

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ciencias informáticas de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, certifico:

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, cumpliendo el total de 64 horas, bajo la modalidad de Proyecto de investigación, cuyo tema del proyecto es “Redes para la transmisión de datos en dispositivos móviles en situaciones emergentes usando tecnología Bluetooth”, el mismo que ha sido desarrollado de acuerdo con los lineamientos internos de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo CERTIFICO, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

La autoría del tema desarrollado corresponde a los señores: **Castillo Palma Andy Lenin y España Bravo Pablo César**, estudiantes de la carrera de Ingeniería en sistema, período académico **2019 (1)**, quienes se encuentran aptos para la sustentación de su trabajo de titulación.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 16 de agosto de 2019.

Lo certifico,

Ing. Jorge Herrera Tapia
Docente Tutor

**TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN,
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO: INGENIERO EN SISTEMAS**

**“REDES PARA LA TRANSMISIÓN DE MENSAJES EN DISPOSITIVOS MÓVILES EN
SITUACIONES EMERGENTES USANDO TECNOLOGÍA BLUETOOTH”**

**Tribunal examinador que declara APROBADO el Grado de INGENIERO EN
SISTEMAS, de los señores:**

CASTILLO PALMA ANDY LENIN y ESPAÑA BRAVO PABLO CÉSAR

Mg. Miguel Bermúdez Lucas _____

Mg. Edgardo Panchana Flores _____

Ing. Juan Carlos Sendón _____

Manta, 04 de septiembre del 2019

DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA

Nosotros, ANDY LENIN CASTILLO PALMA Y PABLO CÉSAR ESPAÑA BRAVO, en calidad de autores del trabajo de titulación: “REDES PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN DISPOSITIVOS MÓVILES EN SITUACIONES EMERGENTES USANDO TECNOLOGÍA BLUETOOTH”, autorizamos a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, hacer uso completo o parcial del contenido de este trabajo de titulación del cual somos responsables, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autores nos corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a nuestro favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás artículos pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Manta, 16 de agosto de 2019

Andy Lenin Castillo Palma

CI: 1316458650

Teléfono: 0996190948

E-mail: e1316458650@live.ulead.edu.ec

Pablo César España Bravo

CI: 1350583744

Teléfono: 0984026608

E-mail: e1350583744@live.ulead.edu.ec

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y brindarnos la fuerza para continuar en este proceso de alcanzar uno de nuestros anhelos más deseados.

A nuestros padres, hermanos (as) y demás familiares por su amor, trabajo y gran sacrificio en todos estos años, gracias a ellos hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos.

A todas aquellas personas que nos han apoyado y que han hecho que este proyecto se realice con éxito, en especial a aquellos que nos brindaron la apertura necesaria y nos compartieron sus conocimientos.

A nuestro director de Tema de Trabajo de Titulación, al Ing. Jorge Herrera, que nos acompañó en todo el proceso y ejecución del proyecto, brindándonos continuamente su apoyo, conocimiento y experiencia. Por su firmeza, guía y paciencia, ha inculcado en nosotros muchos valores y habilidades que nos serán de gran utilidad en nuestra vida profesional.

A nosotros mismo por el empeño, esfuerzo y dedicación por alcanzar una meta más, siendo partícipes y espectadores del arduo trabajo elaborado durante la realización de este proyecto de titulación.

A todos ellos este proyecto, por quienes lo logrado, ha podido ser.

“Mañana sólo cosecharás aquello por lo que hoy te estás partiendo el alma.”

– Carlos Cuauhtémoc Sánchez

AGRADECIMIENTO

El desarrollo de este proyecto no lo podemos catalogar como algo sencillo, sin embargo lo que sí podemos afirmar es que durante todo este tiempo pudimos disfrutar de cada experiencia, cada momento compartido, que la investigación realizada, sus procesos y proyectos realizados dentro de este trabajo fueron fructíferos y de gran satisfacción; éste es el resultado de nuestro esfuerzo en conjunto y por tal motivo queremos agradecer a todas aquellas personas que, de alguna manera, son parte de su finalización.

