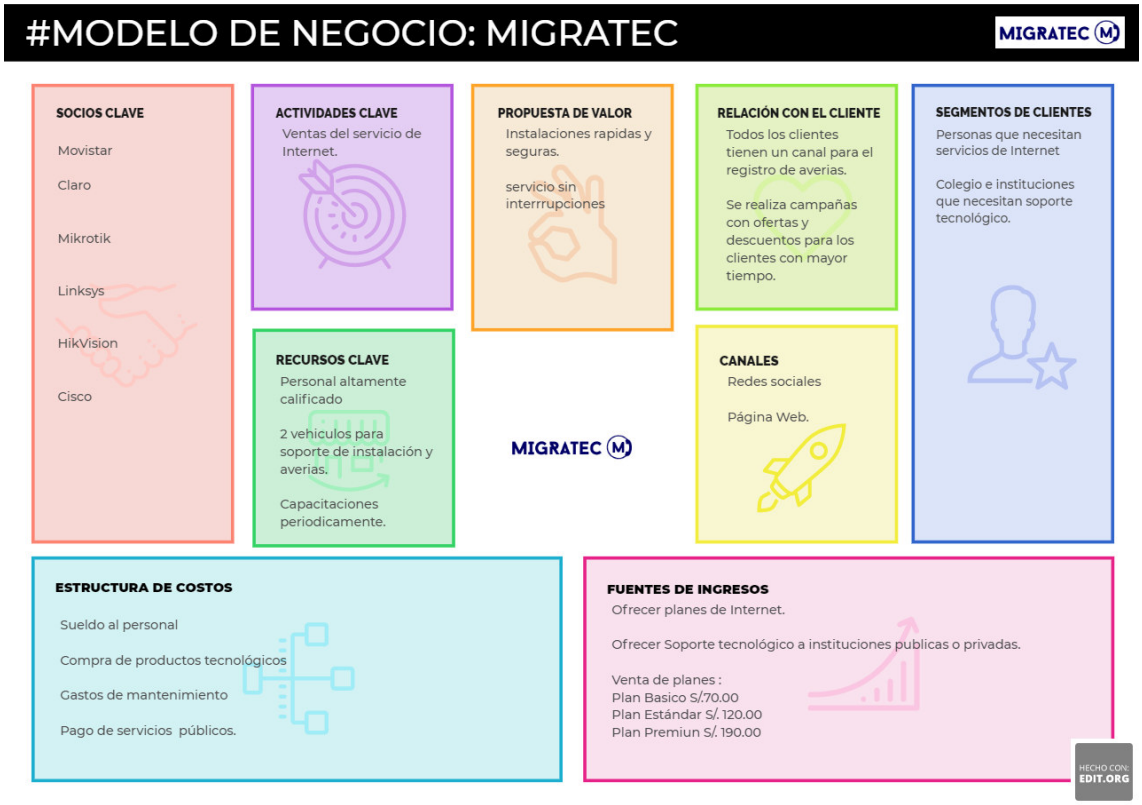


Nota. La empresa ha solicitado un rediseño en su organigrama por la apertura de sus áreas de marketing y proyectos de innovación al igual que ampliación de sus servicios en las zonas de provincias.

Para describir el emprendimiento comercial he desarrollado un lienzo canvas para abarcar de manera más general el modelo de negocio de la actividad institucional.

Figura 3

Modelo Lienzo Canvas de la empresa



Nota. Se ha diseñado el lienzo canvas para identificar su modelo de negocio de manera general.

MIGRATEC es una empresa que tiene 10 años en el rubro de telecomunicaciones y viene trabajando específicamente en el distrito del Agustino, brindando la instalación de servicios de telecomunicaciones.

Entre los servicios más representativos que ofrece son:

*Instalación de fibra óptica

*Soluciones Cobertura WISP

*Servicio de internet ilimitado

*Proyectos WIFI a medida

La empresa cuenta con un total de 12 trabajadores y la disponibilidad de 2 carros para el servicio técnico o para la instalación de sus productos hacia los clientes.

Figura 4

Vehículos de asistencias técnicas

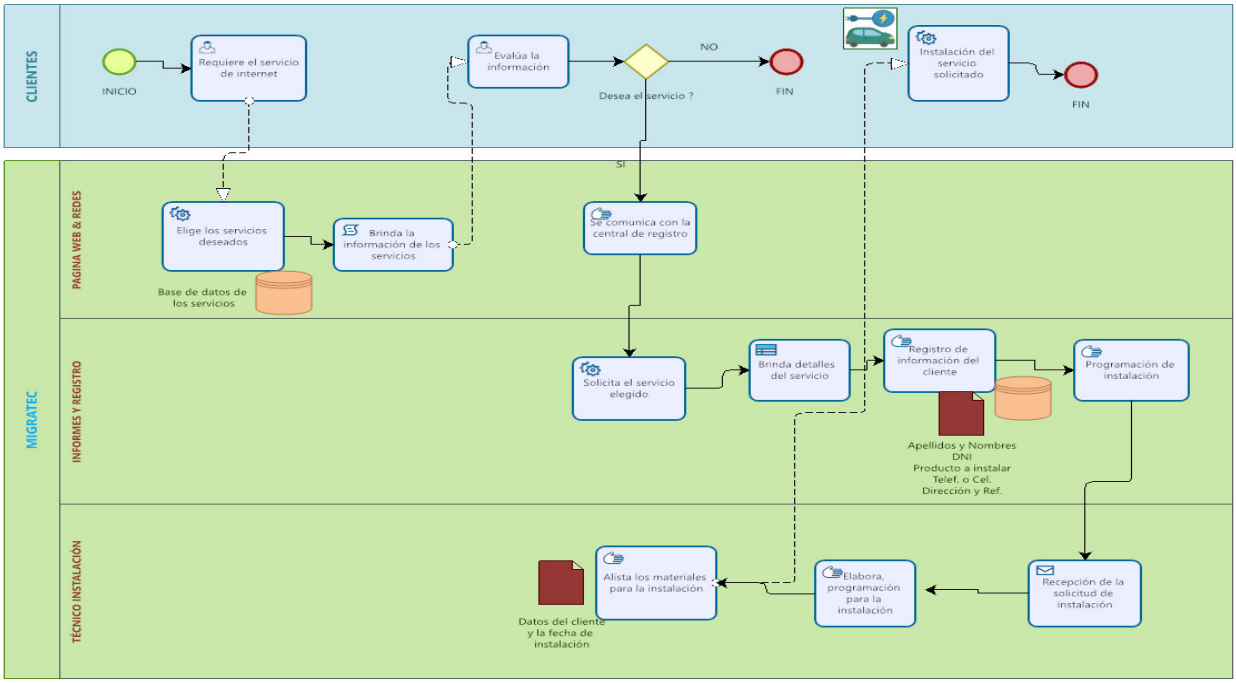


Nota. Referencia de los vehículos que se usan para las asistencias técnicas e instalaciones.

La actividad para realizar es recolectar información, de las bases de datos que se tiene y de los procesos que se realizan para el registro de los clientes e instalación de servicios, presentaremos un diagrama de procesos, para representarlo de forma clara.

Figura 5

Diagrama de los procesos de venta, registro e instalación



Nota. Se ha elaborado los diagramas que explican la interacción del cliente con los

productos deseados, su registro de solicitud y la programación de su instalación del servicio.

3.2. FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD

Identificar el proceso de registro de solicitudes de servicio y el proceso actual de instalaciones para organizar propuestas de mejora de acuerdo con los problemas que se puedan encontrar a futuro, mejorar la calidad de atención al cliente por parte de la empresa MIGRATEC.

-Identificar los procesos de atención al cliente.

-Ordenar los clientes.

-Diseñar propuestas de mejora en registro e instalación de servicio.

-Sugerir diseños de software para la mejora de procesos.

3.2.1. OBJETIVO GENERAL

Modelar mediante el árbol de expansión mínima las conexiones tradicionales de nuestros servicios registrados en el periodo octubre – noviembre 2021 en el distrito de El Agustino

3.2.2. OBJETIVO ESPECIFICO

- Identificar los criterios necesarios para modelar una red mediante un árbol de expansión mínima.
- Identificar la arquitectura radio enlace punto a punto.
- Relacionar la arquitectura radio en lace punto a punto al servicio ofrecido como WISP
- Trazar la nueva red que conecta a los clientes bajo la propuesta de WISP al aplicar el algoritmo de árbol de expansión mínima.

3.3. PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA

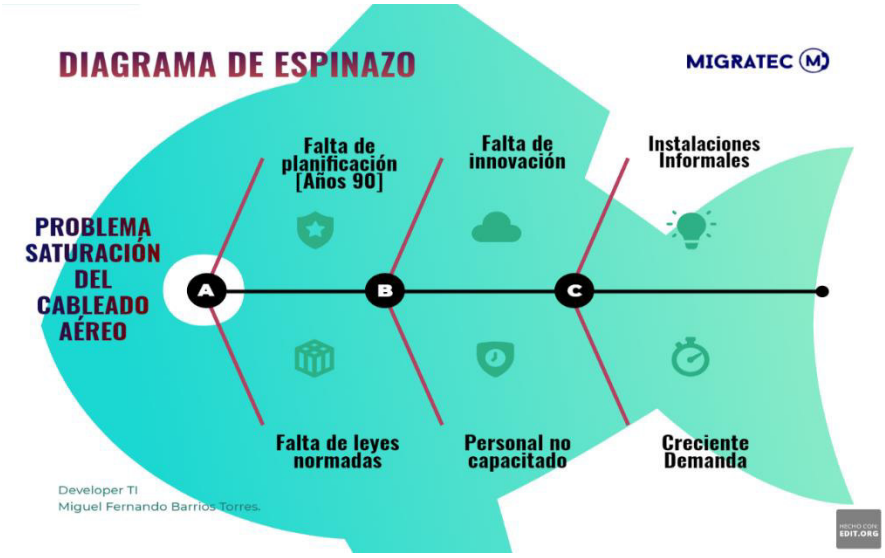
La empresa MIGRATEC cuenta con un modelo de negocio tradicional donde empieza desde el registro manual por parte de la operadora a los clientes que necesitan conocer información de los servicios que se pueden ofrecer, existe una plataforma digital que muestra la información e indica el teléfono para los informes detallados, la operadora registra las solicitudes de productos deseados y estos son llevados a un Excel para posteriormente indicar a los técnicos para la instalación requerida, este proceso tiene una duración de 24 horas para la instalación correspondiente con la lista de los clientes que han solicitado su producto de internet, los técnicos identifican la zona y programan la instalación, con los materiales que serán necesarios.

Las conexiones de los servicios se realizan dependiendo a la zona de cobertura cableada que tiene y se gestiona algunos servicios con red satelital, el proceso de cableado es el tradicional que se maneja desde las primeras empresas que ofrecen el servicio telefónico.

En la investigación del informe se encontraron algunas causas que llevaron a una problemática que directamente afectaría no solo a la empresa sino a todas del rubro de telecomunicaciones y ofrecen el cableado aéreo en sus ofertas, representaremos estas causas en el siguiente gráfico.

Figura 6

Diagrama de Espinazo.



Nota. Diagrama donde se identifican algunas causas que generaron la problemática de saturación cableada.

En la actualidad se observa las numerosas conexiones que se encuentran ubicadas en las calles o avenidas y empiezan a incrementarse los diferentes proveedores de servicio de telecomunicaciones.

Figura 7

Malas prácticas de instalación de cables.



Nota. En la fotografía se ha identificado un ejemplo de las malas prácticas que llevan diferentes proveedores del servicio de telecomunicaciones.

Fuente: Auxiliar de la Av. Independencia Nº1123 Ref. Puente Nuevo.

Los riesgos que lleva estas conexiones y sin las supervisiones adecuadas en las instalaciones puede ocasionar tragedias indirectamente si son o no cables de telecomunicaciones o de alumbrado eléctrico ambas están ubicadas en atmosferas inflamables como se aprecia en la figura1 y estos cables aun posean las resistencias al fuego, tarde o temprano se encenderán ocasionando sustos o tragedias, y también dentro del ornato de los gobiernos locales no se ve muy estético estas conexiones aéreas.

Toda esta situación fue creciendo y en la actualidad empiezan a salir ordenanzas municipales que supervisen los puntos con aglomeraciones de cables y conexiones clandestinas para erradicar este tipo de prácticas que se han venido generando a lo largo de los años.

Figura 8

Retiro de cables en desuso.



Nota. La imagen hace referencia al ejemplo donde se ve el retiro de cables en desuso y el ordenamiento de redes.

Por ello la presente investigación plantea realzar las nuevas arquitecturas de instalaciones de red llamadas radio enlace punto a punto y que aplicaremos a nuestro servicio denominado WISP que ofrecemos en la empresa MIGRATEC, de esta manera planteamos como alternativa los problemas de red tradicional que empiezan a incrementarse en la actualidad y a los costos que implica este tipo de instalaciones en el distrito de El Agustino, englobaremos el caso mediante el algoritmo de árbol de expansión mínima para modelar la propuesta mencionada.

3.3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Después de analizar la problemática y sus posibles causas identificadas se plantean las siguientes preguntas

3.3.2. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo el árbol de expansión mínima puede modelar las conexiones tradicionales de nuestros servicios registrados en el periodo octubre – noviembre 2021 en el distrito de El Agustino?

3.3.3. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Qué criterios son necesarios para modelar una red mediante un árbol de expansión mínima?

- ¿Cómo identificar una arquitectura radio enlace punto a punto?

- ¿De qué manera alinear la arquitectura radio enlace punto a punto al servicio ofrecido como WISP?

- ¿Cuál es la nueva red que conecta a los clientes bajo el enfoque de WISP al aplicar el algoritmo de árbol de expansión mínima?

3.4. LIMITACIONES

3.4.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL

Como el presente estudio se centra en la empresa MIGRATEC, la cual ofrece sus servicios dentro del distrito de El Agustino, provincia de Lima – Perú

3.4.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL

La información recolectada de los clientes registrados está delimitada en dos meses; octubre – noviembre 2021, bajo estos 2 periodos se desarrollará el modelamiento con respecto a sus puntos de instalación solicitados.

3.5. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS

3.5.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

No experimental.- Porque a la investigación realizada no se aplicaron en prueba los nuevos modelos propuestos a los clientes.

En la primera parte del informe se ha organizado los datos, brindados por parte del área comercial que se encarga del registro de clientes y solicitudes de servicio, se

muestra a continuación y cubriendo los datos personales de los usuarios, (para fines de estudio se ha pedido que se nos brinde solo del periodo de octubre – noviembre 2021) para facilitar el modelamiento de la red que se ha propuesto.

Tabla 1

Registro y organización de clientes

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	MIGRATEC							
2	ID	NOMBRES	DNI	TELF	DIRECCION	REF	PRODUCTO	FECHA
3	C001	--	--	*********	Pje. Italia, El Agustino 15006		INSTALACION FIBRA	4/10/2021
4	C002	--	--	*********	Inti 340, Cercado de Lima 15007		INSTALACION FIBRA	6/10/2021
5	C003	--	--	*********	Jiron las Guirnaldas 552, El Agustino 15006		INSTALACION FIBRA	10/10/2021
6	C004	--	--	*********	C. Las Agatas 206-290, Cercado de Lima 15006		INSTALACION FIBRA	12/10/2021
7	C005	--	--	*********	Samaria 181-101, Cercado de Lima 15006		INSTALACION FIBRA	18/10/2021
8	C006	--	--	*********	Jr. Chiquian 2503-2475, Cercado de Lima 15003		INSTALACION FIBRA	20/10/2021
9	C007	--	--	*********	Mariano Baldarrago 246, Cercado de Lima 15006		INSTALACION FIBRA	23/10/2021
10	C008	--	--	*********	Palomine, Cercado de Lima 15004		INSTALACION FIBRA	23/10/2021
11	C009	--	--	*********	García Salcedo 149, Cercado de Lima 15004		INSTALACION FIBRA	25/10/2021
12	C010	--	--	*********	Osores 165, Cercado de Lima 15003		INSTALACION FIBRA	27/10/2021
13	C011	--	--	*********	A, El Agustino 15006		INSTALACION FIBRA	27/10/2021
14	C012	--	--	*********	Av. 1 de Mayo, El Agustino 15008		INSTALACION FIBRA	27/10/2021
15	C013	--	--	*********	Av la Atarjea, El Agustino 15008		INSTALACION FIBRA	21/10/2021
16	C014	--	--	*********	Av Independencia 1825-1837, Cercado de Lima 15006		INSTALACION FIBRA	25/10/2021
17	C015	--	--	*********	Elías Aguirre 181-103, Cercado de Lima 15019		INSTALACION FIBRA	25/10/2021
18	C016	--	--	*********	Jr. Jorge Chavez 127, Cercado de Lima 15004		INSTALACION FIBRA	25/10/2021
19	C017	--	--	*********	El Trebol 431, El Agustino 15004		INSTALACION FIBRA	26/10/2021
20	C018	--	--	*********	Huandoval 210-264, Cercado de Lima 15003		INSTALACION FIBRA	27/10/2021
21	C019	--	--	*********	Lirios 358-386, Cercado de Lima 15006		INSTALACION FIBRA	27/10/2021
22	C020	--	--	*********	Caracol 950-1032, Cercado de Lima 15007		INSTALACION FIBRA	4/11/2021
23	C021	--	--	*********	Jorge Luis Borges, Cercado de Lima 15007		INSTALACION FIBRA	7/09/2021
24	C022	--	--	*********	Calle Max Uhle 110, El Agustino 15007		INSTALACION FIBRA	9/11/2021
25	C023	--	--	*********	Juanjuí 649-627, El Agustino 15007		INSTALACION FIBRA	11/11/2021
26	C024	--	--	*********	C. los Mirlos, Cercado de Lima 15007		INSTALACION FIBRA	12/11/2021
27	C025	--	--	*********	Cerámicas, Cercado de Lima 15006		INSTALACION FIBRA	13/11/2021
28	C026	--	--	*********	Keros 113, Cercado de Lima 15007		INSTALACION FIBRA	13/11/2021
29	C027	--	--	*********	Rio Santa 240, Cercado de Lima 15007		INSTALACION FIBRA	16/11/2021
30	C028	--	--	*********	Río Zaña 234, Cercado de Lima 15007		INSTALACION FIBRA	21/11/2021
31	C029	--	--	*********	Pje. Ciro Alegria 239, El Agustino 15007		INSTALACION FIBRA	27/11/2021
32	C030	--	--	*********	Av. Ferrocarril, Cercado de Lima 15007		INSTALACION FIBRA	30/11/2021

Nota: Listado de clientes y ocultamiento de información personal de los clientes.

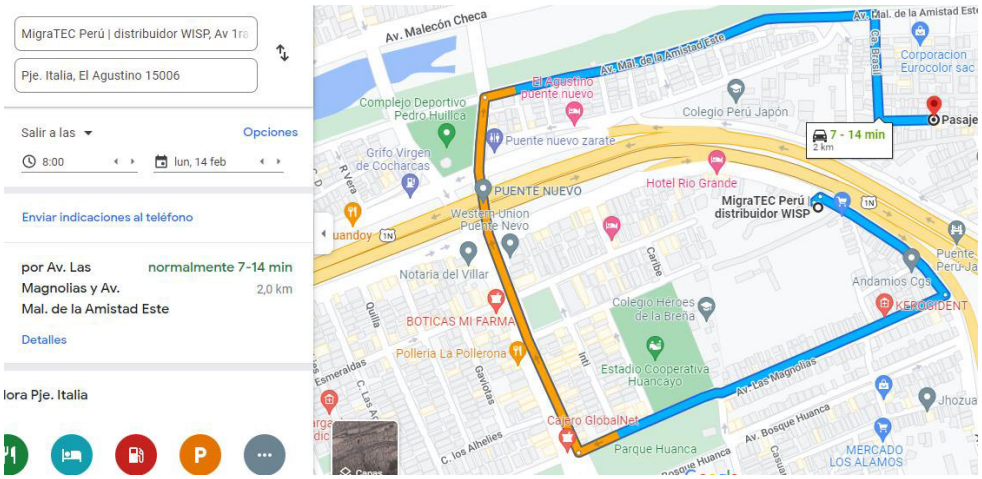
3.5.2. RECOLECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En primer lugar nos ayudamos con el software de Google Maps, para la toma de distancias y tiempos entre diferentes puntos, una herramienta tecnológica que tiene mucha veracidad con respecto a las distancias y en la actualidad se aplica a las soluciones para transporte y logística, con su fácil interacción visual de datos muestra y analiza los datos geoespaciales, y muy tomado en cuenta a la hora de tomar decisiones sobre los tiempos y recorridos que deberíamos seguir cuando necesitamos trasladarnos de una zona a otra.

La imagen que se muestra a continuación es de la toma de distancia como recorrido disponible del servicio de instalación vehicular al cliente 1:

Figura 9

Diagrama de ruta vehicular desde la base hasta el cliente 1.



Nota. Se ha simulado la distancia y tiempo entre nuestra central y el punto destino del cliente 1, si fuese la asistencia vehicular.

Se observa que de la central de MIGRATEC hasta el Cliente 01 con dirección Pje. Italia tiene un recorrido vehicular de 7 min tiempo promedio y una distancia de recorrido de 2km.

Después del cálculo de cada cliente con respecto a la base, se forma la siguiente información en una data que contiene a los clientes, las distancias de partida y los tiempos promedios que lleva el recorrido de los técnicos con el vehículo de la empresa.

Tabla 2

Elaboración de los registros de distancias desde la central a los puntos de clientes

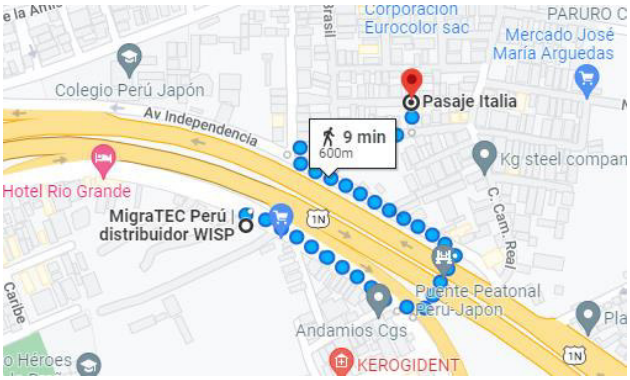
	A	B	C	D	H	I	
1	MIGRATEC						
2	ID	DIRECCION	FECHA	Distancia de partida	tiempo promedio sin trafico	Tiempo promedio con trafico	
3	C001	Pje. Italia, El Agustino 15006	11/10/2021	2 km	7 min	14 min	
4	C002	Inti 340, Cercado de Lima 15007	13/10/2021	800 m	3 min	no determinado	
5	C003	Jiron las Guirnaldas 552, El Agustino 15006	15/10/2021	2 km	6 min	12 min	
6	C004	C. Las Agatas 206-290, Cercado de Lima 15006	15/10/2021	1.5 km	6 min	9 min	
7	C005	Samaria 181-101, Cercado de Lima 15006	4/10/2021	2.6 km	8 min	16 min	
8	C006	Jr. Chiquian 2503-2475, Cercado de Lima 15003	15/10/2021	3.3 km	9 min	18 min	
9	C007	Mariano Baldarrago 246, Cercado de Lima 15006	15/10/2021	3.1 km	8 min	18 min	
10	C008	Palomine, Cercado de Lima 15004	18/10/2021	3.1 km	9 min	22 min	
11	C009	García Salcedo 149, Cercado de Lima 15004	18/10/2021	3.3 km	10 min	20 min	
12	C010	Osores 165, Cercado de Lima 15003	20/10/2021	2.9 km	8 min	18 min	
13	C011	A, El Agustino 15006	20/10/2021	2.4 km	6 min	12 min	
14	C012	Av. 1 de Mayo, El Agustino 15008	20/10/2021	1.8 km	5 min	12 min	
15	C013	Av la Atarjea, El Agustino 15008	21/10/2021	4 km	8 min	16 min	
16	C014	Av Independencia 1825-1837, Cercado de Lima 15006	25/10/2021	3.4 km	10 min	20 min	
17	C015	C. Elias Aguirre 181, Cercado de Lima 15007	25/10/2021	1.7 km	6 min	10 min	*
18	C016	Jr. Jorge Chavez 127, Cercado de Lima 15004	25/10/2021	5.7 km	16 min	35 min	*
19	C017	El Trebol 431, El Agustino 15004	26/10/2021	3.7 km	10 min	22 min	
20	C018	Huandoval 210-264, Cercado de Lima 15003	27/10/2021	4.1 km	12 min	22 min	
21	C019	Lirios 358-386, Cercado de Lima 15006	27/10/2021	1.5 km	5 min	9 min	
22	C020	Caracol 950-1032, Cercado de Lima 15007	27/10/2021	900 m	3 min	no determinado	*
23	C021	Jorge Luis Borges, Cercado de Lima 15007	29/10/2021	1.2 km	4 min	6 min	
24	C022	Calle Max Uhle 110, El Agustino 15007	29/10/2021	1.1 km	4 min	no determinado	*
25	C023	Juanjuí 649-627, El Agustino 15007	30/10/2021	1 km	4 min	no determinado	
26	C024	C. los Mirlos, Cercado de Lima 15007	1/11/2021	1.1 km	4 min	no determinado	
27	C025	Cerámicas, Cercado de Lima 15006	2/11/2021	1 km	3 min	6 min	*
28	C026	Keros 113, Cercado de Lima 15007	2/11/2021	1.6 km	5 min	9 min	
29	C027	Rio Santa 240, Cercado de Lima 15007	4/11/2021	2.6 km	7 min	16 min	
30	C028	Río Zaña 234, Cercado de Lima 15007	4/11/2021	2.5 km	8 min	16 min	
31	C029	Pje. Ciro Alegria 239, El Agustino 15007	5/11/2021	2.8 km	8 min	18 min	
32	C030	Av. Ferrocarril, Cercado de Lima 15007	6/11/2021	2.4 km	6 min	14 min	

Nota: Se levantando la información con la herramienta de GoogleMaps y se ha añadido los tiempos promedios sin trafico y con trafico como datos adicionales.