A nuestros padres que en el trayecto de nuestra vida nos han apoyado arduamente y motivado a nivel personal y en el proceso de formación académica, siempre confiando en nuestras capacidades y sin dudar un solo instante de nuestros conocimiento y habilidades.

A nuestros maestros, por su paciencia y perseverancia, inculcando en nosotros en cada una de las sesiones clase impartidas conocimientos, actitudes, aptitudes y valores aprendidos.

A nosotros, quienes a lo largo de este tiempo hemos logrado superar todas las adversidades, poniendo a prueba nuestras habilidades y capacidad en el transcurrir de la etapa universitaria y en el desarrollo de este proyecto de investigación el cual ha concluido cumpliendo con todas nuestras expectativas.

Finalmente, un agradecimiento especial e imperecedero a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Facultad de Ciencias Informáticas que nos formó con destreza y habilidades profesionales y éticas con el objetivo de lograr un mejor mañana para que seamos entes productivos que aporten significativamente a la sociedad.

Contenido

Resumen.....	XVII
Introducción.....	1
Capítulo I.....	3
Información del Proyecto de Investigación.....	3
1.1. Introducción.....	3
1.2. Proyecto.....	4
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1. General.....	5
1.3.2. Específicos.....	5
1.4. Justificación.....	5
1.5. Estructuración de la investigación.....	6
1.5.1. Introducción.....	7
1.5.2. Objetivos.....	10
1.5.3. Justificación.....	10
Capítulo 2.....	14
Revisión Bibliográfica.....	14
2.1. Introducción.....	14
2.2. Desastres Naturales.....	15
2.2.1. Tipos de desastres naturales.....	16
2.2.2. Consecuencias: Infraestructura afectada.....	18
2.2.3. Principales desastres naturales que han afectado a países vecinos y a Ecuador.....	19
2.3. ¿Cómo la tecnología puede ayudar en tiempos de crisis?.....	23
2.3.1. Sistema de detección de incendios forestales mediante redes sensoriales inalámbricas.....	23
2.3.2. Telecomunicaciones/Tics en el manejo de Desastres.....	24
2.3.3. Servicio de Facebook para actualización de estado en Terremoto de Chile.....	25
2.3.4. Llamadas gratuitas por parte de Microsoft en Terremoto de Nepal.....	26
2.3.5. Envío de mensaje de texto con geolocalización en el desastre de Haití.....	26
2.3.6. Redes sociales y comunicación en terremoto de Ecuador en el 2016.....	26
2.4. Redes inalámbricas.....	28
2.4.1. Ventajas.....	29
2.4.2. Desventajas.....	30
2.4.3. Clasificación de las redes inalámbricas de acuerdo con la cobertura.....	30

2.5.	Interfaces de Comunicación	37
2.5.1.	Interfaz Serie	38
2.5.2.	Interfaz Paralelo	39
2.5.3.	Interfaces inalámbricas. Estándares de red.	39
2.6.	Tecnologías de transmisión de datos para usuarios de dispositivos móviles (smartphones o teléfonos inteligentes).....	47
2.6.1.	Telefonía móvil 2G	47
2.6.2.	Telefonía móvil 3G	47
2.6.3.	Telefonía móvil 4G	48
2.6.4.	Telefonía móvil 5G	48
2.7.	Estándares de conexión utilizados en redes móviles.....	48
2.7.1.	GSM.....	49
2.7.2.	GPRS.....	49
2.7.3.	EDGE.....	49
2.7.4.	HSPA+	50
2.7.5.	LTE	50
2.7.6.	WiFi	50
2.7.7.	Comparación de la velocidad de los estándares de la telefonía móvil.....	50
2.8.	Topologías.....	51
2.8.1.	Ad-hoc o peer-to-peer	52
2.8.2.	Wireless Mesh Network.....	55
2.9.	Aplicaciones	55
2.10.	DNT (Redes Tolerantes a Retardos).....	58
2.11.	Redes oportunísticas	61
2.12.	Tipos de interfaces utilizadas	65
2.12.1.	WiFi.....	66
2.12.2.	Bluetooth.....	66
2.13.	Malla Bluetooth.....	67
2.14.	Protocolos de redes oportunísticas	72
2.14.1.	Epidemic routing	73
2.14.2.	Two Hop Forwarding	76
2.14.3.	Spray&Wait.....	76
2.14.4.	Mobile Relay	76
2.14.5.	Prophet	77
2.14.6.	Direct Delivery Routing	77