Como mencionamos una instalación tradicional cableada, tomaremos la simulación que nos da la herramienta de Google para calcular la distancia de cables que más se aproxima en una situación real donde interactúa la instalación del servicio tradicional (cables).

Figura 10

Diagrama de ruta cableada desde la base hasta el cliente 1.



Nota. Se ha simulado la distancia y tiempo entre nuestra central y el punto destino del cliente 1, si fuese cableado el servicio.

Desde la central al cliente 1 (cuya dirección es pasaje Italia) se observa unos 600 metros que aproximaremos a los metros de cables que necesitaremos para llevar la instalación a este punto, de similar forma obtenemos la siguiente tabla con los datos recogidos:

Tabla 3

Registro de distancias simuladas de los metros cableados

MIGRATEC

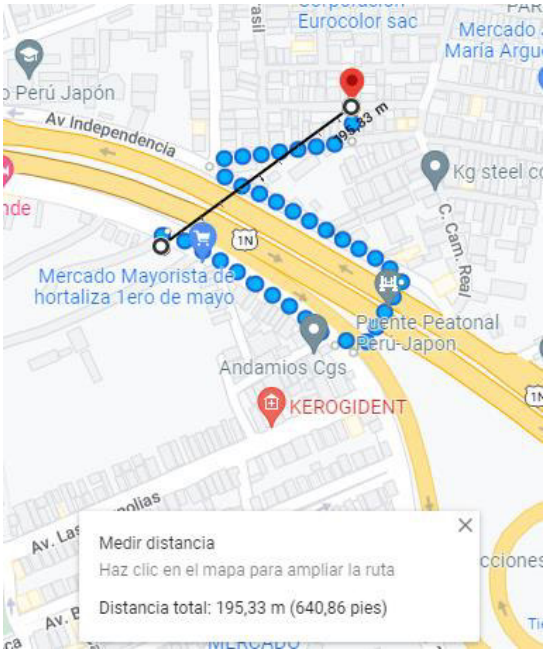
ID	DIRECCION	FECHA	Distancia de partida	Simulación de metros (cableados)
C001	Pje. Italia, El Agustino 15006	11/10/2021	2 km	600 m
C002	Inti 340, Cercado de Lima 15007	13/10/2021	800 m	650 m
C003	Jiron las Guirnaldas 552, El Agustino 15006	15/10/2021	2 km	1800 m
C004	C. Las Agatas 206-290, Cercado de Lima 15006	15/10/2021	1.5 km	1200 m
C005	Samaria 181-101, Cercado de Lima 15006	4/10/2021	2.6 km	1400 m
C006	Jr. Chiquian 2503-2475, Cercado de Lima 15003	15/10/2021	3.3 km	2700 m
C007	Mariano Baldarrago 246, Cercado de Lima 15006	15/10/2021	3.1 km	2900 m
C008	Palomine, Cercado de Lima 15004	18/10/2021	3.1 km	2900 m
C009	García Salcedo 149, Cercado de Lima 15004	18/10/2021	3.3 km	3200 m
C010	Osores 165, Cercado de Lima 15003	20/10/2021	2.9 km	2700 m
C011	A, El Agustino 15006	20/10/2021	2.4 km	1400 m
C012	Av. 1 de Mayo, El Agustino 15008	20/10/2021	1.8 km	1800 m
C013	Av la Atarjea, El Agustino 15008	21/10/2021	4 km	1300 m
C014	Av Independencia 1825-1837, Cercado de Lima 15006	25/10/2021	3.4 km	1500 m
C015	C. Elias Aguirre 181, Cercado de Lima 15007	25/10/2021	1.7 km	1400 m
C016	Jr. Jorge Chavez 127, Cercado de Lima 15004	25/10/2021	5.7 km	4900 m
C017	El Trebol 431, El Agustino 15004	26/10/2021	3.7 km	3500 m
C018	Huandoval 210-264, Cercado de Lima 15003	27/10/2021	4.1 km	3200 m
C019	Lirios 358-386, Cercado de Lima 15006	27/10/2021	1.5 km	1300 m
C020	Caracol 950-1032, Cercado de Lima 15007	27/10/2021	900 m	550 m
C021	Jorge Luis Borges, Cercado de Lima 15007	29/10/2021	1.2 km	1100 m
C022	Calle Max Uhle 110, El Agustino 15007	29/10/2021	1.1 km	1100 m
C023	Juanjuí 649-627, El Agustino 15007	30/10/2021	1 km	700 m
C024	C. los Mirlos, Cercado de Lima 15007	1/11/2021	1.1 km	650 m
C025	Cerámicas, Cercado de Lima 15006	2/11/2021	1 km	850 m
C026	Keros 113, Cercado de Lima 15007	2/11/2021	1.6 km	1300 m
C027	Rio Santa 240, Cercado de Lima 15007	4/11/2021	2.6 km	2100 m
C028	Río Zaña 234, Cercado de Lima 15007	4/11/2021	2.5 km	2300 m
C029	Pje. Ciro Alegria 239, El Agustino 15007	5/11/2021	2.8 km	2300 m
C030	Av. Ferrocarril, Cercado de Lima 15007	6/11/2021	2.4 km	2200 m

Nota: Se considera los datos de las rutas de personas por acercarse a las rutas que se usan en el cableado de redes.

Ahora recogeremos la información de acuerdo con una propuesta direccional que plantearemos en un capítulo más adelante y explicaremos los criterios para identificar una arquitectura radio enlace punto a punto, observamos ahora con respecto al cliente 1.

Figura 11

Diagrama de ruta directa desde la base hasta el cliente 1.



Nota. Se ha simulado la distancia y tiempo entre nuestra central y el punto destino del cliente 1, si fuese directo bajo nuestra propuesta inalámbrica de servicio.

Como se observa la distancia unidireccional es de 195.33 m, trabajaremos redondeando los datos a las unidades más cercanas, en este caso del primer cliente tiene una distancia de 195m, de similar forma se ha levantado la información para los 30 clientes y se ha organizado en la siguiente tabla.

Tabla 4

Registro de las distancias directas

	A	B	C	D	E	F	G
1	MIGRATEC						
2	ID	DIRECCION	FECHA	Distancia de partida	Simulación de metros (cableados)	Distancias exactas UD	Distancias redondeadas UD
3	C001	Pje. Italia, El Agustino 15006	11/10/2021	2 km	600 m	195.33	195 m
4	C002	Inti 340, Cercado de Lima 15007	13/10/2021	800 m	650 m	389.82	390 m
5	C003	Jiron las Guirnaldas 552, El Agustino 15006	15/10/2021	2 km	1800 m	1340.00	1340 m
6	C004	C. Las Agatas 206-290, Cercado de Lima 15006	15/10/2021	1.5 km	1200 m	667.80	668 m
7	C005	Samaria 181-101, Cercado de Lima 15006	4/10/2021	2.6 km	1400 m	303.88	304 m
8	C006	Jr. Chiquian 2503-2475, Cercado de Lima 15003	15/10/2021	3.3 km	2700 m	2310.00	2310 m
9	C007	Mariano Baldarrago 246, Cercado de Lima 15006	15/10/2021	3.1 km	2900 m	2430.00	2430 m
10	C008	Palomine, Cercado de Lima 15004	18/10/2021	3.1 km	2900 m	2540.00	2540 m
11	C009	García Salcedo 149, Cercado de Lima 15004	18/10/2021	3.3 km	3200 m	2700 m	2700 m
12	C010	Osores 165, Cercado de Lima 15003	20/10/2021	2.9 km	2700 m	2200 m	2200 m
13	C011	A, El Agustino 15006	20/10/2021	2.4 km	1400 m	1010m	1010 m
14	C012	Av. 1 de Mayo, El Agustino 15008	20/10/2021	1.8 km	1800 m	1270 m	1270 m
15	C013	Av la Atarjea, El Agustino 15008	21/10/2021	4 km	1300 m	970.77	971 m
16	C014	Av Independencia 1825-1837, Cercado de Lima 15006	25/10/2021	3.4 km	1500 m	360.12	360 m
17	C015	C. Elias Aguirre 181, Cercado de Lima 15007	25/10/2021	1.7 km	1400 m	750.73	751 m
18	C016	Jr. Jorge Chavez 127, Cercado de Lima 15004	25/10/2021	5.7 km	4900 m	3630.00	3630 m
19	C017	El Trebol 431, El Agustino 15004	26/10/2021	3.7 km	3500 m	3140.00	3140 m
20	C018	Huandoval 210-264, Cercado de Lima 15003	27/10/2021	4.1 km	3200 m	2650.00	2650 m
21	C019	Lirios 358-386, Cercado de Lima 15006	27/10/2021	1.5 km	1300 m	1030.00	1030 m
22	C020	Caracol 950-1032, Cercado de Lima 15007	27/10/2021	900 m	550 m	379.37	379 m
23	C021	Jorge Luis Borges, Cercado de Lima 15007	29/10/2021	1.2 km	1100 m	761.29	761 m
24	C022	Calle Max Uhle 110, El Agustino 15007	29/10/2021	1.1 km	1100 m	639.34	639 m
25	C023	Juanjuí 649-627, El Agustino 15007	30/10/2021	1 km	700 m	474.07	474 m
26	C024	C. los Mirlos, Cercado de Lima 15007	1/11/2021	1.1 km	650 m	428.40	428 m
27	C025	Cerámicas, Cercado de Lima 15006	2/11/2021	1 km	850 m	596.94	597 m
28	C026	Keros 113, Cercado de Lima 15007	2/11/2021	1.6 km	1300 m	1020.00	1020 m
29	C027	Rio Santa 240, Cercado de Lima 15007	4/11/2021	2.6 km	2100 m	1770.00	1770 m
30	C028	Río Zaña 234, Cercado de Lima 15007	4/11/2021	2.5 km	2300 m	1780.00	1780 m
31	C029	Pje. Ciro Alegria 239, El Agustino 15007	5/11/2021	2.8 km	2300 m	2030.00	2030 m
32	C030	Av. Ferrocarril, Cercado de Lima 15007	6/11/2021	2.4 km	2200 m	1980.00	1980 m

Nota: Las distancias directas son las que se consideraran para nuestras redes inalámbricas

3.5.3. METODOLOGÍA DE AGRUPAMIENTO

Los datos agrupados están separados con respecto a las distancias que registran a la central y la cercanía que los posicionara en el grupo correspondiente.

El modelo se ajustó a una muestra de 15 clientes los más próximos al punto base de la central de MIGRATEC, este proceso se desarrolló de la siguiente manera:

Se ha estandarizado las distancias de atención técnica vehicular

Tabla 5

Estandarización de las distancias de partida

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	MIGRATEC										
2	ID	DIRECCION	FECHA	Distancia de partida	Simulación de metros (cableados)	Distancias exactas UD	Distancias redondeadas UD	tiempo promedio sin trafico	Tiempo promedio con trafico		Estandarizando columna distancia
3	C001	Pje. Italia, El Agustino 15006	11/10/2021	2 km	600 m	195.33	195 m	7 min	14 min		2
4	C002	Inti 340, Cercado de Lima 15007	13/10/2021	800 m	650 m	389.82	390 m	3 min	no determinado		0.8
5	C003	Jiron las Guirnaldas 552, El Agustino 15006	15/10/2021	2 km	1800 m	1340.00	1340 m	6 min	12 min		2
6	C004	C. Las Agatas 206-290, Cercado de Lima 15006	15/10/2021	1.5 km	1200 m	667.80	668 m	6 min	9 min		1.5
7	C005	Samaria 181-101, Cercado de Lima 15006	4/10/2021	2.6 km	1400 m	303.88	304 m	8 min	16 min		2.6
8	C006	Jr. Chiquian 2503-2475, Cercado de Lima 15003	15/10/2021	3.3 km	2700 m	2310.00	2310 m	9 min	18 min		3.3
9	C007	Mariano Baldarrago 246, Cercado de Lima 15006	15/10/2021	3.1 km	2900 m	2430.00	2430 m	8 min	18 min		3.1
10	C008	Palomine, Cercado de Lima 15004	18/10/2021	3.1 km	2900 m	2540.00	2540 m	9 min	22 min		3.1
11	C009	García Salcedo 149, Cercado de Lima 15004	18/10/2021	3.3 km	3200 m	2700 m	2700 m	10 min	20 min		3.3
12	C010	Osores 165, Cercado de Lima 15003	20/10/2021	2.9 km	2700 m	2200 m	2200 m	8 min	18 min		2.9
13	C011	A, El Agustino 15006	20/10/2021	2.4 km	1400 m	1010m	1010 m	6 min	12 min		2.4
14	C012	Av. 1 de Mayo, El Agustino 15008	20/10/2021	1.8 km	1800 m	1270 m	1270 m	5 min	12 min		1.8
15	C013	Av la Atarjea, El Agustino 15008	21/10/2021	4 km	1300 m	970.77	971 m	8 min	16 min		4
16	C014	Av Independencia 1825-1837, Cercado de Lima 15006	25/10/2021	3.4 km	1500 m	360.12	360 m	10 min	20 min		3.4
17	C015	C. Elias Aguirre 181, Cercado de Lima 15007	25/10/2021	1.7 km	1400 m	750.73	751 m	6 min	10 min	*	1.7
18	C016	Jr. Jorge Chavez 127, Cercado de Lima 15004	25/10/2021	5.7 km	4900 m	3630.00	3630 m	16 min	35 min	*	5.7
19	C017	El Trebol 431, El Agustino 15004	26/10/2021	3.7 km	3500 m	3140.00	3140 m	10 min	22 min		3.7
20	C018	Huandoval 210-264, Cercado de Lima 15003	27/10/2021	4.1 km	3200 m	2650.00	2650 m	12 min	22 min		4.1
21	C019	Lirios 358-386, Cercado de Lima 15006	27/10/2021	1.5 km	1300 m	1030.00	1030 m	5 min	9 min		1.5
22	C020	Caracol 950-1032, Cercado de Lima 15007	27/10/2021	900 m	550 m	379.37	379 m	3 min	no determinado	*	0.9
23	C021	Jorge Luis Borges, Cercado de Lima 15007	29/10/2021	1.2 km	1100 m	761.29	761 m	4 min	6 min		1.2
24	C022	Calle Max Uhle 110, El Agustino 15007	29/10/2021	1.1 km	1100 m	639.34	639 m	4 min	no determinado	*	1.1
25	C023	Juanjuí 649-627, El Agustino 15007	30/10/2021	1 km	700 m	474.07	474 m	4 min	no determinado		1
26	C024	C. los Mirlos, Cercado de Lima 15007	1/11/2021	1.1 km	650 m	428.40	428 m	4 min	no determinado		1.1
27	C025	Cerámicas, Cercado de Lima 15006	2/11/2021	1 km	850 m	596.94	597 m	3 min	6 min	*	1
28	C026	Keros 113, Cercado de Lima 15007	2/11/2021	1.6 km	1300 m	1020.00	1020 m	5 min	9 min		1.6
29	C027	Rio Santa 240, Cercado de Lima 15007	4/11/2021	2.6 km	2100 m	1770.00	1770 m	7 min	16 min		2.6
30	C028	Río Zaña 234, Cercado de Lima 15007	4/11/2021	2.5 km	2300 m	1780.00	1780 m	8 min	16 min		2.5
31	C029	Pje. Ciro Alegria 239, El Agustino 15007	5/11/2021	2.8 km	2300 m	2030.00	2030 m	8 min	18 min		2.8
32	C030	Av. Ferrocarril, Cercado de Lima 15007	6/11/2021	2.4 km	2200 m	1980.00	1980 m	6 min	14 min		2.4

Nota: Se ha estandarizado las distancias a una medida única en kilómetros.

Con la columna estandarizada en kilómetros, se continuo con el ordenamiento de las distancias de asistencia vehicular, y se empezó a iterar el primer valor al grupo 1, y el ultimo valor con mayor ponderación al grupo 2, así hasta terminar los 15 primeros en el grupo uno y los 15 restantes con mayor peso en el grupo 2, este agrupamiento se desarrolló con el fin de facilitar la muestra y probar el modelamiento para los 15 clientes más próximos a la base de la central.

Tabla 6

Ordenamiento de los valores estandarizados

Estandarizando columna distancia	Estandarizando columna distancia	Orden	Clientes identificados	orden de los valores estandarizados	
2	2	0.8	C002	0.8	GRUPO 1
0.8	0.8	0.9	C020	0.9	
2	2	1	C023	1	
1.5	1.5	1	C025	1	
2.6	2.6	1.1	C024	1.1	
3.3	3.3	1.1	C022	1.1	
3.1	3.1	1.2	C021	1.2	
3.1	3.1	1.5	C004	1.5	
3.3	3.3	1.5	C019	1.5	
2.9	2.9	1.6	C026	1.6	
2.4	2.4	1.7	C015	1.7	
1.8	1.8	1.8	C012	1.8	
4	4	2	C001	2	
3.4	3.4	2	C003	2	
1.7	1.7	2.4	C011	2.4	
5.7	5.7	2.4		2.4	GRUPO 2
3.7	3.7	2.5		2.5	
4.1	4.1	2.6		2.6	
1.5	1.5	2.6		2.6	
0.9	0.9	2.8		2.8	
1.2	1.2	2.9		2.9	
1.1	1.1	3.1		3.1	
1	1	3.1		3.1	
1.1	1.1	3.3		3.3	
1	1	3.3		3.3	
1.6	1.6	3.4		3.4	
2.6	2.6	3.7		3.7	
2.5	2.5	4		4	
2.8	2.8	4.1		4.1	
2.4	2.4	5.7		5.7	

Datos asignados para la propuesta de una optimización que conecte a todos los clientes mediante árbol de expansión minima y sus diferentes escenarios bajo esta aplicación.

Nota: Se ha agrupado los valores ordenados en 2 grupos, los del primer grupo serán los valores más cercanos a la central.

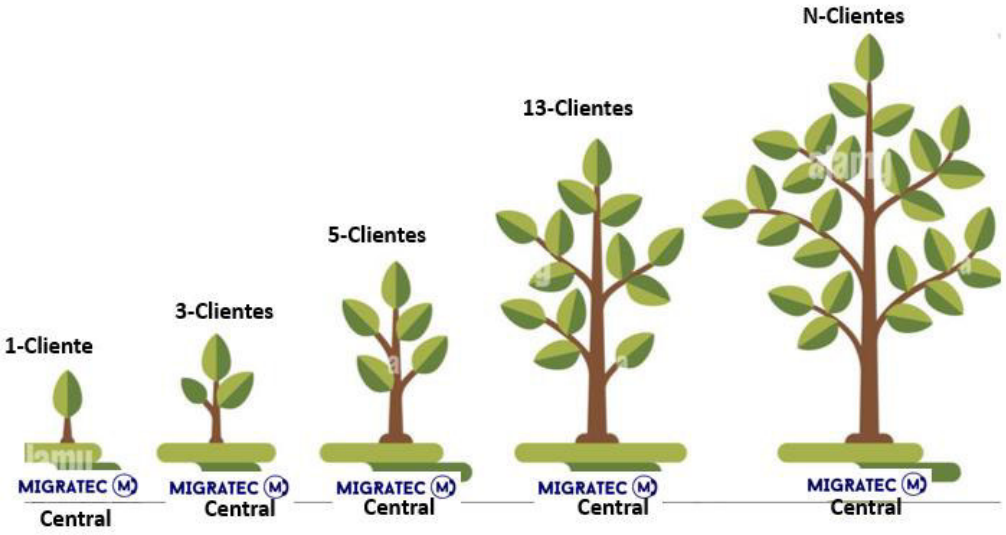
Podemos observar que en el grupo donde plantearemos la propuesta de una red inalámbrica con la arquitectura radio enlace punto a punto se encuentran los Clientes [C002, C020, C023, C025, C024, C022, C021, C004, C019, C026, C015, C012, C001, C003, C011] .

3.5.4. METODOLOGÍA DE ÁRBOL DE EXPANSIÓN MÍNIMA

Es un modelo de optimización de redes, como concepto breve nos permitirá conocer el recorrido de todos los puntos con el menor costo (distancia o tiempo).

Figura 12

Representación del concepto árbol bajo nuestro enfoque de negocio.



Nota 1. Las hojas representaran nuestros clientes y la raíz está representada como nuestra central.

Fuente. La primera capa de la representación tiene como colaboración a Aleksei Egorov – del servidor alamy.es

El propósito de esta representación es entender que los caminos (tallos) nos llevan a los clientes (hojas) y puede darse el caso cuando la red (árbol) es de gran dimensión y con muchos nodos las ramificaciones salen de los primeros clientes. Y bajo este enfoque no pueden formarse ciclos.

Un grafo que conecta a todos los nodos (clientes) y que nunca forme ciclos , estaría implicando que ese grafo es un árbol de clientes para nuestra modelo.

3.5.4.1. CRITERIOS PARA IDENTIFICAR UN ÁRBOL DE EXPANSIÓN MÍNIMA

Según Kruskal (1956) , Un árbol de expansión de n , siendo n la cantidad de nodos que tiene la representación gráfica de clientes, existe una conexión n-1 que viene a representar la arista que conecta a un cliente con respecto a otro, de esta definición podemos inferir con certeza que, si tenemos 15 clientes representados con n, nuestro árbol de expansión de costos mínimos tendrá 14 aristas que conectan a nuestros 15 clientes.

3.5.4.2. MODELO MATEMÁTICO

$$Minimizar \sum_i \sum_j C_{ij} X_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_i \sum_j X_{ij} = n - 1$$

$$\sum_{i,j \in S} X_{ij} \leq |S| - 1 \; para \; cada \; subcojunto \; estricto \; de \; S \; de \; \{1, 2, \ldots, n\} \;\; , \;\; X_{ij} = 0 \; o \; 1$$

3.5.4.3. PROCEDIMIENTO

De la información que se tiene de las aristas (distancias que conectan a cada cliente), ordenar todas de menor a mayor.

Ubicar la distancia menor y conectar ambos clientes que identifican esta arista.

Seguir con la distancia menor, conectar a los clientes que identifican esta arista, si esta conexión generar un ciclo o bucle con los clientes que ya se encuentran generando el árbol de expansión mínima desechar, si no generar el ciclo agregar al árbol generador mínimo, repetir este paso hasta que incluya todos los clientes y las aristas sean n-1.

3.5.5. ARQUITECTURA RADIO ENLACE PUNTO A PUNTO

El concepto de arquitectura, en redes lo llevaremos a los términos más entendibles y lo asociaremos con el esqueleto de una red, los componentes que lo conforman y la guía de cómo funciona esta tipología de red inalámbrica.

3.5.5.1. CRITERIOS PARA PROPONER UNA ARQUITECTURA RADIO ENLACE

Criterios básicos:

1. Zona del servicio (Lugares donde no exista cobertura)

Por lo general el emprendimiento de arquitecturas radio enlace en la actualidad parten de las zonas que no ofrecen una cobertura cableada o accesible, es aquí donde existen muchas empresas que se animan a implementar sistemas de radio enlaces.

2. Proveedores de Internet

Son los encargados en ofrecer el servicio netamente de sus servidores, en el Perú los principales proveedores son Movistar, Claro, Entel y Bitel. De aquí parten las empresas que contratan para vender a otros clientes con menores costos o implementan los radios enlaces para ofrecer internet.

3. Línea de Vista

Es necesario considerar este criterio para direccionar las antenas a los clientes, por lo general siempre se instalan antenas a ciertas alturas para poder direccionar con mayor facilidad a los clientes sin encontrar obstáculos como arboles o edificios de gran numero de piso que reducirían las frecuencias de radio enlace.

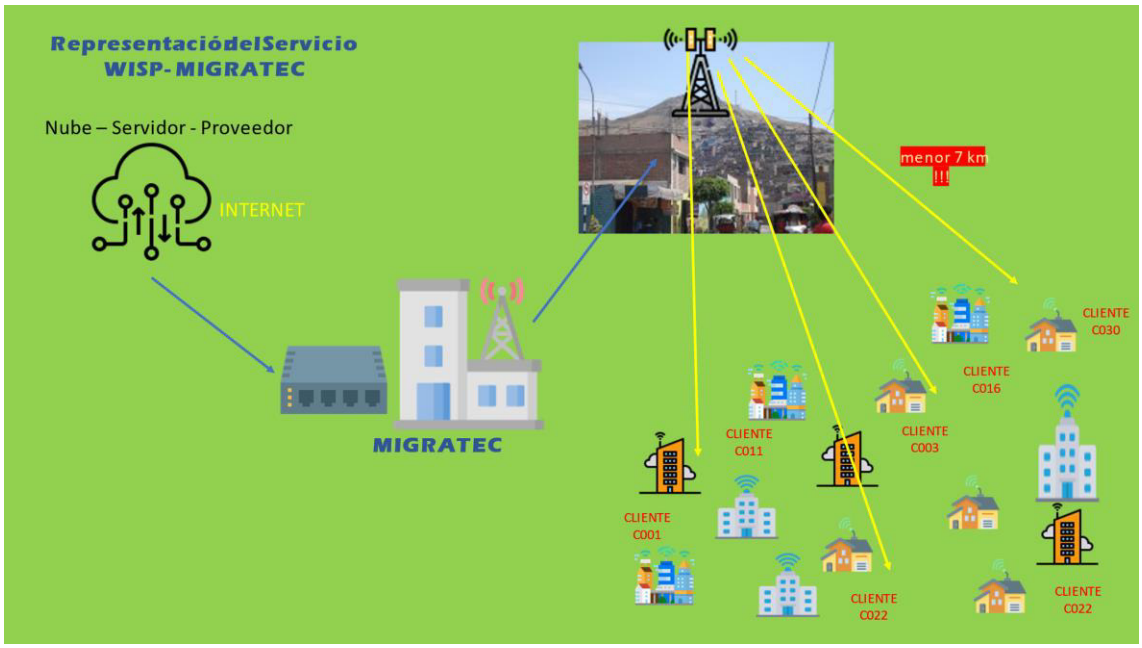
Los elementos principales para estos sistemas según Menendez (2015), son las antenas, transmisoras y receptoras, existen componentes intermediarios como los repetidores de apoyo, la estructura de la radiocomunicación es de tipo serial , una interrupción puede afectar a los clientes de manera general, para estos casos existen sistemas de supervisión y controles automáticos para facilitar la identificación del punto que tenga una avería o corte.

Para que exista la conexión o la transferencia de información serán necesarios contar con el servicio de un proveedor de internet, tener una central donde se regularan los canales y también se cifraran las configuraciones para los usuarios que se conectaran, a partir de ello se tendrán que ubicar las antenas que emitirán una señal de radio a los clientes que desean contar con el servicio de internet mediante WISP, como mencionamos redes inalámbricas estos puntos deben ser antenas para la nueva propuesta.

3.5.5.2. TOPOLOGÍA DE NUESTRO SERVICIO WISP

Figura 13

Representación topológica básica de nuestra propuesta WISP.



Nota. Esta es la representación de la topología planteada para la zona del agustino que se da inicio desde el proveedor de internet.

El máximo rendimiento que se puede sacar a una antena sectorial no debe exceder los 25 clientes, por tal motivo el modelo de nuestra propuesta trabajara con 15 clientes y nos encontramos en el rango sugerido para el modelamiento de la red inalámbrica.

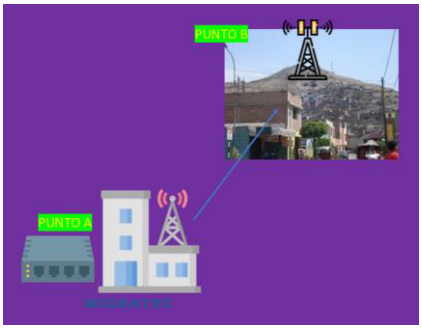
Dato adicional las antenas sectoriales que apuntaran a los clientes tienen un radio de 120º grados direccionales a los puntos deseados.

En el punto A (Uno de los componentes que se necesitara será un router para la recepción del proveedor que nos brindara el servicio de internet, dentro de sus funciones velara la calidad del servicio, seguridad)

En el punto B (Un segundo router se encargará de las configuraciones de la banda de ancha de internet que se suministrará a los clientes

Figura 14

Representación de la Conexión punto central y Antena a gran altura.

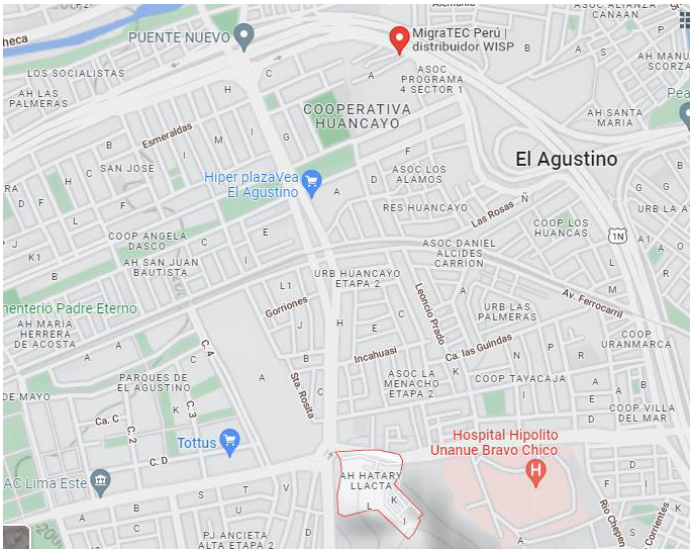


Nota. Esta representación identifica la conexión del punto A de la Central de Migratec con la Antena del punto B , donde se encuentra las antenas de recepción y sectoriales donde ubicaremos a una altura considera.

Para la implementación de una antena sectorial que es la habilita la señal a los routers de cada clientes esta debe cumplir con una ubicación notablemente en la parte más alta de cualquier edificación, por este motivo. La empresa tiene la zona cercana al Hospital Hipólito Unanue de Bravo Chico, como punto de referencia para la antena sectorial.

Figura 15

Representación de la Ubicación de las antenas del punto B



Nota. Es la zona que es recomendada para nuestra propuesta para la conexión de las antenas sectoriales.

Para nuestro estudio veremos que cubre a los clientes de la muestra del grupo 1.

Se aprecia que tiene una excelente posición para la zona de cobertura a los clientes que se encuentran cerca a la base de la central de la empresa.

Figura 16

Ubicación de Antena sectorial.



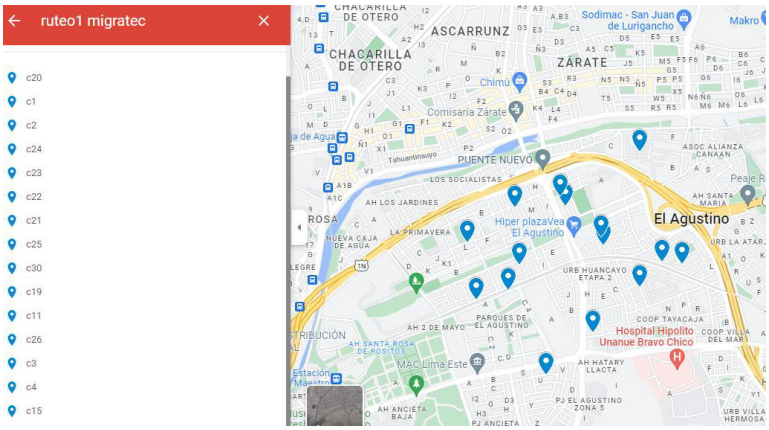
Nota. La antena sectorial debe siempre tener la dirección de las receptoras de los clientes.

3.5.6. RELACIÓN DE NUESTRO SERVICIO WISP A LA RED ACTUAL QUE SE MANEJA EN EL DISTRITO DE EL AGUSTINO

En primer lugar, mapearemos a los clientes dentro del sistema de geolocalización de Google Maps, y observamos los puntos donde se encuentran, basado al enfoque tradicional se hará el recorrido simulado de las asistencias técnicas que reciben los clientes, y calcularemos todas las distancias posibles entre cada cliente para observar la red que se está presentando en la actualidad.

Figura 17

Mapeo de clientes del grupo 1 en el mapa.

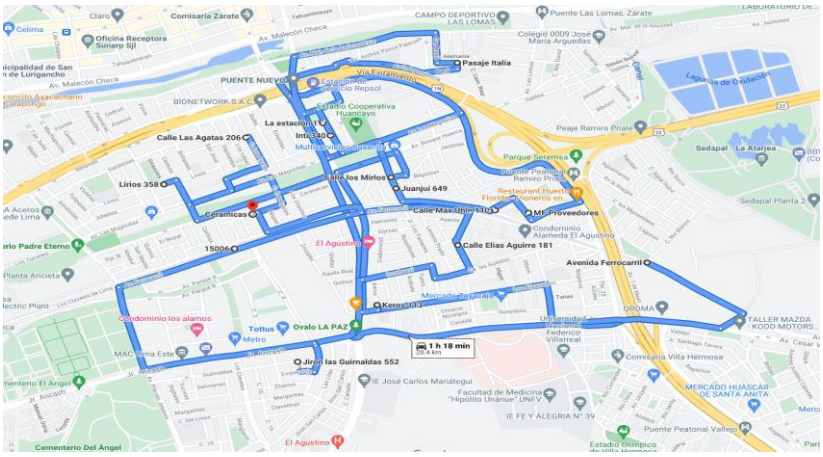


Nota. Localización de los clientes del grupo 1 en el mapa y con la ayuda de la herramienta de Google Maps.

Imagen de la situación actual de recorridos

Figura 18

Simulación del recorrido de asistencia vehicular para el grupo 1.



Nota. Con ayuda de la herramienta de Google, se logró simular el recorrido que tienen los técnicos para las asistencias de los clientes del grupo 1.

Registro de distancias entre los clientes del grupo de muestra, en la totalidad de escenarios presentados :

Tabla 7

Registro de distancias disponibles del cliente 2 a los demás clientes.

REGISTRO DE DISTANCIAS ENTRE LOS CLIENTES DEL GRUPO 1

BASE -> C002

	Asistencia V	Red Cableado	ist Direct Exa	Dist Wisp
C020	83	83	67.41	67
C023	1600	450	351.47	351
C025	1800	550	374.13	374
C024	1400	400	300.32	300
C022	1700	900	705.82	706
C021	1700	1000	776.29	776
C004	1600	900	311.64	312
C019	1500	900	649.65	650
C026	1700	950	818.05	818
C015	1700	950	694.21	694
C012	2400	1900	1360	1360
C001	1200	1100	581.1	581
C003	2000	1400	1070	1070
C011	2500	900	363.54	364

Nota: Se ha levantado la información partiendo como origen el cliente 2 y se ha calculado las distancias a los demás clientes del grupo 1.

El registro de esta tabla se elaboró calculando todas las distancias desde el cliente 2 a todos los clientes del grupo 1, podemos observar los cálculos desde el anexo 91 hasta el anexo 118.

De esta manera se continuó los cálculos para los otros 14 clientes faltantes, obteniendo las siguientes tablas de datos con las distancias de asistencia vehicular , la red de cableado simulada y las distancias directas planteadas por nuestra arquitectura WISP.

Para nuestro cliente 20 se tiene la siguiente tabla:

Tabla 8

Registro de las distancias del cliente 20

BASE -> C020

	Asistencia V	Red Cableado	Dist Direct Ex	Dist WISP
C002	1300	83	67	67
C023	1600	550	408.27	408
C025	1100	600	414.8	415
C024	1600	500	356.42	356
C022	1600	950	758.05	758
C021	1600	1100	826.84	827
C004	1500	950	293.76	294
C019	1500	950	655.96	656
C026	1600	1000	871.07	871
C015	1600	1000	755.71	756
C012	2300	2000	1400	1400
C001	1100	1100	570.7	571
C003	1900	1400	1120	1120
C011	2400	950	669.09	669

Nota: Se ha levantado la información partiendo como origen el cliente 20 y se ha calculado las distancias a los demás clientes del grupo 1.

Para nuestro cliente 23 se tiene la siguiente tabla:

Tabla 9

Registro de las distancias del cliente 23

BASE -> C023

	Asistencia V	Red Cableado	Dist Direct Ex	Dist Direct
C002	500	450	351	351
C020	550	550	408	408
C025	800	550	425.75	426
C024	55	55	55.04	55
C022	1300	400	381.45	381
C021	1200	550	465.29	465
C004	1200	1200	606.24	606
C019	1200	1200	860.14	860
C026	1300	750	551.67	552
C015	1400	750	349.87	350
C012	2000	1400	1020	1020
C001	1700	1000	634.06	634
C003	1700	1200	889.93	890
C011	2100	750	662.37	662

Nota: Se ha levantado la información partiendo como origen el cliente 23 y se ha calculado las distancias a los demás clientes del grupo 1.

Para nuestro cliente 25 se tiene la siguiente tabla:

Tabla 10

Registro de las distancias del cliente 25

BASE -> C025

	Asistencia V	Red Cableado	Dist Direct Ex	Dist Direct
C002	800	550	374	374
C020	600	600	415	415
C023	1300	550	426	426
C024	750	550	416.42	416
C022	1700	850	783.05	783
C021	1600	1000	875.11	875
C004	650	650	356.13	356
C019	650	650	456.75	457
C026	1100	800	574.98	575
C015	1100	850	663.53	664
C012	2100	1800	1370	1370
C001	1600	1400	929.33	929
C003	1400	1200	724.89	725
C011	1300	350	269.21	269

Nota: Se ha levantado la información partiendo como origen el cliente 25 y se ha calculado las distancias a los demás clientes del grupo 1.

Para nuestro cliente 24 se tiene la siguiente tabla:

Tabla 11

Registro de las distancias del cliente 24

BASE -> C024

	Asistencia V	Red Cableado	Dist Direct Ex	Dist Direct
C002	400	400	300	300
C020	500	500	356	356
C023	900	55	55	55
C025	750	550	416	416
C022	1200	450	415.58	416
C021	1200	600	496.53	497
C004	1100	1100	573.44	573
C019	1100	1100	839.38	839
C026	1300	750	596.97	597
C015	1300	750	398.8	399
C012	1900	1500	1060	1060
C001	1600	1000	589.52	590
C003	1600	1200	929.5	930
C011	2000	750	665.28	665

Nota: Se ha levantado la información partiendo como origen el cliente 24 y se ha calculado las distancias a los demás clientes del grupo 1.

Para nuestro cliente 22 se tiene la siguiente tabla:

Tabla 12

Registro de las distancias del cliente 22

BASE -> C022

	Asistencia V	Red Cableado	Dist Direct Ex	Dist Direct
C002	900	900	706	706
C020	950	950	758	758
C023	400	400	381	381
C025	850	850	783	783
C024	450	450	416	416
C021	130	130	94.54	95
C004	1500	1500	987.68	988
C019	1500	1500	1230	1230
C026	1200	1000	623.74	624
C015	1200	1000	213.27	213
C012	1200	1000	650.36	650
C001	2000	1300	717.15	717
C003	1500	1500	1010	1010
C011	2000	1000	981.67	982

Nota: Se ha levantado la información partiendo como origen el cliente 22 y se ha calculado las distancias a los demás clientes del grupo 1.

Para nuestro cliente 21 se tiene la siguiente tabla:

Tabla 13

Registro de las distancias del cliente 21

BASE -> C021

	Asistencia V	Red Cableado	Dist Direct Ex	Dist Direct
C002	1200	1000	776	776
C020	1200	1100	827	827
C023	700	550	465	465
C025	1100	1000	875	875
C024	750	600	497	497
C022	130	130	95	95
C004	1800	1600	1080	1080
C019	1800	1600	1320	1320
C026	1500	1200	709.17	709
C015	1500	1000	291.93	292
C012	1100	950	597.6	598
C001	2300	1300	698.12	698
C003	1800	1600	1090	1090
C011	2200	1200	1070	1070

Nota: Se ha levantado la información partiendo como origen el cliente 21 y se ha calculado las distancias a los demás clientes del grupo 1.

Para nuestro cliente 4 se tiene la siguiente tabla:

Tabla 14

Registro de las distancias del cliente 4

BASE -> C004

	Asistencia V	Red Cableado	Dist Direct Ex	Dist Direct
C002	1500	900	312	312
C020	1100	950	294	294
C023	2200	1200	606	606
C025	1000	650	356	356
C024	1400	1100	573	573
C022	2300	1500	988	988
C021	2300	1600	1080	1080
C019	600	600	372.73	373
C026	1900	1500	921.4	921
C015	1800	1500	933.73	934
C012	3000	2500	1610	1610
C001	1700	1600	855.59	856
C003	2000	1900	1080	1080
C011	1700	1000	519.84	520

Nota: Se ha levantado la información partiendo como origen el cliente 4 y se ha calculado las distancias a los demás clientes del grupo 1.

Para nuestro cliente 19 se tiene la siguiente tabla:

Tabla 15

Registro de las distancias del cliente 19

BASE -> C019

	Asistencia V	Red Cableado	Dist Direct Ex	Dist Direct
C002	1300	900	650	650
C020	1100	950	656	656
C023	1800	1200	860	860
C025	650	650	457	457
C024	1200	1100	839	839
C022	2400	1500	1230	1230
C021	2100	1600	1320	1320
C004	600	600	373	373
C026	1600	1400	971	971
C015	1600	1500	1130	1130
C012	2600	2500	1820	1820
C001	1900	1700	1240	1240
C003	1900	1600	970.08	970
C011	1300	700	396.07	396

Nota: Se ha levantado la información partiendo como origen el cliente 19 y se ha calculado las distancias a los demás clientes del grupo 1.

Para nuestro cliente 26 se tiene la siguiente tabla:

Tabla 16

Registro de las distancias del cliente 26

BASE -> C026

	Asistencia V	Red Cableado	Dist Direct Ex	Dist Direct
C002	1200	950	818	818
C020	1000	1000	871	871
C023	1700	750	552	552
C025	850	800	575	575
C024	1100	750	597	597
C022	1600	1000	624	624
C021	1500	1200	709	709
C004	1500	1500	921	921
C019	1500	1400	971	971
C015	650	650	409.73	410
C012	1300	1300	962.66	963
C001	2000	1700	1160	1160
C003	800	550	396.89	397
C011	550	260	131.42	131

Nota: Se ha levantado la información partiendo como origen el cliente 26 y se ha calculado las distancias a los demás clientes del grupo 1.

Para nuestro cliente 15 se tiene la siguiente tabla:

Tabla 17

Registro de las distancias del cliente 15

BASE -> C015

	Asistencia V	Red Cableado	Dist Direct Ex	Dist Direct
C002	1600	950	694	694
C020	1400	1000	756	756
C023	1500	750	350	350
C025	1300	850	664	664
C024	1600	750	399	399
C022	1200	1000	213	213
C021	1100	1000	292	292
C004	1900	1500	934	934
C019	1900	1500	1130	1130
C026	650	650	410	410
C012	1200	1200	699.63	700
C001	2500	1700	847.08	847
C003	1200	1100	803.78	804
C011	2400	1000	825.02	825

Nota: Se ha levantado la información partiendo como origen el cliente 15 y se ha calculado las distancias a los demás clientes del grupo 1.

Para nuestro cliente 12 se tiene la siguiente tabla:

Tabla 18

Registro de las distancias del cliente 12

BASE -> C012

	Asistencia V	Red Cableado	Dist Direct Ex	Dist Direct
C002	1900	1900	1360	1360
C020	2000	2000	1400	1400
C023	1400	1400	1020	10200
C025	1800	1800	1370	1370
C024	1500	1500	1060	1060
C022	1000	1000	650	650
C021	950	950	598	598
C004	2500	2500	1610	1610
C019	2500	2500	1820	1820
C026	1300	1300	963	963
C015	1200	1200	700	700
C001	3000	2000	1270	1270
C003	1600	1600	1290	1290
C011	1100	1100	983.94	984

Nota: Se ha levantado la información partiendo como origen el cliente 12 y se ha calculado las distancias a los demás clientes del grupo 1.

Para nuestro cliente 1 se tiene la siguiente tabla:

Tabla 19

Registro de las distancias del cliente 1

BASE -> C001

	Asistencia V	Red Cableado	Dist Direct Ex	Dist Direct
C002	1800	1100	581	581
C020	1400	1100	571	571
C023	2300	1000	634	634
C025	1500	1400	929	929
C024	1700	1000	590	590
C022	2400	1300	717	717
C021	2300	1300	698	698
C004	1900	1600	856	856
C019	1900	1700	1240	1240
C026	2000	1700	1160	1160
C015	2000	1700	847	847
C012	3200	2000	1270	1270
C003	2300	2200	1530	1530
C011	2800	1800	1190	1190

Nota: Se ha levantado la información partiendo como origen el cliente 1 y se ha calculado las distancias a los demás clientes del grupo 1.

Para nuestro cliente 3 se tiene la siguiente tabla:

Tabla 20

Registro de las distancias del cliente 3

BASE -> C003

	Asistencia V	Red Cableado	Dist Direct Ex	Dist Direct
C002	1700	1400	1070	1070
C020	1400	1400	1120	1120
C023	2200	1200	890	890
C025	1300	1200	725	725
C024	1600	1200	930	930
C022	2200	1500	1010	1010
C021	2000	1600	1090	1090
C004	2000	1900	1080	1080
C019	1900	1600	970	970
C026	550	550	397	397
C015	1200	1100	804	804
C012	1600	1600	1290	1290
C001	2500	2200	1530	1530
C011	1500	1000	579.9	580

Nota: Se ha levantado la información partiendo como origen el cliente 3 y se ha calculado las distancias a los demás clientes del grupo 1.

Y finalmente para nuestro cliente 11 se tiene los siguientes datos:

Tabla 21

Registro de las distancias del cliente 11

BASE -> C011

	Asistencia V	Red Cableado	Dist Direct Ex	Dist Direct
C002	1400	900	364	364
C020	1200	950	669	669
C023	1900	750	662	662
C025	1000	350	269	269
C024	1300	750	665	665
C022	2100	1000	982	982
C021	2000	1200	1070	1070
C004	1700	1000	520	520
C019	1700	700	396	396
C026	1200	260	131	131
C015	1200	1000	825	825
C012	2200	1100	984	984
C001	2200	1800	1190	1190
C003	1500	1000	580	580

Nota: Se ha levantado la información partiendo como origen el cliente 11 y se ha calculado las distancias a los demás clientes del grupo 1.