2.14.7.	First contact.....	77
2.15.	Aplicaciones existentes.....	77
2.15.1.	Proyecto Loon de Google.....	77
2.15.2.	Proyecto Serval	78
2.15.3.	Propuesta europea I-REACT.....	80
2.15.4.	Trilogy Emergency Relief Application (TERA).....	82
2.15.5.	FireChat.....	84
2.15.6.	Bridgefy.....	84
2.15.7.	Hike Messenger.....	84
2.15.8.	Signal Offline Messenger.....	84
2.16.	Conclusiones.....	85
Capítulo 3.....		86
Metodología		86
3.1.	Tipo de investigación	86
3.2.	Método de investigación	88
3.2.1.	Método teórico inductivo.....	88
3.2.2.	Método teórico deductivo	88
3.2.3.	Método bibliográfico	89
3.2.4.	Método experimental	89
3.3.	Diseño de la investigación.....	90
3.4.	Herramientas de recolección de datos	92
3.5.	Fuentes de información	92
3.6.	Estrategia operacional para la recolección y tabulación de datos	97
3.6.1.	Mediciones de campo	100
3.6.2.	Simulación	102
3.7.	Plan de recolección, tabulación, análisis e interpretación de los datos	103
3.8.	Presentación y análisis de los resultados obtenidos	105
Capítulo 4.....		106
Propuesta.....		106
4.1.	Introducción	106
4.1.1.	Ubicación y contextualización del problema	106
4.1.2.	Génesis del problema.....	107
4.1.3.	Estado actual (situación conflicto).....	107
4.2.	Definición del problema / árbol del problema	108
4.3.	Descripción de la propuesta	109

4.3.1.	Objetivos de la propuesta.....	110
4.3.2.	Especificaciones técnicas.....	111
4.3.3.	Determinación de recursos.....	111
4.4.	Diseño de la propuesta	114
4.4.1.	eXtreme Programming.....	114
4.4.2.	Etapas metodológicas.....	118
4.5.	Sistema integrado SOSChat	146
4.5.1.	Análisis o Planificación (Sprint e iteraciones).....	146
4.5.2.	Diseño del sistema integrado	148
4.5.3.	Herramientas de integración	149
4.5.4.	Pruebas.....	151
Capítulo 5.....		153
Resultados.....		153
5.1.	Introducción	153
5.2.	Análisis de usabilidad de la aplicación	154
5.2.1.	Cálculo del puntaje de la escala de usabilidad del sistema	154
5.2.2.	Interpretación de la escala de usabilidad del sistema (SUS).....	155
5.2.3.	Interpretación de resultados SUS.....	156
5.3.	Presentación de resultados en pruebas de implementación y simulaciones.....	157
5.3.1.	Alcance de la conexión en escenario con línea de vista	157
5.3.2.	Alcance de la conexión en escenario sin línea de vista	158
5.3.3.	Efectividad de entrega de mensajes de tipo texto según saltos.....	159
5.3.4.	Tiempo de envío de archivos tipo imagen	162
5.3.5.	Simulaciones.....	166
5.4.	Comparación de resultados entre Bluetooth y WiFi	172
5.5.	Conclusiones	174
Conclusiones del proyecto		175
Recomendaciones del proyecto.....		176
Referencias bibliográficas.....		177
Anexos		188
Anexo 1: Publicación en II Congreso Internacional de Tecnologías de la Información y Computación.....		188
Anexo 2: Manual de usuario		205