3.6. RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD

Se ha procedido a organizar la información en una matriz de 3 categorías: Las distancias de asistencia vehicular, La red de cableado aproximado y las distancias directas bajo el enfoque de radio enlace planteada.

Para las distancias de Asistencia vehicular se organizó de la siguiente manera:

Tabla 22

Registro matricial de las distancias de asistencia vehicular de los clientes del grupo 1

REGISTRO DE DISTANCIAS MATRICIAL ENTRE LOS CLIENTES DEL GRUPO 1

Distancia Asist. Vehicular

	C002	C020	C023	C025	C024	C022	C021	C004	C019	C026	C015	C012	C001	C003	C011
C002		83	1600	1800	1400	1700	1700	1600	1500	1700	1700	2400	1200	2000	2500
C020	1300		1600	1100	1600	1600	1600	1500	1500	1600	1600	2300	1100	1900	2400
C023	500	550		800	55	1300	1200	1200	1200	1300	1400	2000	1700	1700	2100
C025	800	600	1300		750	1700	1600	650	650	1100	1100	2100	1600	1400	1300
C024	400	500	900	750		1200	1200	1100	1100	1300	1300	1900	1600	1600	2000
C022	900	950	400	850	450		130	1500	1500	1200	1200	1200	2000	1500	2000
C021	1200	1200	700	1100	750	130		1800	1800	1500	1500	1100	2300	1800	2200
C004	1500	1100	2200	1000	1400	2300	2300		600	1900	1800	3000	1700	2000	1700
C019	1300	1100	1800	650	1200	2400	2100	600		1600	1600	2600	1900	1900	1300
C026	1200	1000	1700	850	1100	1600	1500	1500	1500		650	1300	2000	800	550
C015	1600	1400	1500	1300	1600	1200	1100	1900	1900	650		1200	2500	1200	2400
C012	1900	2000	1400	1800	1500	1000	950	2500	2500	1300	1200		3000	1600	1100
C001	1800	1400	2300	1500	1700	2400	2300	1900	1900	2000	2000	3200		2300	2800
C003	1700	1400	2200	1300	1600	2200	2000	2000	1900	550	1200	1600	2500		1500
C011	1400	1200	1900	1000	1300	2100	2000	1700	1700	1200	1200	2200	2200	1500	

Nota: Se ha ordenado en una matriz las distancias de asistencia vehicular que corresponden entre los clientes del grupo 1

Para la red aproximada de cableado (enfoque tradicional) se organizó la siguiente tabla:

Tabla 23

Registro matricial de las distancias cableadas de los clientes del grupo 1

Distancia Cableado

	C002	C020	C023	C025	C024	C022	C021	C004	C019	C026	C015	C012	C001	C003	C011
C002		83	450	550	400	900	1000	900	900	950	950	1900	1100	1400	900
C020	83		550	600	500	950	1100	950	950	1000	1000	2000	1100	1400	950
C023	450	550		550	55	400	550	1200	1200	750	750	1400	1000	1200	750
C025	550	600	550		550	850	1000	650	650	800	850	1800	1400	1200	350
C024	400	500	55	550		450	600	1100	1100	750	750	1500	1000	1200	750
C022	900	950	400	850	450		130	1500	1500	1000	1000	1000	1300	1500	1000
C021	1000	1100	550	1000	600	130		1600	1600	1200	1000	950	1300	1600	1200
C004	900	950	1200	650	1100	1500	1600		600	1500	1500	2500	1600	1900	1000
C019	900	950	1200	650	1100	1500	1600	600		1400	1500	2500	1700	1600	700
C026	950	1000	750	800	750	1000	1200	1500	1400		650	1300	1700	550	260
C015	950	1000	750	850	750	1000	1000	1500	1500	650		1200	1700	1100	1000
C012	1900	2000	1400	1800	1500	1000	950	2500	2500	1300	1200		2000	1600	1100
C001	1100	1100	1000	1400	1000	1300	1300	1600	1700	1700	1700	2000		2200	1800
C003	1400	1400	1200	1200	1200	1500	1600	1900	1600	550	1100	1600	2200		1000
C011	900	950	750	350	750	1000	1200	1000	700	260	1000	1100	1800	1000	

Nota: Se ha ordenado en una matriz las distancias de cableado que corresponden entre los clientes del grupo 1

Y finalmente se ha organizado las distancias directas bajo el enfoque radio enlace:

Tabla 24

Registro matricial de las distancias directas de los clientes del grupo 1

Distancia Directa

	C002	C020	C023	C025	C024	C022	C021	C004	C019	C026	C015	C012	C001	C003	C011
C002		67	351	374	300	706	776	312	650	818	694	1360	581	1070	364
C020	67		408	415	356	758	827	294	656	871	756	1400	571	1120	669
C023	351	408		426	55	381	465	606	860	552	350	1020	634	890	662
C025	374	415	426		416	783	875	356	457	575	664	1370	929	725	269
C024	300	356	55	416		416	497	573	839	597	399	1060	590	930	665
C022	706	758	381	783	416		95	988	1230	624	213	650	717	1010	982
C021	776	827	465	875	497	95		1080	1320	709	292	598	698	1090	1070
C004	312	294	606	356	573	988	1080		373	921	934	1610	856	1080	520
C019	650	656	860	457	839	1230	1320	373		971	1130	1820	1240	970	396
C026	818	871	552	575	597	624	709	921	971		410	963	1160	397	131
C015	694	756	350	664	399	213	292	934	1130	410		700	847	804	825
C012	1360	1400	10200	1370	1060	650	598	1610	1820	963	700		1270	1290	984
C001	581	571	634	929	590	717	698	856	1240	1160	847	1270		1530	1190
C003	1070	1120	890	725	930	1010	1090	1080	970	397	804	1290	1530		580
C011	364	669	662	269	665	982	1070	520	396	131	825	984	1190	580	

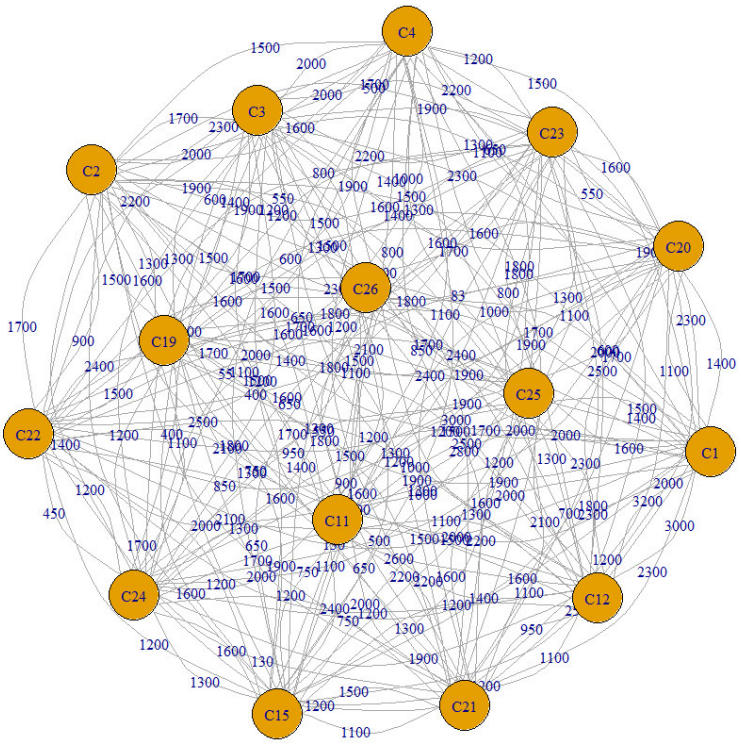
Nota: Se ha ordenado en una matriz las distancias directas que corresponden entre los clientes del grupo 1

3.6.1. RESULTADOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

De nuestra primera categoría de asistencia vehicular, se obtiene el siguiente grafo de red:

Figura 19

Grafica de red Asistencia vehicular tradicional.



Nota. Con la ayuda del lenguaje R y el entorno de desarrollo de RStudio se representó todas las conexiones que comparten los clientes bajo la asistencia vehicular de los técnicos.

Se puede ratificar, la red compleja que se arma y la posibilidad de no tomar buenas decisiones cuando se evalúa una asistencia o los mantenimientos presenciales donde asisten los técnicos en cada cliente, y esta evaluación solo se ha considerado la muestra de 15 clientes, para fines practicas los técnicos en la actualidad toman decisiones basadas en su sentido común respecto al conocimiento empírico que tienen sobre las distancias y tiempo que les llevaría asistir a los clientes que necesitan este servicio.

Como esta información levantada en las distancias matriciales de asistencia vehicular podemos apreciar que no es simétrica por tener una red dirigida y las rutas entre origen y destino varían al retomar un regreso, en algunos casos como la del cliente 22 y cliente 21 es la misma distancia de ida que la de regreso.

Tabla 25

Registro matricial de las distancias de asistencia vehicular, para el inicio de las iteraciones

REGISTRO DE DISTANCIAS MATRICIAL ENTRE LOS CLIENTES DEL GRUPO 1

Distancia Asist. Vehicular

	C002	C020	C023	C025	C024	C022	C021	C004	C019	C026	C015	C012	C001	C003	C011
C002		83	1600	1800	1400	1700	1700	1600	1500	1700	1700	2400	1200	2000	2500
C020	1300		1600	1100	1600	1600	1600	1500	1500	1600	1600	2300	1100	1900	2400
C023	500	550		800	55	1300	1200	1200	1200	1300	1400	2000	1700	1700	2100
C025	800	600	1300		750	1700	1600	650	650	1100	1100	2100	1600	1400	1300
C024	400	500	900	750		1200	1200	1100	1100	1300	1300	1900	1600	1600	2000
C022	900	950	400	850	450		130	1500	1500	1200	1200	1200	2000	1500	2000
C021	1200	1200	700	1100	750	130		1800	1800	1500	1500	1100	2300	1800	2200
C004	1500	1100	2200	1000	1400	2300	2300		600	1900	1800	3000	1700	2000	1700
C019	1300	1100	1800	650	1200	2400	2100	600		1600	1600	2600	1900	1900	1300
C026	1200	1000	1700	850	1100	1600	1500	1500	1500		650	1300	2000	800	550
C015	1600	1400	1500	1300	1600	1200	1100	1900	1900	650		1200	2500	1200	2400
C012	1900	2000	1400	1800	1500	1000	950	2500	2500	1300	1200		3000	1600	1100
C001	1800	1400	2300	1500	1700	2400	2300	1900	1900	2000	2000	3200		2300	2800
C003	1700	1400	2200	1300	1600	2200	2000	2000	1900	550	1200	1600	2500		1500
C011	1400	1200	1900	1000	1300	2100	2000	1700	1700	1200	1200	2200	2200	1500	

Nota: Las iteraciones se iniciará desde el registro matricial de distancias de asistencia vehicular.

El proceso iterativo comienza con la identificación de la arista con menor distancia, para nuestro caso evaluamos mediante Excel todo este proceso:

1.- Orden de las aristas de menor a mayor para identificar de que conexión partiremos.

Figura 20

Ordenamiento de los valores de distancia de asistencia vehicular.

55	83	130	130	400	400	450	500	500	550
550	550	600	600	600	650	650	650	650	650
700	750	750	750	800	800	800	850	850	900
900	950	950	1000	1000	1000	1000	1100	1100	1100
1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
1200	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
1300	1300	1300	1300	1300	1400	1400	1400	1400	1400
1400	1400	1400	1400	1500	1500	1500	1500	1500	1500
1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
1500	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
1600	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700
1700	1700	1700	1700	1700	1800	1800	1800	1800	1800

Nota. Se ha ordenado las distancias para empezar las iteraciones desde el valor mínimo hasta completar la conexión de todos los clientes.

Se ha identificado que debemos buscar la arista con peso 55, y este se encuentra entre el cliente 23 y cliente 24, como se muestra en el siguiente gráfico.

Figura 21

Pintado del valor mínimo para las distancias de Asistencia vehicular.

REGISTRO DE DISTANCIAS MATRICIAL ENTRE LOS CLIENTES DEL GRUPO 1

Distancia Asist. Vehicular

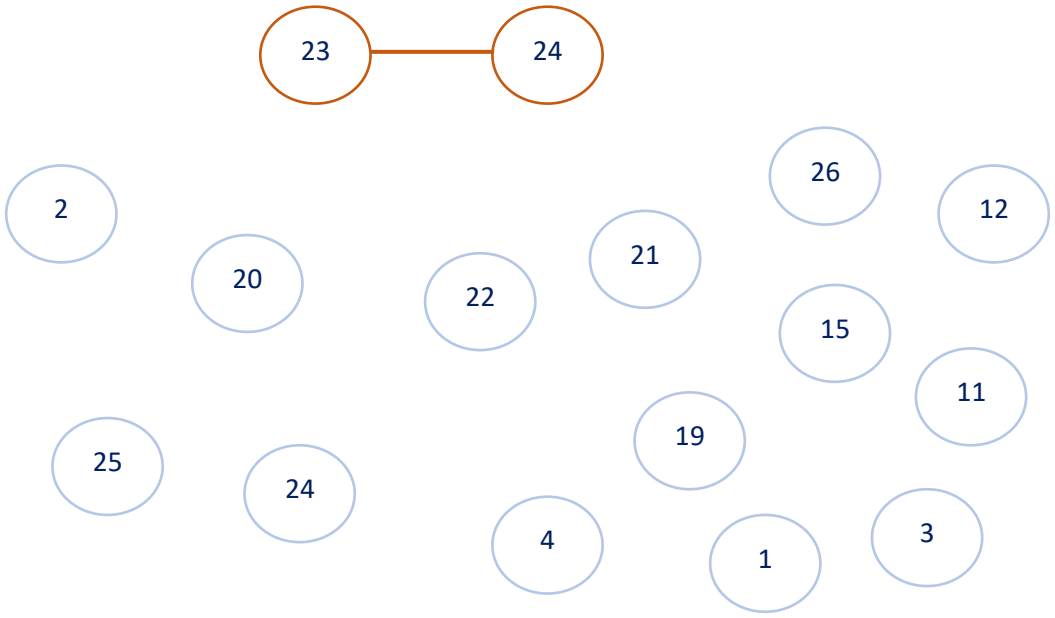
	C002	C020	C023	C025	C024	C022	C021	C004	C019	C026	C015	C012	C001	C003	C011
C002		83	1600	1800	1400	1700	1700	1600	1500	1700	1700	2400	1200	2000	2500
C020	1300		1600	1100	1600	1600	1600	1500	1500	1600	1600	2300	1100	1900	2400
C023	500	550		800	55	1300	1200	1200	1200	1300	1400	2000	1700	1700	2100
C025	800	600	1300		750	1700	1600	650	650	1100	1100	2100	1600	1400	1300
C024	400	500	900	750		1200	1200	1100	1100	1300	1300	1900	1600	1600	2000
C022	900	950	400	850	450		130	1500	1500	1200	1200	1200	2000	1500	2000
C021	1200	1200	700	1100	750	130		1800	1800	1500	1500	1100	2300	1800	2200
C004	1500	1100	2200	1000	1400	2300	2300		600	1900	1800	3000	1700	2000	1700
C019	1300	1100	1800	650	1200	2400	2100	600		1600	1600	2600	1900	1900	1300
C026	1200	1000	1700	850	1100	1600	1500	1500	1500		650	1300	2000	800	550
C015	1600	1400	1500	1300	1600	1200	1100	1900	1900	650		1200	2500	1200	2400
C012	1900	2000	1400	1800	1500	1000	950	2500	2500	1300	1200		3000	1600	1100
C001	1800	1400	2300	1500	1700	2400	2300	1900	1900	2000	2000	3200		2300	2800
C003	1700	1400	2200	1300	1600	2200	2000	2000	1900	550	1200	1600	2500		1500
C011	1400	1200	1900	1000	1300	2100	2000	1700	1700	1200	1200	2200	2200	1500	

Nota. Para facilitar la ubicación de los valores y los clientes que comparten esta distancia se ha coloreada los pasos a seguir de las iteraciones.

De este primer paso se obtiene la ligadura que conecta al cliente 23 y al cliente 24, como se muestra a continuación:

Figura 22

Representación de la conexión de la primera iteración



Nota. Se ha identificado a los clientes que comparten la mínima distancia que los conecta y se ha empezado a enlazarlos para graficar el árbol generador.

Como mencionamos nuestros datos de la matriz no son simétricos, porque la información levantada es direccionada entre los clientes y no exactamente coinciden las distancias entre los clientes cuando uno regresa, a los puntos de origen, por esta razón las iteraciones se tomarán siguiendo la tabla organizada de aristas como se muestra en la siguiente figura.

Figura 23

Coloreo del segundo valor identificado.

REGISTRO DE DISTANCIAS MATRICIAL ENTRE LOS CLIENTES DEL GRUPO 1

Distancia Asist. Vehicular

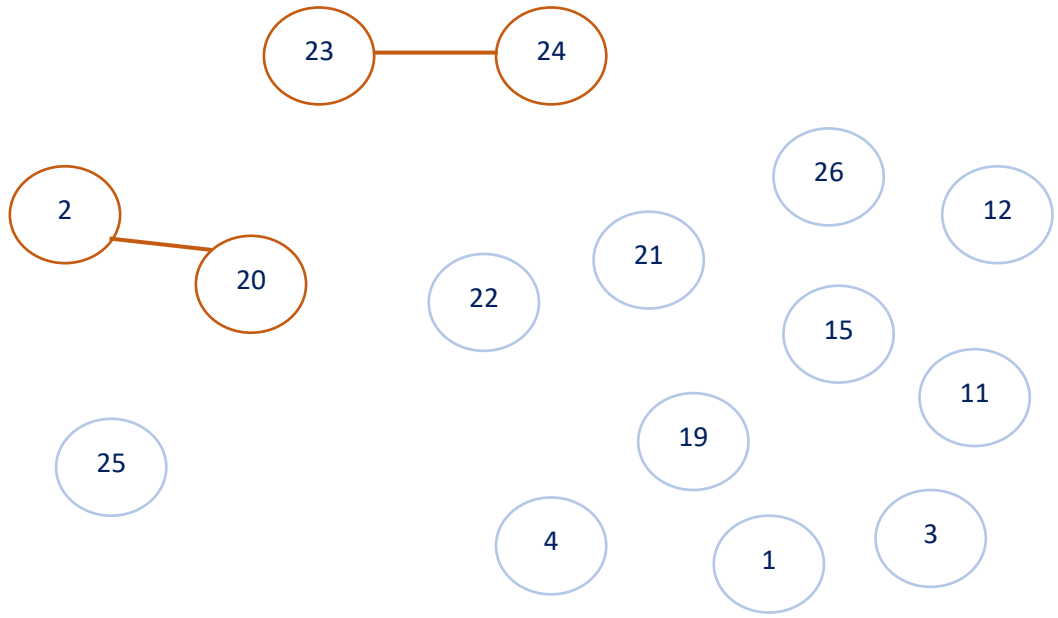
	C002	C020	C023	C025	C024	C022	C021	C004	C019	C026	C015	C012	C001	C003	C011
C002		83	1600	1800	1400	1700	1700	1600	1500	1700	1700	2400	1200	2000	2500
C020	1300		1600	1100	1600	1600	1600	1500	1500	1600	1600	2300	1100	1900	2400
C023	500	550		800	55	1300	1200	1200	1200	1300	1400	2000	1700	1700	2100
C025	800	600	1300		750	1700	1600	650	650	1100	1100	2100	1600	1400	1300
C024	400	500	900	750		1200	1200	1100	1100	1300	1300	1900	1600	1600	2000
C022	900	950	400	850	450		130	1500	1500	1200	1200	1200	2000	1500	2000
C021	1200	1200	700	1100	750	130		1800	1800	1500	1500	1100	2300	1800	2200
C004	1500	1100	2200	1000	1400	2300	2300		600	1900	1800	3000	1700	2000	1700
C019	1300	1100	1800	650	1200	2400	2100	600		1600	1600	2600	1900	1900	1300
C026	1200	1000	1700	850	1100	1600	1500	1500	1500		650	1300	2000	800	550
C015	1600	1400	1500	1300	1600	1200	1100	1900	1900	650		1200	2500	1200	2400
C012	1900	2000	1400	1800	1500	1000	950	2500	2500	1300	1200		3000	1600	1100
C001	1800	1400	2300	1500	1700	2400	2300	1900	1900	2000	2000	3200		2300	2800
C003	1700	1400	2200	1300	1600	2200	2000	2000	1900	550	1200	1600	2500		1500
C011	1400	1200	1900	1000	1300	2100	2000	1700	1700	1200	1200	2200	2200	1500	

Nota. De similar forma se ha identificado al segundo valor con peso de 83 que conecta a los clientes 2 y 20.

De este segundo paso se obtiene la ligadura que conecta al cliente 2 con el cliente 20, como se observa:

Figura 24

Representación de la conexión de la segunda iteración



Nota. Se ha enlazado la segunda conexión y se observa que no se forma ciclos y es válido agregar a nuestra red.

En la red general se tiene a estas 2 ligaduras y se observa que no forman ciclos porque no se conectan y tampoco están formando un árbol, de esta manera se continúa con el tercer valor:

Figura 25

Coloreo de la 3era iteración

REGISTRO DE DISTANCIAS MATRICIAL ENTRE LOS CLIENTES DEL GRUPO 1

Distancia Asist. Vehicular

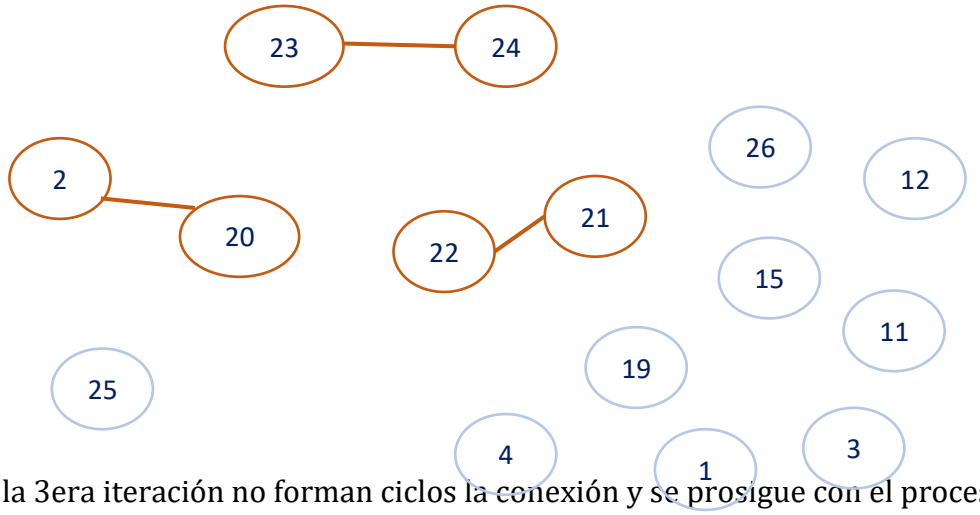
	C002	C020	C023	C025	C024	C022	C021	C004	C019	C026	C015	C012	C001	C003	C011
C002		83	1600	1800	1400	1700	1700	1600	1500	1700	1700	2400	1200	2000	2500
C020	1300		1600	1100	1600	1600	1600	1500	1500	1600	1600	2300	1100	1900	2400
C023	500	550		800	55	1300	1200	1200	1200	1300	1400	2000	1700	1700	2100
C025	800	600	1300		750	1700	1600	650	650	1100	1100	2100	1600	1400	1300
C024	400	500	900	750		1200	1200	1100	1100	1300	1300	1900	1600	1600	2000
C022	900	950	400	850	450		130	1500	1500	1200	1200	1200	2000	1500	2000
C021	1200	1200	700	1100	750	130		1800	1800	1500	1500	1100	2300	1800	2200
C004	1500	1100	2200	1000	1400	2300	2300		600	1900	1800	3000	1700	2000	1700
C019	1300	1100	1800	650	1200	2400	2100	600		1600	1600	2600	1900	1900	1300
C026	1200	1000	1700	850	1100	1600	1500	1500	1500		650	1300	2000	800	550
C015	1600	1400	1500	1300	1600	1200	1100	1900	1900	650		1200	2500	1200	2400
C012	1900	2000	1400	1800	1500	1000	950	2500	2500	1300	1200		3000	1600	1100
C001	1800	1400	2300	1500	1700	2400	2300	1900	1900	2000	2000	3200		2300	2800
C003	1700	1400	2200	1300	1600	2200	2000	2000	1900	550	1200	1600	2500		1500
C011	1400	1200	1900	1000	1300	2100	2000	1700	1700	1200	1200	2200	2200	1500	

Nota. En este caso el mismo valor de ida y vuelta es 130.

Para este valor de arista o ligadura observamos que coincide la distancia de ida y vuelta, pasamos a graficar esta conexión y vemos que no forman ciclos al agregar al cliente 22 con el cliente 21.

Figura 26

Representación de la conexión de la 3era iteración.



Nota. Con la 3era iteración no forman ciclos la conexión y se prosigue con el proceso, en caso formara ciclos simplemente no se agrega a la red y se prosigue con las iteraciones.

Los procesos iterativos continúan y con el cuidado de formar ciclos, restricción de la teoría de grafos, cuando se menciona la propiedad de un árbol. Se muestra a continuación la solución encontrada después de conectar a todos los clientes.

Figura 27

Coloreo final de las distancias de asistencia vehicular

REGISTRO DE DISTANCIAS MATRICIAL ENTRE LOS CLIENTES DEL GRUPO 1

Distancia Asist. Vehicular

	C002	C020	C023	C025	C024	C022	C021	C004	C019	C026	C015	C012	C001	C003	C011
C002		83	1600	1800	1400	1700	1700	1600	1500	1700	1700	2400	1200	2000	2500
C020	1300		1600	1100	1600	1600	1600	1500	1500	1600	1600	2300	1100	1900	2400
C023	500	550		800	55	1300	1200	1200	1200	1300	1400	2000	1700	1700	2100
C025	800	600	1300		750	1700	1600	650	650	1100	1100	2100	1600	1400	1300
C024	400	500	900	750		1200	1200	1100	1100	1300	1300	1900	1600	1600	2000
C022	900	950	400	850	450		130	1500	1500	1200	1200	1200	2000	1500	2000
C021	1200	1200	700	1100	750	130		1800	1800	1500	1500	1100	2300	1800	2200
C004	1500	1100	2200	1000	1400	2300	2300		600	1900	1800	3000	1700	2000	1700
C019	1300	1100	1800	650	1200	2400	2100	600		1600	1600	2600	1900	1900	1300
C026	1200	1000	1700	850	1100	1600	1500	1500	1500		650	1300	2000	800	550
C015	1600	1400	1500	1300	1600	1200	1100	1900	1900	650		1200	2500	1200	2400
C012	1900	2000	1400	1800	1500	1000	950	2500	2500	1300	1200		3000	1600	1100
C001	1800	1400	2300	1500	1700	2400	2300	1900	1900	2000	2000	3200		2300	2800
C003	1700	1400	2200	1300	1600	2200	2000	2000	1900	550	1200	1600	2500		1500
C011	1400	1200	1900	1000	1300	2100	2000	1700	1700	1200	1200	2200	2200	1500	

Nota. Finalmente se ha completado las conexiones entre todos los clientes y sus relaciones.

Tabla 26

Valores del árbol generador para las distancias de asistencia vehicular

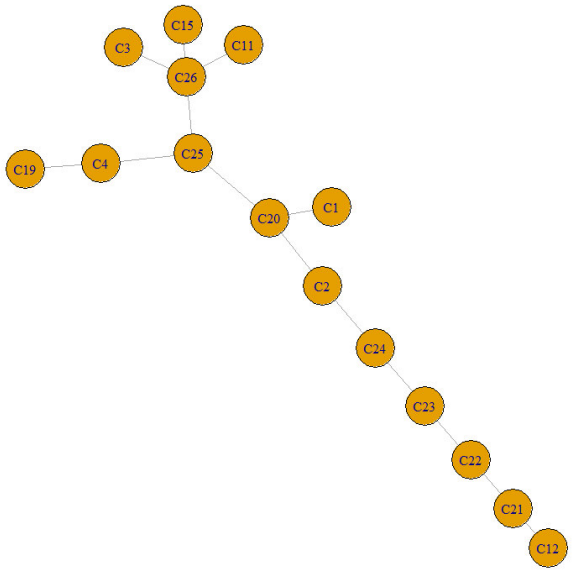
ARBOL GENERADOR		
Origen	Destino	Peso
C23	C24	55
C2	C20	83
C21	C22	130
C24	C2	400
C22	C23	400
C26	C11	550
C3	C26	550
C25	C20	600
C4	C19	600
C26	C15	650
C25	C4	750
C26	C25	850
C12	C21	950
C20	C1	1100
total		7668 metros

Nota: Después de las iteraciones se obtuvo las conexiones que forman el árbol generador de las distancias de asistencia vehicular.

Graficaremos el árbol mínimo generador que interconecta a todos los clientes del grupo 1.

Figura 28

Árbol generador mínimo de las distancias de asistencia vehicular.

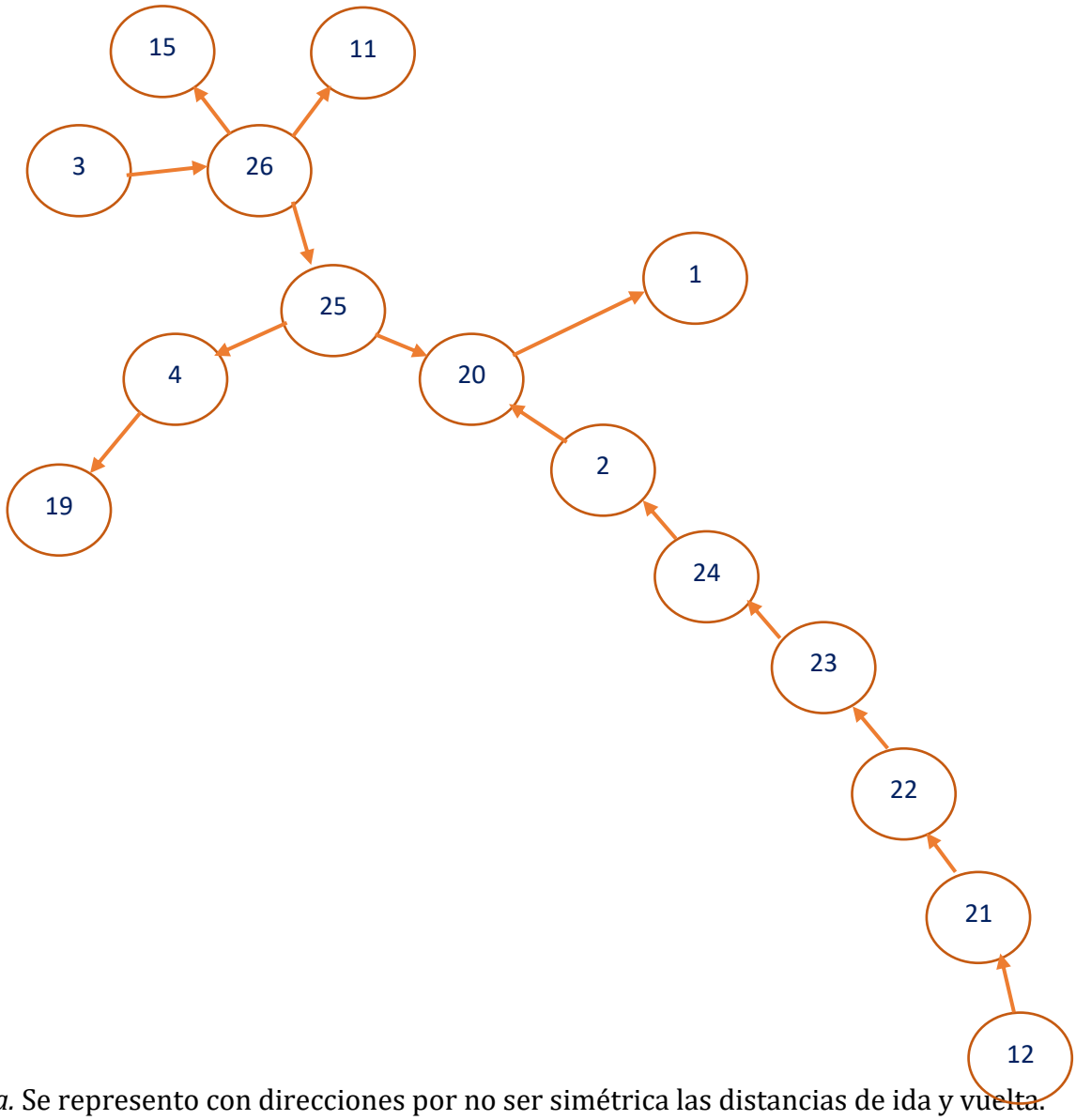


Nota. Con la ayuda del software Rstudio se ha graficado la red, que representa al árbol de expansión mínima de las distancias de asistencia vehicular.

Recordemos que se trata de la red que se formó con las distancias de asistencia vehicular que realizan los técnicos para instalaciones, reporte de averías, mantenimientos o asistencias específicas que necesiten los clientes. Por este motivo graficaremos para esta red las direcciones en caso los técnicos necesiten una información guiada para futuras decisiones.

Figura 29

Representación de las direcciones del árbol de distancias de asistencia vehicular



Nota. Se represento con direcciones por no ser simétrica las distancias de ida y vuelta.

Árbol direccionado de las distancias de asistencia vehicular a los clientes del grupo 1.

De esta red generada el cálculo estimado es de 7768 metros con recorrido vehicular, para nuestra propuesta nos enfocaremos en las redes que se generaran con las distancias de cableado y las distancias directas entre clientes, se ha definido que la distancia tradicional que se maneja es la que estimamos con los datos recogidos de distancia cableada y la red propuesta es la que será generada por los datos de distancias directas.

3.6.2. RESULTADOS DE LA SITUACIÓN PROPUESTA

A continuación, mostraremos los resultados para los datos de distancia cableada.

Tabla 27

Registro de las distancias matriciales de distancias cableadas antes de las iteraciones

REGISTRO DE DISTANCIAS MATRICIAL ENTRE LOS CLIENTES DEL GRUPO 1

Distancia Cableado

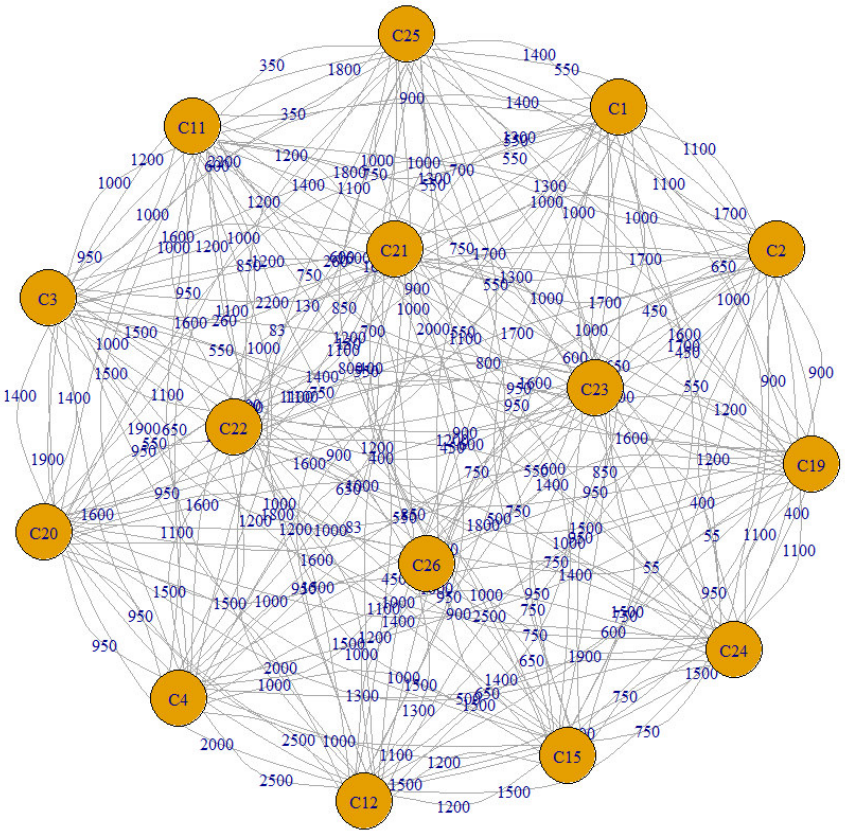
	C002	C020	C023	C025	C024	C022	C021	C004	C019	C026	C015	C012	C001	C003	C011
C002		83	450	550	400	900	1000	900	900	950	950	1900	1100	1400	900
C020	83		550	600	500	950	1100	950	950	1000	1000	2000	1100	1400	950
C023	450	550		550	55	400	550	1200	1200	750	750	1400	1000	1200	750
C025	550	600	550		550	850	1000	650	650	800	850	1800	1400	1200	350
C024	400	500	55	550		450	600	1100	1100	750	750	1500	1000	1200	750
C022	900	950	400	850	450		130	1500	1500	1000	1000	1000	1300	1500	1000
C021	1000	1100	550	1000	600	130		1600	1600	1200	1000	950	1300	1600	1200
C004	900	950	1200	650	1100	1500	1600		600	1500	1500	2500	1600	1900	1000
C019	900	950	1200	650	1100	1500	1600	600		1400	1500	2500	1700	1600	700
C026	950	1000	750	800	750	1000	1200	1500	1400		650	1300	1700	550	260
C015	950	1000	750	850	750	1000	1000	1500	1500	650		1200	1700	1100	1000
C012	1900	2000	1400	1800	1500	1000	950	2500	2500	1300	1200		2000	1600	1100
C001	1100	1100	1000	1400	1000	1300	1300	1600	1700	1700	1700	2000		2200	1800
C003	1400	1400	1200	1200	1200	1500	1600	1900	1600	550	1100	1600	2200		1000
C011	900	950	750	350	750	1000	1200	1000	700	260	1000	1100	1800	1000	

Nota: Se partirá de la matriz de distancias cableadas.

Para estos datos tenemos el siguiente grafo de redes que conectan a estos clientes:

Figura 30

Diagrama de red que simula todas las conexiones de las distancias de cableado



Nota. Se ha representado todas las conexiones viables del grupo 1 con respecto a las conexiones cableadas que las conectarían.

De similar forma que el primer análisis, ordenamos los valores de aristas

Figura 31

Ordenamiento de los valores de distancias que simulan el cableado del grupo 1

55	55	83	83	130	130	260	260	350	350
400	400	400	400	450	450	450	450	500	500
550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
550	550	600	600	600	600	600	600	650	650
650	650	650	650	700	700	750	750	750	750
750	750	750	750	750	750	750	750	800	800
850	850	850	850	900	900	900	900	900	900
900	900	950	950	950	950	950	950	950	950
950	950	950	950	950	950	1000	1000	1000	1000
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
1000	1000	1000	1000	1100	1100	1100	1100	1100	1100
1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1200	1200
1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
1200	1200	1200	1200	1300	1300	1300	1300	1300	1300

Nota. Se ha ordenado de menor a mayor los valores que fueron registrados para la simulación de cableado de los clientes del grupo 1.

Y con ayuda de la herramienta de Excel identificamos los valores y empezamos con las relaciones entre los clientes y sus valores mínimos:

Figura 32

Coloreo inicial de la matriz de distancias cableadas

BUSCAR VALOR

55

REGISTRO DE DISTANCIAS MATRICIAL ENTRE LOS CLIENTES DEL GRUPO 1

Distancia Cableado

	C002	C020	C023	C025	C024	C022	C021	C004	C019	C026	C015	C012	C001	C003	C011
C002		83	450	550	400	900	1000	900	900	950	950	1900	1100	1400	900
C020	83		550	600	500	950	1100	950	950	1000	1000	2000	1100	1400	950
C023	450	550		550	55	400	550	1200	1200	750	750	1400	1000	1200	750
C025	550	600	550		550	850	1000	650	650	800	850	1800	1400	1200	350
C024	400	500	55	550		450	600	1100	1100	750	750	1500	1000	1200	750
C022	900	950	400	850	450		130	1500	1500	1000	1000	1000	1300	1500	1000
C021	1000	1100	550	1000	600	130		1600	1600	1200	1000	950	1300	1600	1200
C004	900	950	1200	650	1100	1500	1600		600	1500	1500	2500	1600	1900	1000
C019	900	950	1200	650	1100	1500	1600	600		1400	1500	2500	1700	1600	700
C026	950	1000	750	800	750	1000	1200	1500	1400		650	1300	1700	550	260
C015	950	1000	750	850	750	1000	1000	1500	1500	650		1200	1700	1100	1000
C012	1900	2000	1400	1800	1500	1000	950	2500	2500	1300	1200		2000	1600	1100
C001	1100	1100	1000	1400	1000	1300	1300	1600	1700	1700	1700	2000		2200	1800
C003	1400	1400	1200	1200	1200	1500	1600	1900	1600	550	1100	1600	2200		1000
C011	900	950	750	350	750	1000	1200	1000	700	260	1000	1100	1800	1000	

Nota. Para facilitar la identificación de los valores y la conexión de clientes se ha coloreado las iteraciones .

Siempre verificando que no se formen ciclos y que lleguemos a las 14 ligaduras o aristas que conecten a nuestros 15 clientes, después de las iteraciones se logró obtener el siguiente registro de valores en la tabla matricial.

Figura 33

Coloreo Final de las iteraciones realizadas para las distancias cableadas

REGISTRO DE DISTANCIAS MATRICIAL ENTRE LOS CLIENTES DEL GRUPO 1

Distancia Cableado

	C002	C020	C023	C025	C024	C022	C021	C004	C019	C026	C015	C012	C001	C003	C011
C002		83	450	550	400	900	1000	900	900	950	950	1900	1100	1400	900
C020	83		550	600	500	950	1100	950	950	1000	1000	2000	1100	1400	950
C023	450	550		550	55	400	550	1200	1200	750	750	1400	1000	1200	750
C025	550	600	550		550	850	1000	650	650	800	850	1800	1400	1200	350
C024	400	500	55	550		450	600	1100	1100	750	750	1500	1000	1200	750
C022	900	950	400	850	450		130	1500	1500	1000	1000	1000	1300	1500	1000
C021	1000	1100	550	1000	600	130		1600	1600	1200	1000	950	1300	1600	1200
C004	900	950	1200	650	1100	1500	1600		600	1500	1500	2500	1600	1900	1000
C019	900	950	1200	650	1100	1500	1600	600		1400	1500	2500	1700	1600	700
C026	950	1000	750	800	750	1000	1200	1500	1400		650	1300	1700	550	260
C015	950	1000	750	850	750	1000	1000	1500	1500	650		1200	1700	1100	1000
C012	1900	2000	1400	1800	1500	1000	950	2500	2500	1300	1200		2000	1600	1100
C001	1100	1100	1000	1400	1000	1300	1300	1600	1700	1700	1700	2000		2200	1800
C003	1400	1400	1200	1200	1200	1500	1600	1900	1600	550	1100	1600	2200		1000
C011	900	950	750	350	750	1000	1200	1000	700	260	1000	1100	1800	1000	

Nota. Se aprecia los valores de distancias y sus respectivos clientes al finalizar las iteraciones y tener a todos los clientes conectados.

Podemos identificar el siguiente árbol generador mínimo :

Tabla 28

Árbol generado de las distancias cableadas

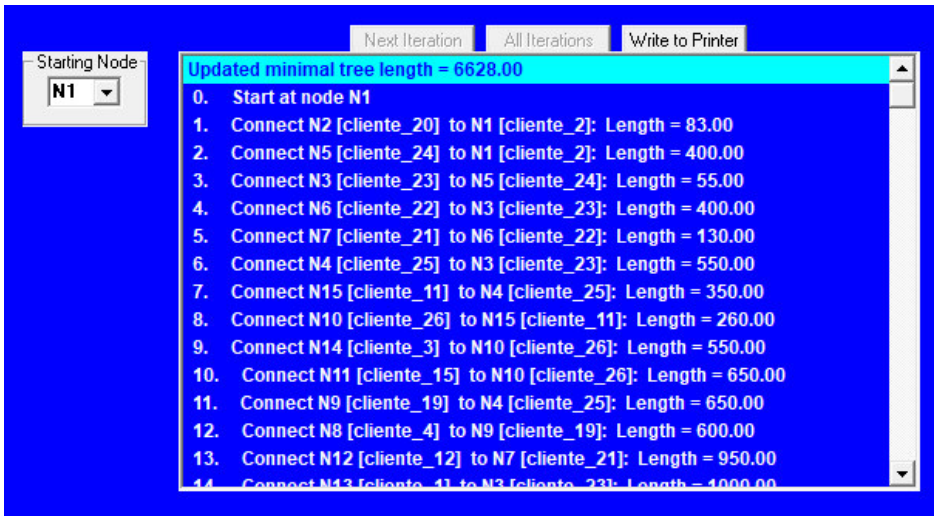
ARBOL GENERADOR		
Origen	Destino	Peso
C23	C24	55
C2	C20	83
C22	C21	130
C26	C11	260
C25	C11	350
C2	C24	400
C23	C22	400
C2	C25	550
C26	C3	550
C4	C19	600
C25	C4	650
C26	C15	650
C21	C12	950
C23	C1	1000
total		6628 metros

Nota: Después de las iteraciones se obtuvo las conexiones que forman el árbol generador de las distancias cableadas.

Pasaremos a comprobar con el software Tora nuestros resultados obtenidos del árbol generado.

Figura 34

Resultados obtenidos por el software Tora para distancias cableadas.

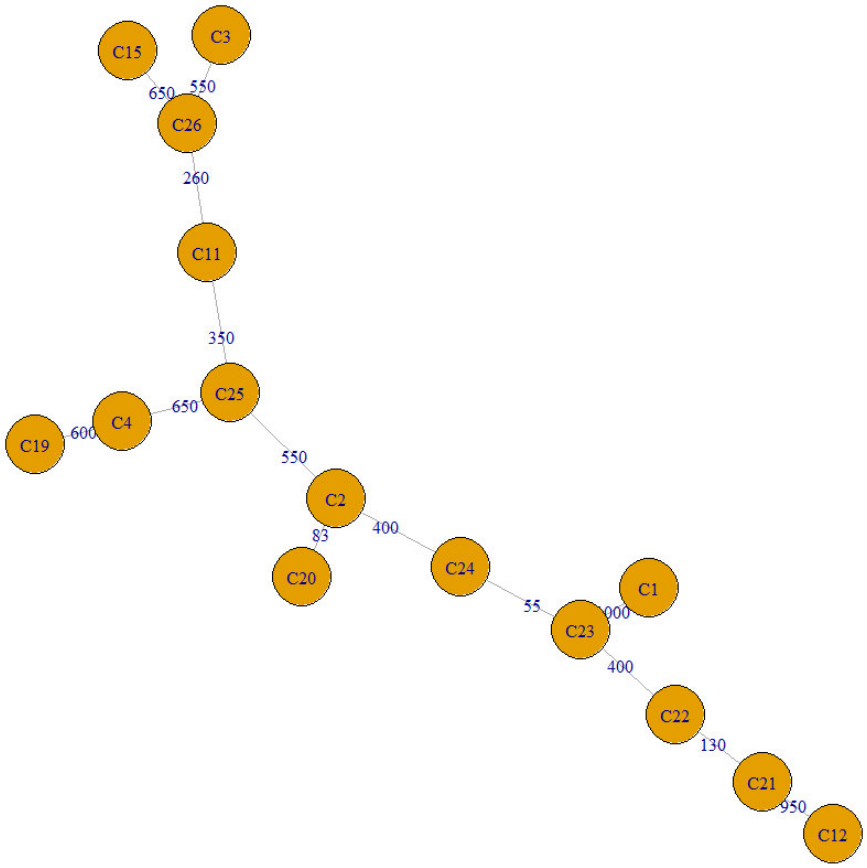


Nota. Para comprobar nuestro procedimiento se ha corrido la data en el software Tora con respecto a las distancias cableadas para comprobar el árbol generador mínimo según el programa, para este caso nos da un valor total de 6628 metros.