Índice de tablas

Tabla 1 Tipología de fenómenos catastróficos	17
Tabla 2 Grandes desastres en América Latina entre 1970-2017.....	19
Tabla 3 Principales desastres naturales en el Ecuador entre 1982 y 2008.....	20
Tabla 4 Desastres históricos en el Ecuador.....	21
Tabla 5 Afectaciones generales 16A.....	22
Tabla 6 Afectaciones en el sector de telecomunicaciones 16A	22
Tabla 7 Caracterización de estándares de redes inalámbricas WiFi	42
Tabla 8 Clasificación de Bluetooth de acuerdo con su potencia de transmisión	43
Tabla 9 Clasificación de Bluetooth según la capacidad de su canal de transmisión	43
Tabla 10 Comparación de estándares de red inalámbricos.....	47
Tabla 11 Comparación de la velocidad de los estándares de la telefonía móvil.....	51
Tabla 12 Resumen de las técnicas de evaluación disponibles	99
Tabla 13 Plan de recolección de datos. Interrogantes básicas	103
Tabla 14 Plan de recolección de datos. Actividades.....	103
Tabla 15 Plan de tabulación de datos. Actividades.....	104
Tabla 16 Recursos Humanos	112
Tabla 17 Recursos tecnológicos.....	112
Tabla 18 Recursos económicos.....	113
Tabla 19 Índice de cambios	118
Tabla 20 Historia de Usuario 1. Conexión entre dispositivos	119
Tabla 21 Historia de Usuario 2. Mensajes punto a punto	119
Tabla 22 Historia de Usuario 3. Identificadores de dispositivos y mensajes.....	119
Tabla 23 Historia de Usuario 4. Modelo de datos	120
Tabla 24 Historia de Usuario 5. Multilinguaje.....	120
Tabla 25 Historia de Usuario 6. Mensajes epidémicos.....	120
Tabla 26 Historia de Usuario 7. Ubicación GPS	121
Tabla 27 Historia de Usuario 8. Topología malla.....	121
Tabla 28 Historia de Usuario 9. Filtro de mensajes.....	121
Tabla 29 Historia de Usuario 10. Mensajes multimedia.....	122
Tabla 30 Historia de Usuario 11. Restablecer conexión.....	122
Tabla 31 Historia de Usuario 12. Tiempo de vida de mensajes.....	122
Tabla 32 Tareas de desarrollo	123
Tabla 33 Objetivos del sistema.....	124
Tabla 34 Requisitos de almacenamiento y restricción de información	125
Tabla 35 Tarjetas Clase-Responsabilidades-Colaboradores.....	137
Tabla 36 Soluciones rápidas	138
Tabla 37 Prueba de aceptación de conexión Bluetooth	145
Tabla 38 Prueba de aceptación de mensaje de emergencia	145
Tabla 39 Historia de Usuario 1. Integración de diseño.....	147
Tabla 40 Historia de Usuario 2. Integración de funciones.....	147
Tabla 41 Tareas de integración.....	147
Tabla 42 Escala de las puntuaciones de SUS.....	155
Tabla 43 Escala de Usabilidad del Sistema	156
Tabla 44 Interpretación de resultados SUS.....	157

Tabla 45 Alcance de conexión en línea de vista	157
Tabla 46 Alcance de conexión sin línea de vista	158
Tabla 47 Registro de saltos en envío de mensajes	160
Tabla 48 Resumen del registro de saltos en envío de mensajes	162
Tabla 49 Tiempo de envío de archivos tipo imagen	163
Tabla 50 Resumen de pruebas de envío de archivos tipo imagen	163
Tabla 51 Parámetros de simulación	167
Tabla 52 Cantidad de mensajes entregados	167
Tabla 53 Entrega promedio de mensajes expresado en porcentaje.....	168
Tabla 54 Tiempo promedio de entrega de mensajes entre nodos	169
Tabla 55 Saltos promedio del sistema de mensajería	170
Tabla 56 Comparación de resultados de promedio de entrega expresado en porcentaje.....	172