Con la ayuda del software R, graficaremos el árbol generado para este caso:

Figura 35

Árbol mínimo generado de las distancias cableadas



Nota. Con la ayuda del programa RStudio se ha graficado el árbol de expansión mínimo para las distancias cableadas y sus valores entre cada cliente.

Finalmente haremos el análisis para los datos de las distancias directas que estén apuntando a nuestra propuesta de red inalámbrica para el modelado óptimo.

Tabla 29

Registro matricial de las distancias directas antes de las iteraciones

REGISTRO DE DISTANCIAS MATRICIAL ENTRE LOS CLIENTES DEL GRUPO 1

Distancia Directa

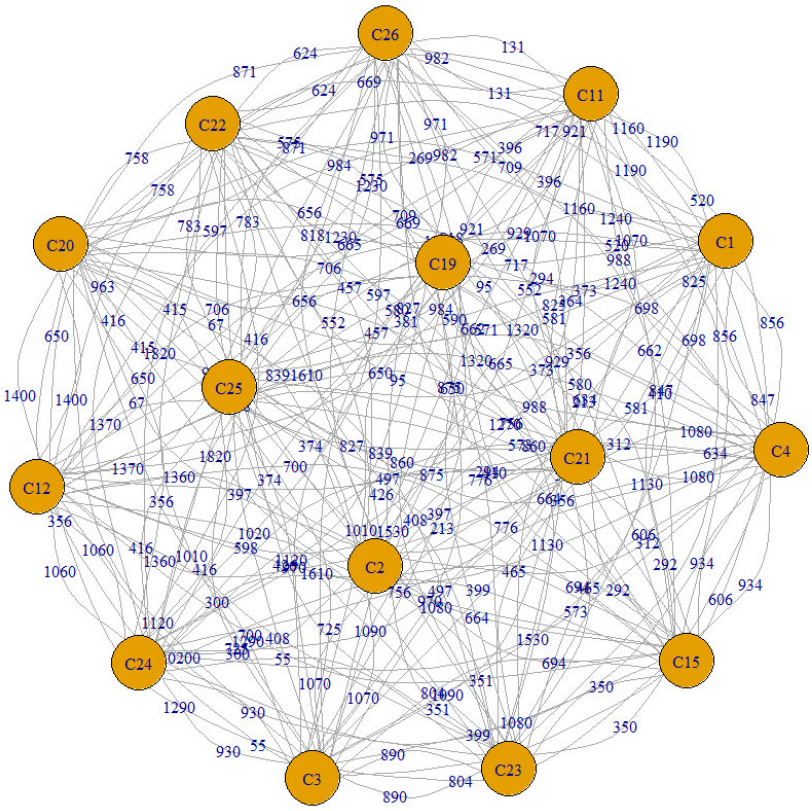
	C002	C020	C023	C025	C024	C022	C021	C004	C019	C026	C015	C012	C001	C003	C011
C002		67	351	374	300	706	776	312	650	818	694	1360	581	1070	364
C020	67		408	415	356	758	827	294	656	871	756	1400	571	1120	669
C023	351	408		426	55	381	465	606	860	552	350	1020	634	890	662
C025	374	415	426		416	783	875	356	457	575	664	1370	929	725	269
C024	300	356	55	416		416	497	573	839	597	399	1060	590	930	665
C022	706	758	381	783	416		95	988	1230	624	213	650	717	1010	982
C021	776	827	465	875	497	95		1080	1320	709	292	598	698	1090	1070
C004	312	294	606	356	573	988	1080		373	921	934	1610	856	1080	520
C019	650	656	860	457	839	1230	1320	373		971	1130	1820	1240	970	396
C026	818	871	552	575	597	624	709	921	971		410	963	1160	397	131
C015	694	756	350	664	399	213	292	934	1130	410		700	847	804	825
C012	1360	1400	10200	1370	1060	650	598	1610	1820	963	700		1270	1290	984
C001	581	571	634	929	590	717	698	856	1240	1160	847	1270		1530	1190
C003	1070	1120	890	725	930	1010	1090	1080	970	397	804	1290	1530		580
C011	364	669	662	269	665	982	1070	520	396	131	825	984	1190	580	

Nota: Para este proceso se partirá del registro matricial de las distancias directas que forma parte de nuestra propuesta para la red inalámbrica.

Graficamos la red que representa las conexiones de nuestra matriz:

Figura 36

Diagrama de red que simula todas las conexiones de las distancias de directas



Nota. Se ha generado la red que conecta las distancias directas de todos los clientes del grupo 1.

Como los 2 procesos anteriores se ha ordenado los valores de aristas de menor a mayor

Figura 37

Ordenamiento de menor a mayor de los valores de las distancias directas

55	55	67	67	95	95	131	131	213	213
269	269	292	292	294	294	300	300	312	312
350	350	351	351	356	356	356	356	364	364
373	373	374	374	381	381	396	396	397	397
399	399	408	408	410	410	415	415	416	416
416	416	426	426	457	457	465	465	497	497
520	520	552	552	571	571	573	573	575	575
580	580	581	581	590	590	597	597	598	598
606	606	624	624	634	634	650	650	650	650
656	656	662	662	664	664	665	665	669	669
694	694	698	698	700	700	706	706	709	709
717	717	725	725	756	756	758	758	776	776
783	783	804	804	818	818	825	825	827	827
839	839	847	847	856	856	860	860	871	871
875	875	890	890	921	921	929	929	930	930

*Nota. Similar a los pasos anteriores p*ara empezar las iteraciones se ha ordenado los valores de las distancias directas.

Con ayuda de la herramienta de Excel para identificar los valores en la matriz de distancias y empezar la conexión de clientes

Figura 38

Coloreo de las distancias directas del grupo 1

BUSCAR VALOR

55

REGISTRO DE DISTANCIAS MATRICIAL ENTRE LOS CLIENTES DEL GRUPO 1

Distancia Directa

	C002	C020	C023	C025	C024	C022	C021	C004	C019	C026	C015	C012	C001	C003	C011
C002		67	351	374	300	706	776	312	650	818	694	1360	581	1070	364
C020	67		408	415	356	758	827	294	656	871	756	1400	571	1120	669
C023	351	408		426	55	381	465	606	860	552	350	1020	634	890	662
C025	374	415	426		416	783	875	356	457	575	664	1370	929	725	269
C024	300	356	55	416		416	497	573	839	597	399	1060	590	930	665
C022	706	758	381	783	416		95	988	1230	624	213	650	717	1010	982
C021	776	827	465	875	497	95		1080	1320	709	292	598	698	1090	1070
C004	312	294	606	356	573	988	1080		373	921	934	1610	856	1080	520
C019	650	656	860	457	839	1230	1320	373		971	1130	1820	1240	970	396
C026	818	871	552	575	597	624	709	921	971		410	963	1160	397	131
C015	694	756	350	664	399	213	292	934	1130	410		700	847	804	825
C012	1360	1400	10200	1370	1060	650	598	1610	1820	963	700		1270	1290	984
C001	581	571	634	929	590	717	698	856	1240	1160	847	1270		1530	1190
C003	1070	1120	890	725	930	1010	1090	1080	970	397	804	1290	1530		580
C011	364	669	662	269	665	982	1070	520	396	131	825	984	1190	580	

Nota. Para facilitar la identificación de las iteraciones se ha coloreado la matriz de distancias directas hasta completar todas las conexiones de los clientes del grupo 1.

Igual con el mismo cuidado de no encontrar los ciclos y lograr la conexión de todos los clientes, se tiene después de 40 iteraciones realizadas de las cuales los valores que están formando ciclos son los siguientes y no entrarían a la red del árbol generador mínimo

Figura 39

Relaciones que NO fueron consideradas en el árbol de distancias directas

NO VAN

clientes	peso
21->15=	292
2->4=	312
2->23=	351
20->24=	356
2->11=	364
2->25=	374
23->22=	381
19->11=	396
24->15=	399
20->23=	408
26->15=	410

26->15=	410
20->25=	415
25->24=	416
24->22=	416
23->25=	426
25->19=	457
23->21=	465
24->21=	497
4->11=	520
23->26=	552
24->4=	573
25->26=	575
3->11=	580
2->1=	581
24->1=	590
24->26=	597

Nota. Estas relaciones de fueron separadas porque formaban los ciclos al momento de agregarlos al árbol generador mínimo de las distancias directas.

Ahora veremos la conexión que no forman ciclo y están generando el árbol de expansión mínima para nuestros datos de distancias directas:

Tabla 30

Árbol generado de las distancias directas

ARBOL GENERADOR		
Origen	Destino	Peso
C23	C24	55
C2	C20	67
C22	C21	95
C26	C11	131
C22	C15	213
C25	C11	269
C20	C4	294
C2	C24	300
C23	C15	350
C25	C4	356
C4	C19	373
C26	C3	397
C20	C1	571
C21	C12	598
total	4069	metros

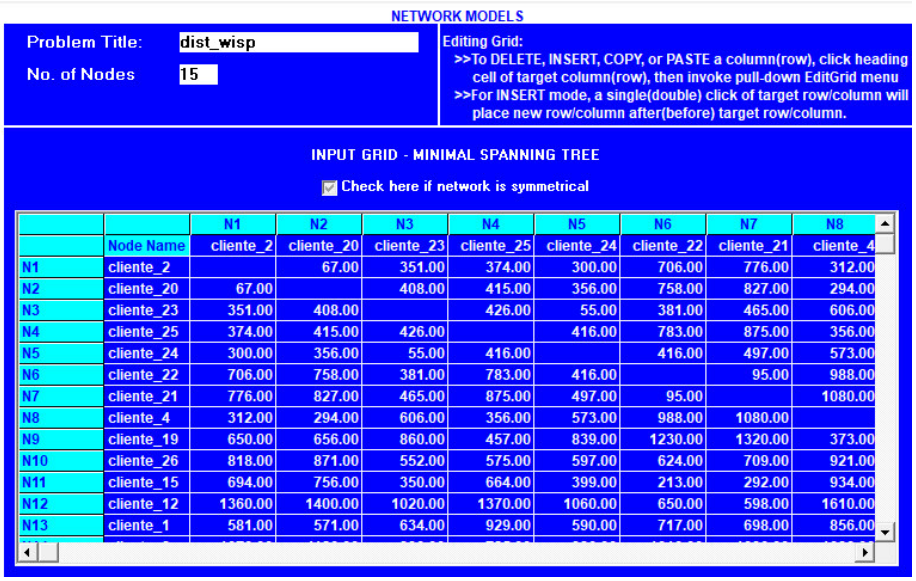
Nota: Después de las iteraciones se obtuvo las conexiones que forman el árbol generador de las distancias cableadas.

Finalmente se realiza la comprobación con el software para verificar nuestros resultados :

Se registra las distancias bajo el formato que maneja la herramienta de Tora:

Figura 40

Registro de distancias directas en el software Tora



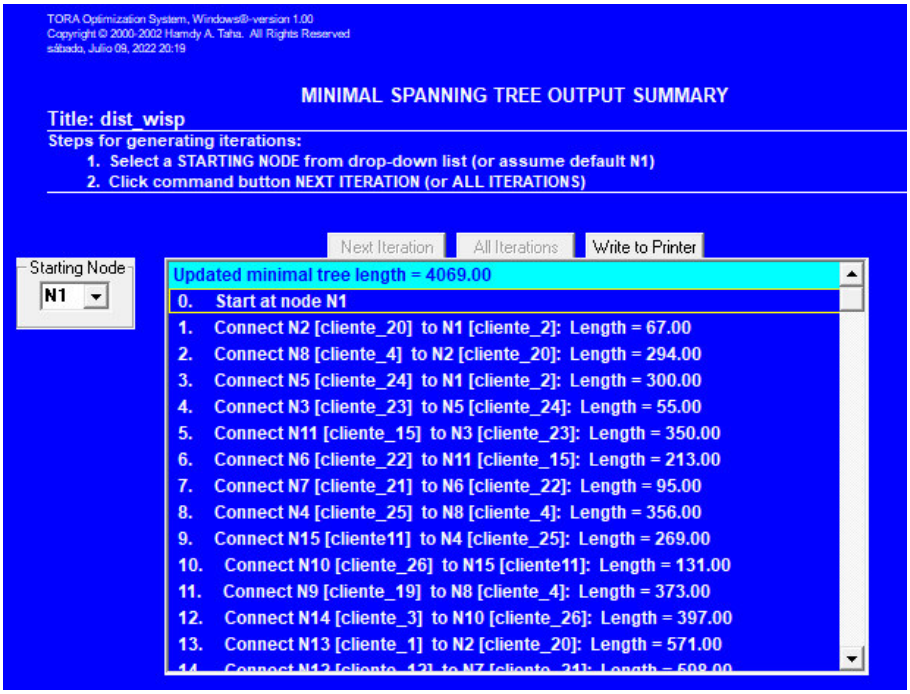
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
	Node Name	cliente_2	cliente_20	cliente_23	cliente_25	cliente_24	cliente_22	cliente_21	cliente_4
N1	cliente_2		67.00	351.00	374.00	300.00	706.00	776.00	312.00
N2	cliente_20	67.00		408.00	415.00	356.00	758.00	827.00	294.00
N3	cliente_23	351.00	408.00		426.00	55.00	381.00	465.00	606.00
N4	cliente_25	374.00	415.00	426.00		416.00	783.00	875.00	356.00
N5	cliente_24	300.00	356.00	55.00	416.00		416.00	497.00	573.00
N6	cliente_22	706.00	758.00	381.00	783.00	416.00		95.00	988.00
N7	cliente_21	776.00	827.00	465.00	875.00	497.00	95.00		1080.00
N8	cliente_4	312.00	294.00	606.00	356.00	573.00	988.00	1080.00	
N9	cliente_19	650.00	656.00	860.00	457.00	839.00	1230.00	1320.00	373.00
N10	cliente_26	818.00	871.00	552.00	575.00	597.00	624.00	709.00	921.00
N11	cliente_15	694.00	756.00	350.00	664.00	399.00	213.00	292.00	934.00
N12	cliente_12	1360.00	1400.00	1020.00	1370.00	1060.00	650.00	598.00	1610.00
N13	cliente_1	581.00	571.00	634.00	929.00	590.00	717.00	698.00	856.00

Nota. Se ha registrado los valores de las distancias directas en el software para hacer las comprobaciones de resultados.

Y después de las iteraciones realizadas por el software se tiene los resultados :

Figura 41

Resultados de distancias directas en el software Tora

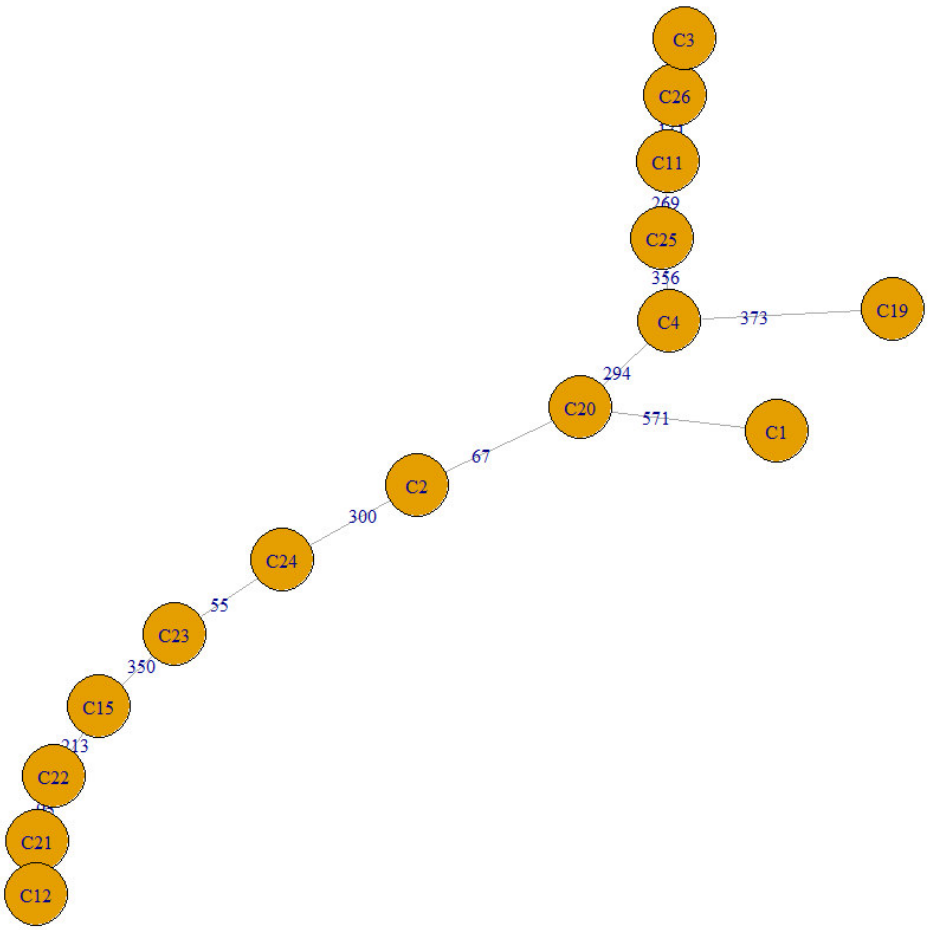


Nota. Para hacer la comprobación de resultados se ha corrido en el software Tora y nos da una distancia total de 4069 metros.

De similar manera graficamos el árbol que se ha generado para este proceso:

Figura 42

Árbol mínimo generado de las distancias directas

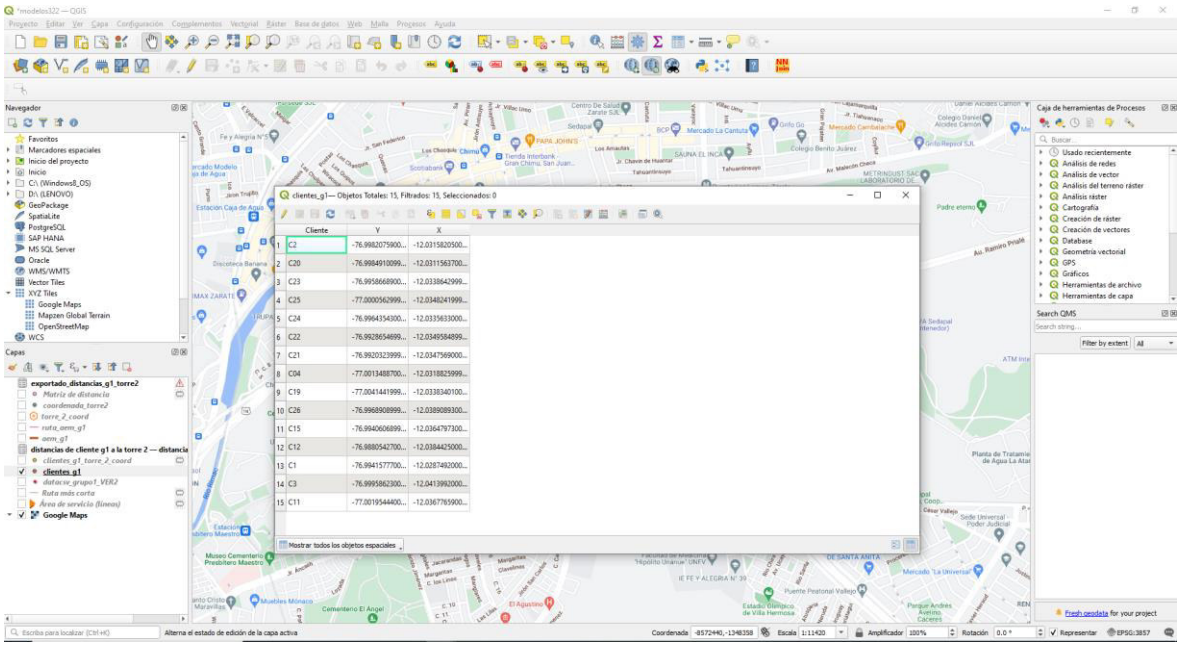


Nota. Con la ayuda del programa RStudio se ha graficado el árbol generador mínimo de las distancias directas que se ha propuesto para nuestro modelo.

Podemos ratificar los valores obtenidos en nuestro proceso manual realizado para esta propuesta. Como tema adicional se ha elaborado un análisis extra con la herramienta QGIS, para plantear casos con registros de clientes con mayor volumen, como primer paso se ha exportado el registro de clientes del grupo 1 como las coordenadas

Figura 43

Registro de los clientes del grupo 1 en el software QGIS

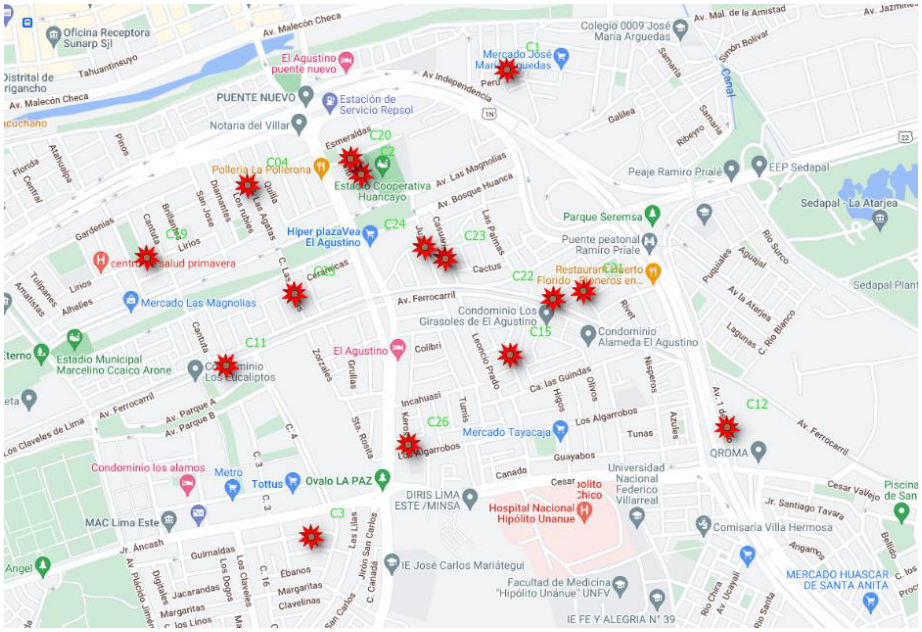


Nota. Para facilitar las representaciones por capas y con ayuda de herramientas especializadas en mapas como es el software QGIS, se ha cargado las coordenadas de nuestro grupo 1 para hacer las simulaciones.

Una vez cargado se debe seleccionar la capa creada de clientes, observamos la siguiente capa cargada:

Figura 44

Ubicación de las coordenadas del grupo 1

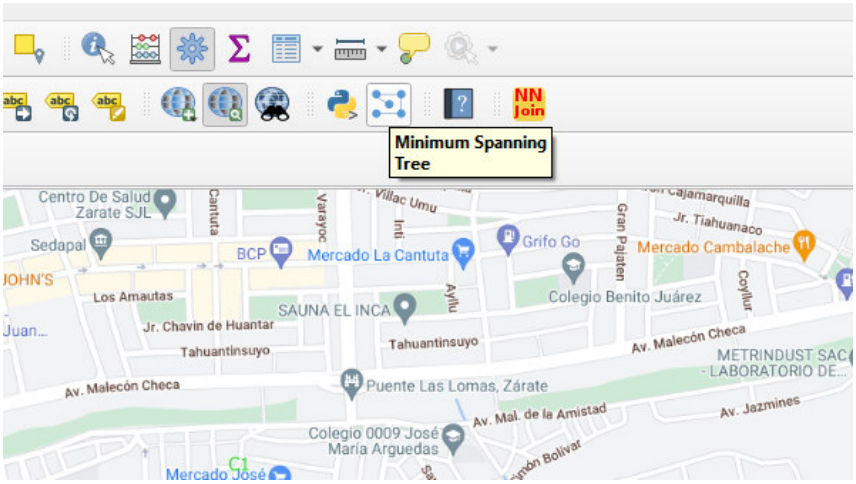


Nota. Una vez cargado el registro de coordenadas, se podrá apreciar los puntos que hacen referencias a los clientes con una ubicación en el mapa de El Agustino.

Finalmente, bajo la descarga del plugin de “Minimum Spanning tree” podemos ejecutar el algoritmo con todos los clientes que se tiene en la capa:

Figura 45

Ubicación de la herramienta “Minimum Spanning Tree”

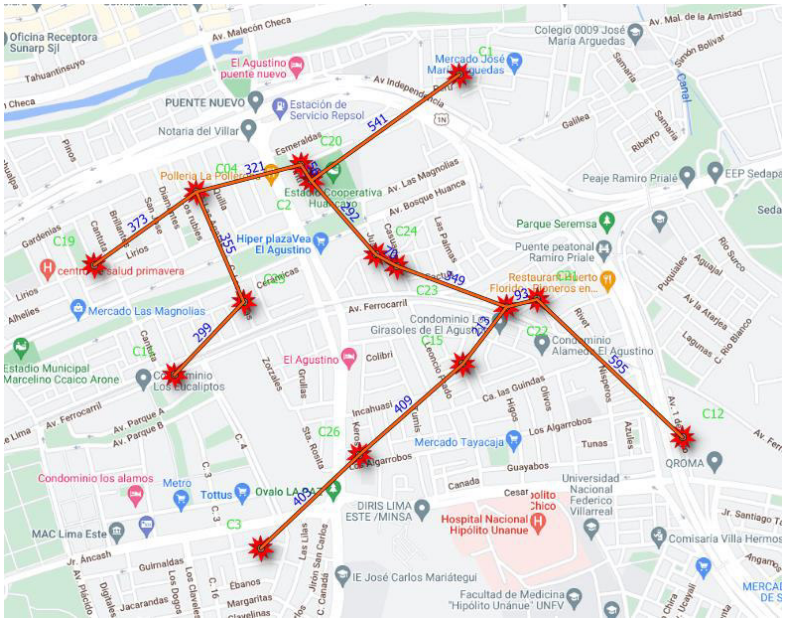


Nota. Una vez cargado el plugin que contiene el algoritmo de árbol de expansión mínima en el software de QGIS, podremos identificar la red que cubre mínimamente a todos los puntos del grupo 1.

Ahora cargaremos la capa que se ha creado y observamos que se ha calculado el árbol de expansión mínima:

Figura 46

Representación del árbol generador mínimo en la herramienta QGIS

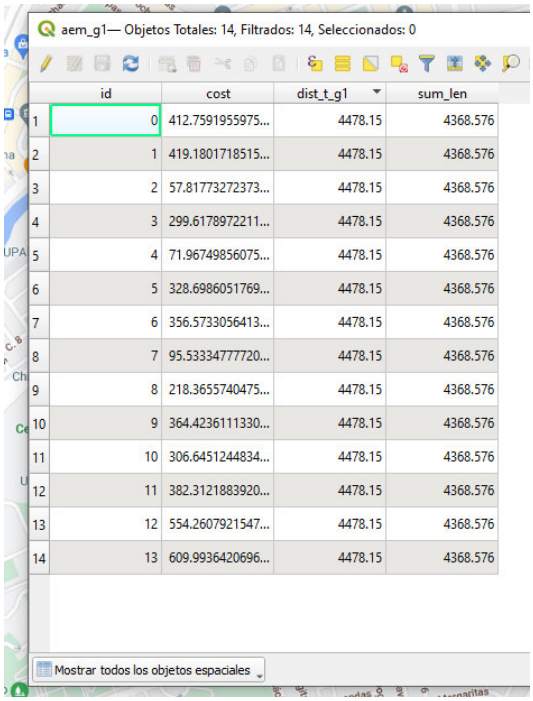


Nota. De esta representación podemos tener una idea en el mapa de nuestra zona como se ve el cubrimiento del árbol mínimo que se ha generado para nuestra propuesta.

En esta capa podemos observar que nos muestra las distancias entre los puntos bajo el algoritmo de árbol y por temas de exactitud de coordenadas tenemos el registro total que toma este árbol en la tabla de atributos :

Figura 47

Resultados de la longitud de árbol generado por QGIS



	id	cost	dist_t_g1	sum_len
1	0	412.7591955975...	4478.15	4368.576
2	1	419.1801718515...	4478.15	4368.576
3	2	57.81773272373...	4478.15	4368.576
4	3	299.6178972211...	4478.15	4368.576
5	4	71.96749856075...	4478.15	4368.576
6	5	328.6986051769...	4478.15	4368.576
7	6	356.5733056413...	4478.15	4368.576
8	7	95.53334777720...	4478.15	4368.576
9	8	218.3655740475...	4478.15	4368.576
10	9	364.4236111330...	4478.15	4368.576
11	10	306.6451244834...	4478.15	4368.576
12	11	382.3121883920...	4478.15	4368.576
13	12	554.2607921547...	4478.15	4368.576
14	13	609.9936420696...	4478.15	4368.576

Nota. Se ha obtenido los resultados obtenidos por el software de QGIS con respecto al recorrido total del árbol generado.

La suma total de estos clientes está dando un total de 4368.576 metros, con respecto a nuestro cálculo realizado 4069 metros, una diferencia aproximada de 300 metros es aceptable para este proceso, que se ajusta mejor a las coordenadas que se registran en vez de hacer procesos con nombres de calles y elaborar los cálculos de forma manual, en la práctica no debería volver a repetirse este tipo de procesos.

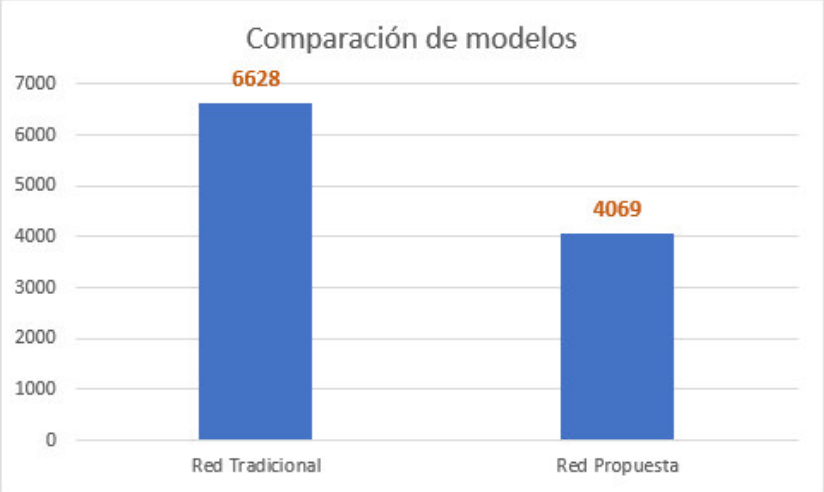
IV. CONCLUSIONES

1.-Podemos afirmar que aplicar un modelo de optimización en redes permite recalcular en las decisiones de las distancias, tiempos o costos que implican mejorando los modelos que se tienen en un proceso, este es el caso de nuestra propuesta al modelar la red tradicional con la que se trabajaba y según los resultados se ha obtiene un modelo limpio, entendible y económico, con direcciones claras de conexiones de redes hacia los clientes.

Obtenemos una red más libre para la automatización remota y los mantenimientos ordenados al igual que las conexiones que se permiten dentro de una antena sectorial grupo[1] el cual fue procesado y agrupado por presentar el menor registro de distancias desde la central de MIGRATEC a este registro de zona se ha calculado la distancia de recorrido y el tiempo de la optimización de una ruta gracias al algoritmo de árbol de expansión mínima

Figura 48

Grafica resumen de conectividad con las distancias obtenidas



Ahorro	2559 metros en la conectividad del grupo 1.

Nota.

Por lo tanto, podemos ratificar que una arquitectura radio enlace punto a punto tiene un ahorro de 2559 metros necesarios para la conectividad de su sistema, ante la actual red tradicional.

2.- Para la aplicación del algoritmo de árbol de expansión mínima, los requisitos necesarios es contar con los datos de los puntos a ser observados como nodos y las distancias que conectan a los diferentes nodos en estudio, al árbol que se va generando con las iteraciones no debe formar ciclos y siempre se cumplirá que las aristas serán menos un valor a la cantidad de nodos que forman el árbol, esto se explica que, si se conecta a "n" nodos, solo es suficiente "n-1" aristas.

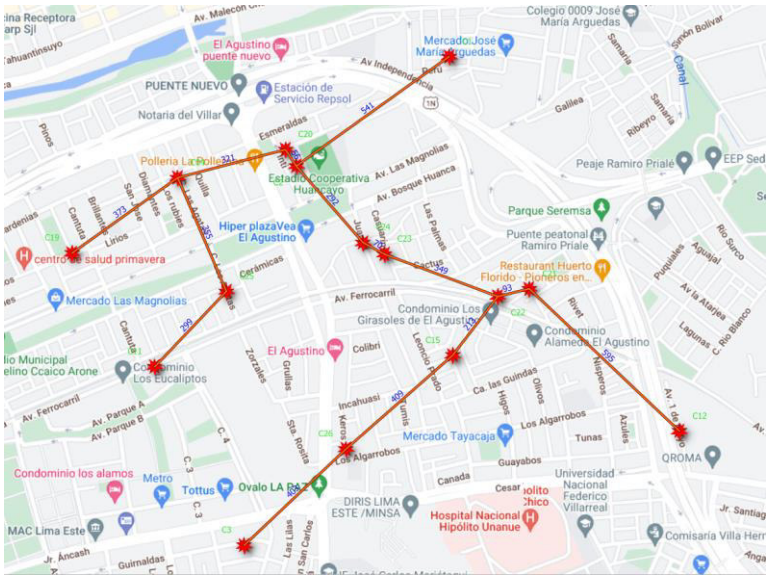
3.- Se ha establecido una arquitectura básica para nuestra empresa y se ha identificado los componentes necesarios para implementar sistemas de radio enlace punto a punto en nuestros servicios inalámbricos y que estos puedan conectarse con la cercanía que se encuentran, estos componentes en la actualidad son de bajo costo y asequibles en diferentes puntos de venta locales como importados.

4.- El modelo propuesto nos permite identificar claramente a los clientes como nodos y las distancias que los conectan como las aristas, una arquitectura radio enlace punto a punto trabaja en gran parte de forma inalámbrica, es de aquí que nuestro servicio llamado WISP, también reflejara los sistemas que implementaremos, bajo el mismo termino de proveedor de servicio de internet inalámbrico.

5.- La traza que conecta a los clientes bajo nuestra propuesta de servicio es la siguiente:

Figura 49

Red inalámbrica obtenida de la propuesta para los clientes del grupo 1



Nota. Esta red seria la que se obtiene de nuestra propuesta WISP para interconectar a los clientes de forma inalámbrica.

4.1. JUSTIFICACIÓN

El presente informe nos indicara que, al aplicar un algoritmo de optimización en redes, obtendremos mejoras en la reducción de costos que actualmente se está manejando con la red tradicional que se maneja y poder plantear soluciones a los problemas que se suscitaran con la gran demanda del servicio de internet que se está dando en la actualidad.

Al modelar la red tradicional con el algoritmo de árbol de expansión mínima obtendremos las conexiones directas con nuestros clientes con cálculos optimizados y nos permitirá hacer las actualizaciones escalonadas entre los clientes que se interconectan con el grafo de un árbol generador mínimo.

Este modelo al evaluar las diferencias con el tradicional podremos plantear hacer el recambio de nuestro servicio de internet bajo la modalidad WISP, totalmente interconectando inalámbricamente nuestros router bajo las antenas sectoriales que recubrirían la zona de El Agustino, este nuevo planteamiento traerá beneficios a la actual red cableada que existe y está muy sobrecargada, como mencionamos estas frecuencias están acreditadas y no son dañinas a la población.

El impacto potencial en la práctica es la reducción de costos en distancias para la interconectividad de clientes y los mantenimientos remotos que se pueden realizar desde el servidor principal.

4.2. METODOLOGÍA APLICADA.

La investigación del informe es básica, porque plantea una propuesta al modelar una red tradicional bajo el enfoque de una red inalámbrica y relacionar el servicio que ofrece la empresa.

La técnica de recolección de datos, para este informe como se observa en los anexos son cálculos elaborados gracias a las herramientas de geolocalización que ofrece el servidor de Google, y su herramienta Google Maps.

4.3. VARIABLES

4.3.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Las distancias entre los clientes

4.3.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Algoritmo de árbol de expansión mínima

4.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para el informe elaborado se ha recolectado la totalidad de clientes registrados en el periodo octubre-noviembre 2021 , siendo un total de 30 clientes registrados.

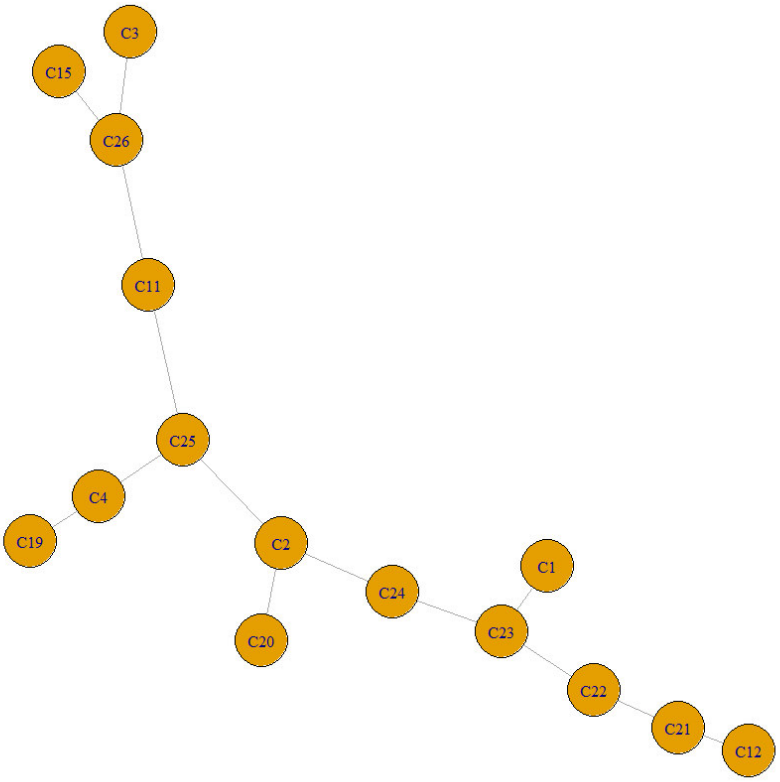
Para modelar la propuesta se ha dividido a los clientes en 2 grupos, y se ha seleccionado al grupo 1 con una muestra de 15 clientes para aplicar el algoritmo.

4.5. DESCRIPCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN.

La implementación del modelo optimizado por el algoritmo de árbol de expansión mínima está siendo evaluada por las autoridades de la empresa y los cálculos con respecto a la implementación de la totalidad del servicio a los clientes ya registrados, se debe presentar los beneficios que trae el nuevo sistema inalámbrico con respecto al bienestar común de los ciudadanos y de la problemática actual de las redes cableadas.

Figura 50

Árbol que grafica la implementación de una red inalámbrica



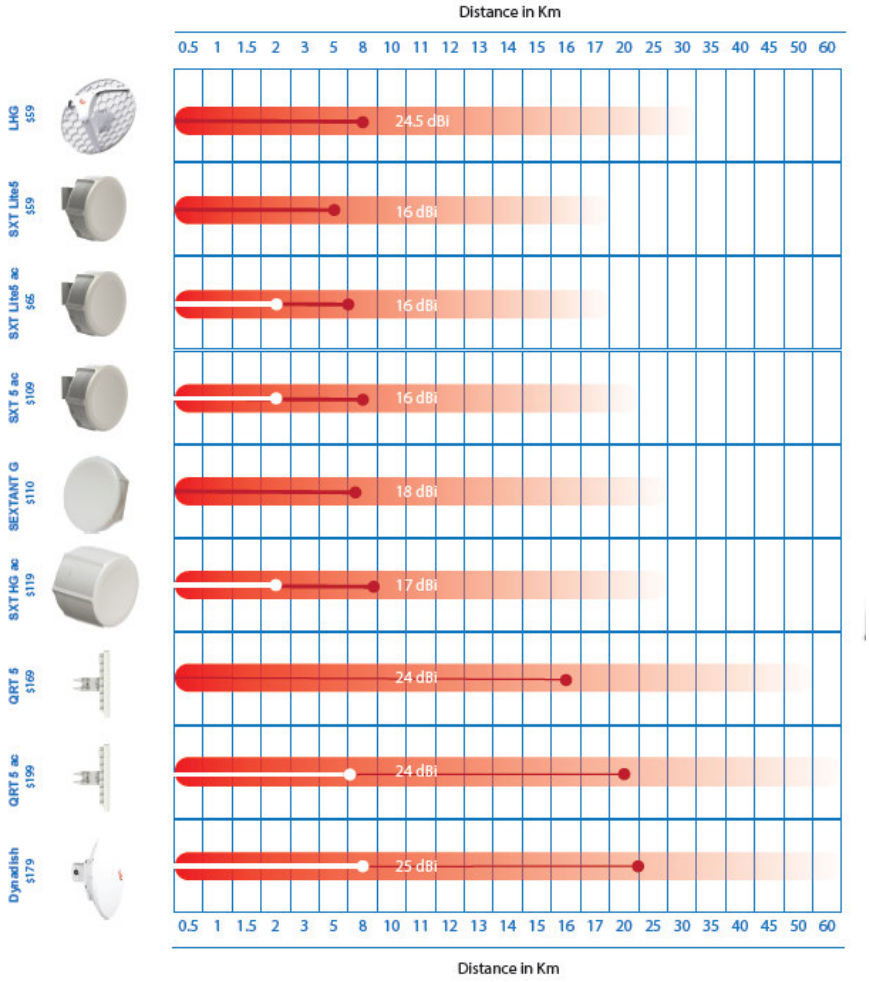
Nota. La red de árbol que conectaría de forma inalámbrica a los clientes del grupo 1.

Este nuevo proyecto tiene una característica muy importante en la competitividad de telecomunicaciones por ser escalable a nivel de usuarios , también por la practicidad de agrupar a los clientes con respecto a las distancias zonales que se encuentren.

Información adicional, sobre las referencias generales de uso de CPE para clientes tomaremos la información que maneja las redes de Mikrotik con respecto a 2 tipos de corta distancia y larga distancia para nuestros clientes que aproxima a nuestro modelo DISC Lite5 que están en los edificios o los techos de nuestros clientes.

Figura 51

Gráfico comparativo de distancias sobre las antenas Mikrotik



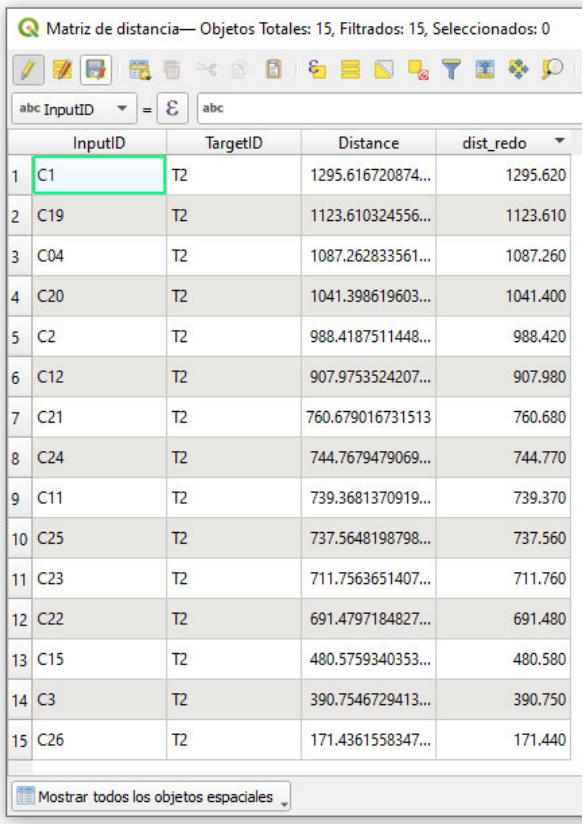
Nota. Esta imagen nos muestra la distancia aceptable que tiene cada una al comunicarse entre ellas.

Fuente MIKROTIK – Diseño Ing. Colmenares P.

El costo tentativo para nuestra muestra va a depender de la siguiente tabla con la asignación

Figura 52

Distancias de los clientes del grupo 1 y la antena del punto B.



	InputID	TargetID	Distance	dist_redo
1	C1	T2	1295.616720874...	1295.620
2	C19	T2	1123.610324556...	1123.610
3	C04	T2	1087.262833561...	1087.260
4	C20	T2	1041.398619603...	1041.400
5	C2	T2	988.4187511448...	988.420
6	C12	T2	907.9753524207...	907.980
7	C21	T2	760.679016731513	760.680
8	C24	T2	744.7679479069...	744.770
9	C11	T2	739.3681370919...	739.370
10	C25	T2	737.5648198798...	737.560
11	C23	T2	711.7563651407...	711.760
12	C22	T2	691.4797184827...	691.480
13	C15	T2	480.5759340353...	480.580
14	C3	T2	390.7546729413...	390.750
15	C26	T2	171.4361558347...	171.440

Nota. La información fue obtenida gracias al software QGIS para facilitar los cálculos estimados para escoger la antena que debería considerarse por el alcance de distancias.

Se observa las distancias que se tiene a la torre sectorial que posee MIGRATEC, organizaremos los valores

Figura 53

Ordenamiento de las distancias entre los clientes del grupo 1 y antena punto B.



Nota. Podemos apreciar que la mayoría de las distancias para nuestro grupo 1 son relativamente menores a 1 km, por este motivo se debería emplear para este caso el modelo Antena LITE5.

Por esta razón a los 15 clientes se optaría por comprar el modelo que no sobrepase los 5k de distancia, como se trabaja actualmente con Mikrotik los costos de nuestro modelo es de 280 por unidad, valor a la fecha 06/06/2022, en la propuesta mencionada los 15 clientes y su implementación tendría un costo de S/. 4.200,00.

Por otro lado, se debe calcular los costos de los cables que llevaran estas antenas a los router de cada cliente el promedio de cable que manejaremos por cliente será de 10 metros por propuesta de los directivos de la empresa, los cálculos son los siguientes : 10*15 =150 metros de cable de fibra el costo promedio de metro que se manejara es de S/.10.00 haciendo un total de S/.1.500,00.

Finalmente realizaremos el cálculo de las conexiones que se han realizado de manera tradicional y con el árbol generador mínimo de las distancias cableadas tomadas de la tabla 28, con un total de 6628 metros necesarios para las conexiones.

Al realizar el costo se ha trabajado con cable de fibra y dentro del mercado se manejó con el costo mínimo de S/.4.00 por metro. Haciendo el total de cable utilizado para la instalación de nuestros 15 clientes a S/.26,512.00

Para la implementación mostrada se ha desestimado los componentes como son los servidores que se mantendrán en un modelo tradicional como en el propuesto y los routers de cada cliente que en ambos casos se mantienen igual.

Adicionalmente se estima un costo de una red tradicional VS costos estimados de una red propuesta:

Para facilitar la comparación de precios se elaboró una tabla

Figura 54

Componentes utilizados de manera general y su estimación de costos

Estimación Costo Red Tradicional (Cableado)			Estimación Costo Propuesto Red WISP (Inalámbrico)		
Componentes costo x Unidad	Costo Estimado en nuestro servicio	Comentarios	Componentes costo x Unidad	Costo Estimado en nuestro servicio	Comentarios
TRONCAL S/.11.000,00	[1] S/.11.000,00	La troncal utilizada es de 128 hilos (1 hilo de fibra estaría en la capacidad estimada de dar a 125 clientes aproximado)	Router RB1100AHx4 S/. 1500	[2] S/.3.000,00	Para nuestra propuesta se necesitarán 2 Uno para administrar el servicio del proveedor y el otro para administrar el control de ancho de banda y el cual estará ubicado en una zona con altura relativa.
RAMIFICACIONES S/.6.000,00	[1] S/.6.000,00	En la red actual se tiene 64 ramificaciones – 64 hilos , siendo estimado para un total de 8000 clientes.	Antena mANT30 PA S/.900,00	[2] S/.1.800,00	Antena para la recepción de la señal y la creación de nuestros puentes de radio enlace
MUFAS S/.400,00	[18] S/.7.200,00	Sirven para el armado del mapa por donde irán las cajas	Radios NetMetal S/.700,00	[2] S/.1.400,00	Conexión de frecuencias creadas de los radios
CAJAS S/.120,00	[16] S/.1.920,00	Sirve como alojamiento de los tramos finales para conectar al interior de edificios o casas de clientes.	Antena Sectorial S/.650,00	[3] S/.1.950,00	Son antenas que brindaran la red inalámbrica cubriendo las zonas hacia los clientes
			Antena para clientes DISC Lite5 S/.280,00	[15] S/.4.200,00	Son las antenas que reciben las emisiones de señal de las antenas sectoriales
Router cliente Tp Link S/.80,00	[15] S/.1.200,00	Son las que administran la red dentro del hogar y sirven para la conexión de equipos de los clientes.	Router cliente Tp Link S/.80,00	[15] S/.1.200,00	Son las que administran la red dentro del hogar y sirven para la conexión de equipos de los clientes.
Total, Estimado	S/. 27.320,00		Total, Estimado	S/. 13.550,00	
		dif -> 13.770,00			

Nota. De esta representación podemos observar que existe una diferencia de S/13.770,00 Soles de un modelo con el otro, siendo más económico el modelo inalámbrico.

Finalmente se elabora la comparación de cables en un cuadro

Figura 55

Estimación de cables utilizados en ambos modelos

Estimación Costo Red Tradicional (Cableado)			Estimación Costo Propuesto Red WISP (Inalámbrico)		
árbol generador minimo de la red tradicional	[15]		Cables desde las antenas hasta los routers, se estima 10 metros por parte de los directivos de la empresa.	[15]	
costo minimo S/4,00 x metro	6628 metros	S/. 26.512,00	costo promedio S/. 10,00	150 metros	S/.1.500,00

Costo Estimado Red Tradicional			Costo Estimado Red Propuesta		
	S/27,320.00			S/13,550.00	
	S/26,512.00			S/1,500.00	
Total Estimado	S/53,832.00			S/15,050.00	
dif =>	S/38,782.00				

Nota. Finalmente, al sumar los valores que se tenía de los componentes básicos que se necesitan en los modelos, se observa que existe una diferencia de S/.38.782,00 Soles.

V. RECOMENDACIONES

5.1. PRIMERA RECOMENDACIÓN A NIVEL DE LA EMPRESA

Como se mencionó en el informe, cuando una empresa tiene un gran número de registro de datos y uno quiero analizar sus proyectos de innovación no puede elaborar de forma manual la mayoría de escenarios, a raíz de eso para futuros análisis de redes en MIGRATEC, se recomienda usar el programa QGIS, con su plugin de árbol de expansión mínima, para consolidar un gran numero de puntos y obtener los resultados de manera muy rápida, como se muestra a continuación un trazo de todos los clientes registrados en dicho periodo octubre – noviembre 2021 que fueron brindados por parte de la empresa para el estudio de proyectos innovativos.

Figura 56

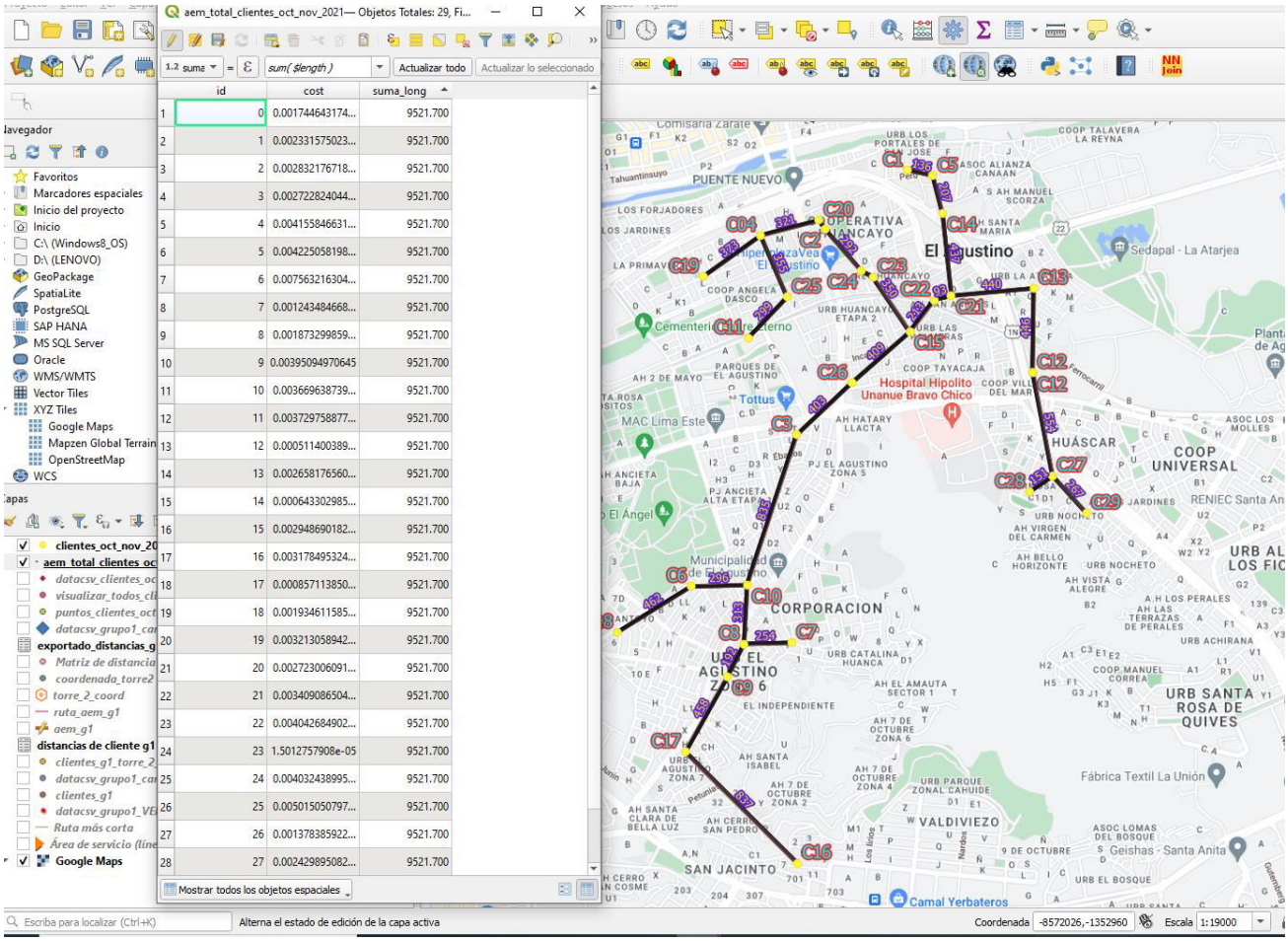
Árbol generado de todos los clientes registrados en el periodo Octubre – Noviembre 2021



Nota. Con ayuda del software de QGIS se pudo estimar el árbol mínimo generador que modela a todos los clientes registrados en el periodo Octubre – Noviembre 2021 y sus distancias entre ellos.

Figura 57

Distancia Obtenida del árbol que cubre a todos los clientes en el periodo Octubre – Noviembre 2021



Nota. Podemos observar que la distancia obtenida de este recorrido bajo una arquitectura WISP tomara aproximadamente 9521 metros

5.2. SEGUNDA RECOMENDACIÓN A NIVEL DE LA EMPRESA

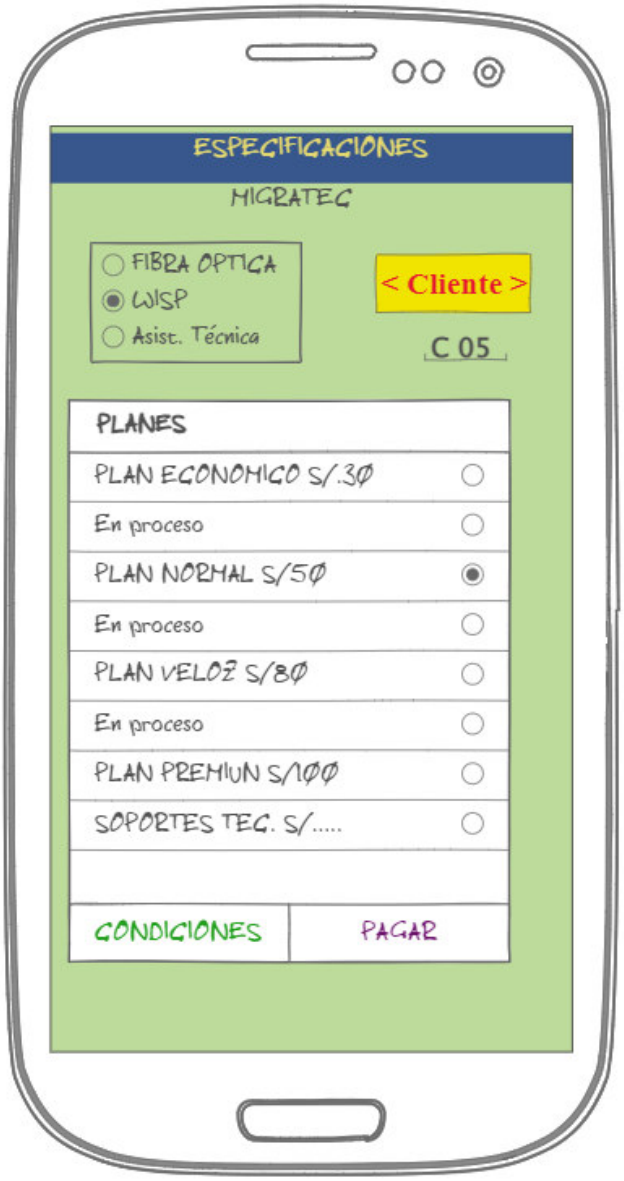
Como se ha observado los datos son muy importantes en el desarrollo de propuestas de innovación sin el registro y la organización de ellos una empresa pierde un factor muy importante en la competitividad actual. Organizar de los 30 clientes brindados por la empresa y el registro de sus solicitudes para los puntos de instalación fue una tarea medianamente difícil, lo realmente dificultoso fue realizar los cálculos de distancias entre cada cliente para plantear nuevos modelos, a raíz de todo esto he planteado implementar sistemas de información directamente con nuestros clientes, he diseñado los prototipos para la recolección de información, conectar a gestores de base de datos y empezar a recolectar toda la información posible desde las consultas de los clientes hasta los clientes que ratifican por comprar el servicio, optimizando el registro y calculando las distancias de los nuevos clientes.

Como segunda recomendación debemos apuntar a nuevas tecnologías de redes inalámbricas, se conoce que estas conexiones están dentro las frecuencias que no son dañinas para la salud y la practicidad que implica en las instalaciones apunta que la mayoría de las empresas del rubro de telecomunicaciones empezaran a totalizar sus servicios a estos componentes digitales.

Figura 58

Modelo de prototipos sugeridos para la implementación de un Sistema de Información




ESPECIFICACIONES
MIGRATEC
FIBRA OPTICA
WISP
Asist. Técnica
< Cliente >
C 05
PLANES
PLAN ECONOMICO S/.30
En proceso
PLAN NORMAL S/50
En proceso
PLAN VELOZ S/80
En proceso
PLAN PREMIUN S/100
SOPORTES TEC. S/.....
CONDICIONES
PAGAR


AVERIAS
MIGRATEC
FIBRA OPTICA
WISP
Asist. Técnica
< Cliente >
C 05
Registro de averias
Reporte de Internet
Asistencia Fibra
Cambio de domicilio
Internet Intermitente
Wifi baja potencia
Cambio de Equipo
Mala instalación
Situaciones externas
Agregar Visita
Realizado

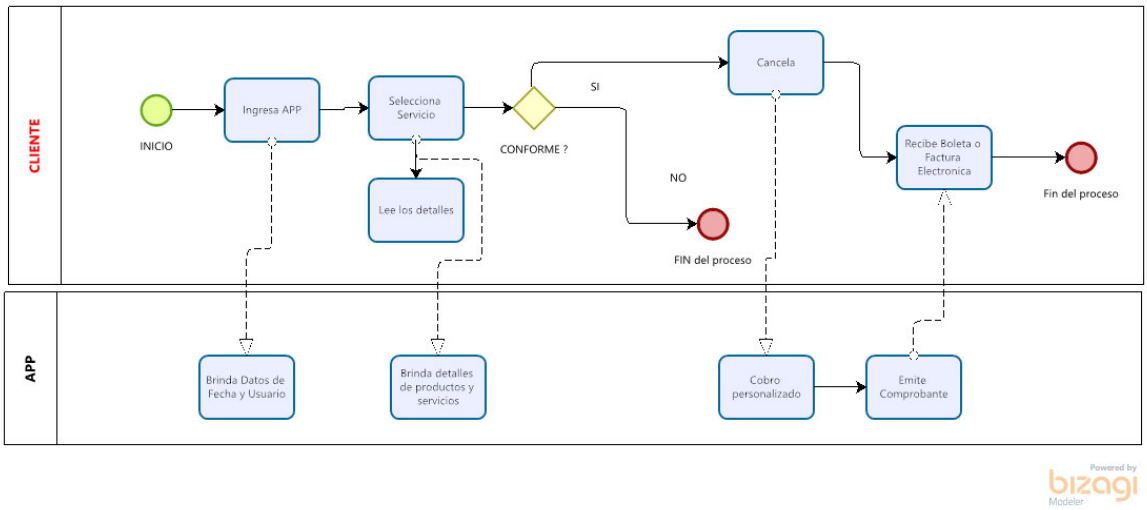


Nota. Estos modelos se han diseñado para agilizar la toma de datos y su procesamiento para los futuros proyectos de innovación y toma de decisiones basada en datos.

Al aplicar esta recomendación se tendría un proceso más limpio para el cliente y mucho más rápido como se ve en el diagrama siguiente:

Figura 59

Diagrama de procesos Cliente - App



Nota. Los procesos se agilizan y los datos registrados tienen menos errores de escritura porque el sistema brinda las fechas, DNI de usuarios y localización por coordenadas específicas, con estos datos se puede agilizar los proyectos de innovación porque se registran más datos para convertirlos en información.

5.3. TERCERA RECOMENDACIÓN A NIVEL DE UN MARCO GENERAL

Promocionar los lineamientos que Osiptel con los años de investigación que han venido realizando durante años, proponen guías ordenadas de instalación que deben ser supervisadas por las municipales , estas deben ser actualizadas dependiendo a los planes de urbanización local que manejan las municipales, estas pautas están en el informe numero 1 comité_mun_2020 De Osiptel. Y también pedir a las empresas que están dentro del rubro de telecomunicaciones leer las ordenanzas que disponen en sus municipalidades, para no caer en el incumplimiento de sanciones a futuro.

VI. BIBLIOGRAFÍA

[1] . More, J., & Argandoña, D. (2020). *LAS REDES DE TRANSPORTE DE FIBRA ÓPTICA, MICROONDAS Y SATELITAL Y SU ROL PARA PROMOVER LA EXPANSIÓN DE LA COBERTURA DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE TELECOMUNICACIONES: REPORTE Y MAPAS DE COBERTURA* (N.º 49). Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones. https://repositorio.osiptel.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12630/745/49%20DT%20Reporte%20y%20Mapas%20de%20cobertura%20Redes%20de%20Tx%20Fibra%20_%20MW%20y%20Satelital.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[2]. La República Perú. (2019, 3 octubre). Se inició retiro de cableado aéreo en el Centro histórico de Lima. *La República Perú*. https://larepublica.pe/sociedad/2019/10/03/se-inicio-retiro-cableado-aereo-en-el-centro-historico-de-lima/

[3]. Torres Lam., A. (2019, 21 junio). 'Telarañas' de cables estarán prohibidas en el distrito de San Bartolo. *La República Perú*. https://larepublica.pe/economia/2019/06/21/telaranas-de-cables-estaran-prohibidas-en-el-distrito-de-san-bartolo/

[4]. Raffo, F. (2022, 1 junio). Telarañas de cobre: así es la vida en distritos donde más cableado en desuso cuelga de los postes. *El Comercio Perú*. https://elcomercio.pe/lima/telaranas-de-cobre-asi-es-la-vida-en-los-distritos-donde-mas-cableado-en-desuso-cuelga-de-los-postes-cables-pasaenlacalle-surco-noticia/

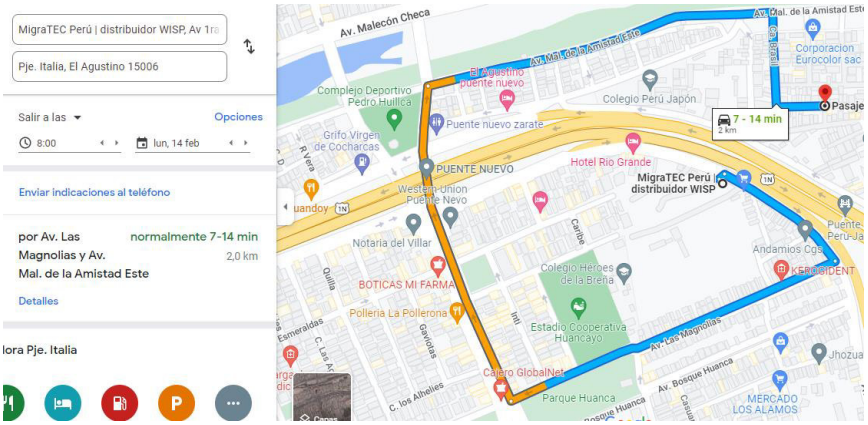
[5] Kruskal, J.B (1956). On the shortest spanning subtree of a graph and the traveling salesman problem.

[6] Menéndez, G. (2015). Diseño de un sistema de radioenlace para comunicaciones en el ámbito industrial, Bogotá.

VI. ANEXOS / ILUSTRACIONES

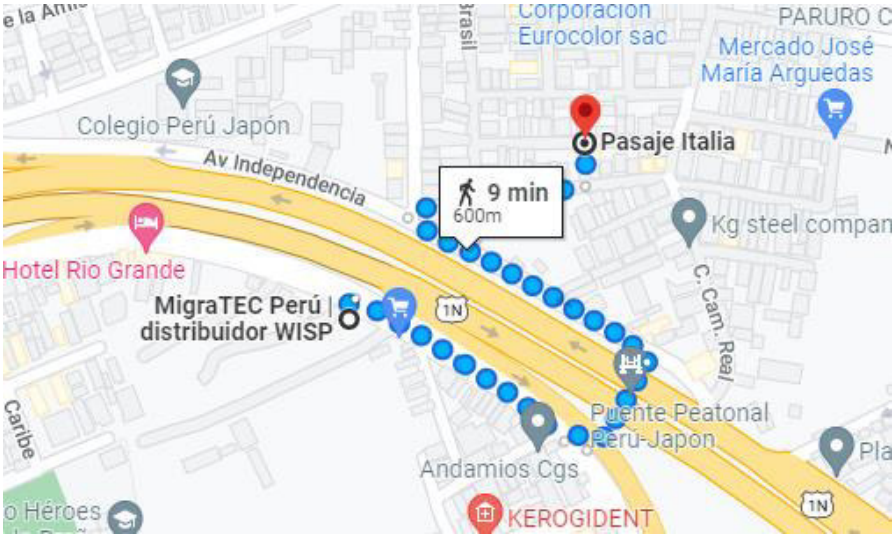
Anexo 1

Mapa de la distancia recorrida desde la central por el vehículo de instalación o asistencia técnica que necesita el Cliente 1.



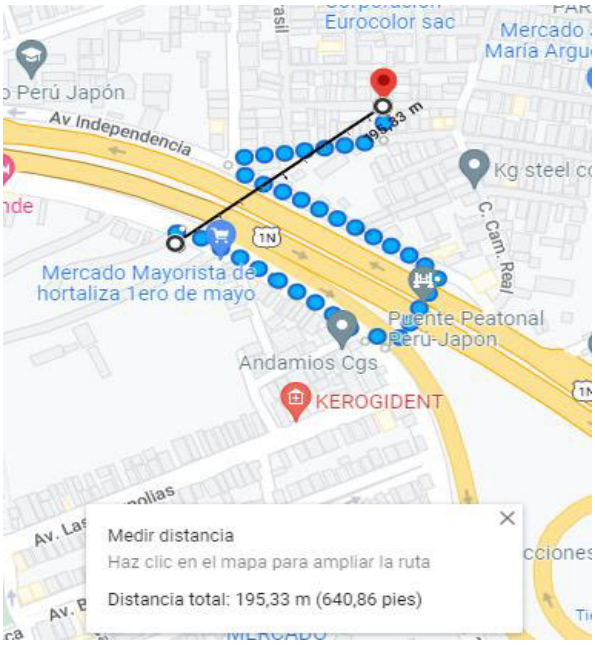
Anexo 2

Mapa de la distancia recorrida desde la central hasta el cliente 1 que necesita el cableado necesario para una instalación tradicional.



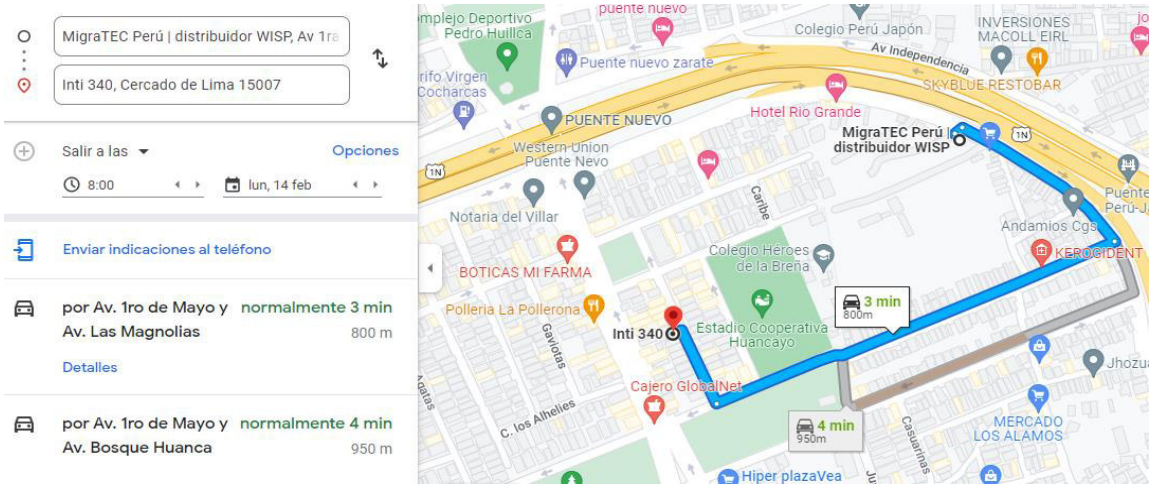
Anexo 3

Mapa de la distancia Unidireccional desde la central al cliente 1.



Anexo 4

Mapa de la distancia recorrida desde la central por el vehículo de instalación o asistencia técnica que necesita el Cliente 2.



Anexo 5
Vehículo alternativo para asistencia vehicular para clientes.



Anexo 5
Vehículo alternativo para asistencia vehicular para clientes.



Anexo 6

Jefe de Operaciones Enrique Ortiz, encargado de supervisar las labores del practicante.