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Usuarios del Servicio Móvil Avanzado en el Ecuador	7
Ilustración 2 Cuentas de internet móvil y su tenencia en el crecimiento del Ecuador.....	8
Ilustración 3 Los sistemas de mensajería más populares en el mundo	13
Ilustración 4 Servicio de Facebook para actualización de estado en terremoto de Chile	26
Ilustración 5 Clasificación de las redes inalámbricas de acuerdo con la cobertura	31
Ilustración 6 Redes inalámbricas y su tecnología de transmisión.....	31
Ilustración 7 Velocidad y rango de datos. Exploración inalámbrica	35
Ilustración 8 Posicionamiento cualitativo de medios de comunicación inalámbricos.....	36
Ilustración 9 Descripción general de la conectividad LPWAN IoT	36
Ilustración 10 Infraestructura para IoT. Lorient	37
Ilustración 11 Velocidad de los estándares más usados en las redes móviles	49
Ilustración 12 Topología Ad-hoc o peer-to-peer	52
Ilustración 13 Topología Mobile Ad-hoc Network	53
Ilustración 14 Topología Vehicular Ad-hoc Network	54
Ilustración 15 Interconexión de redes en el planeta Tierra, enfoque global	58
Ilustración 16 Modelo de interconexión de internet interplanetario	59
Ilustración 17 Caracterización de entornos de redes tolerantes a retardos (DNT)	60
Ilustración 18 Tecnología de Internet del Sistema Solar.	62
Ilustración 19 Protocolo TCP vs Protocolo Bundle	65
Ilustración 20 Relación entre Bluetooth mesh, Bluetooth LE y Bluetooth BR/EDR	68
Ilustración 21 Redes de malla Bluetooth y una topología de muchos a muchos	69
Ilustración 22 Esquema de una estructura de conexión en malla de Bluetooth.....	70
Ilustración 23 Red de malla de alta densidad.....	71
Ilustración 24 Protocolos de encaminamiento de redes oportunísticas.	72
Ilustración 25 Gráfico de difusión y entrega de mensajes en redes oportunísticas.	75
Ilustración 26 Proyecto Loon de Google	78
Ilustración 27 View de la app Serval	79
Ilustración 28 Seguimiento de emergencia I-REACT para reportar emergencias.....	81
Ilustración 29 Integración de sistema de alerta TERA	83
Ilustración 30 Arquitectura TERA en composición de tres módulos	83
Ilustración 31 Lugares que viven pendientes de próximas catástrofes	93
Ilustración 32 Uso de redes sociales durante emergencias.	95
Ilustración 33 Mapa interactivo del evento del 16 de abril de 2016.....	96
Ilustración 34 Exactitud vs costo de los distintos métodos de evaluación del desempeño.....	98
Ilustración 35 Escenarios de medición con línea de vista en Paseo Lúdico Montecristi.....	100
Ilustración 36 Escenario de medición con línea de vista ULEAM	101
Ilustración 37 Escenario de medición sin línea de vista FACCI	101
Ilustración 38 Criterios de simulación exploratoria desde la perspectiva de un nodo.....	102
Ilustración 39 Árbol del problema del proyecto	108
Ilustración 40 Flujo general de desarrollo de la propuesta. Esquema de funcionamiento.....	109
Ilustración 41 Modelo gráfico de plan de iteraciones y proceso de retroalimentación	115
Ilustración 42 Ciclo de vida eXtreme Programming	116
Ilustración 43 Reglas y Prácticas XP	117
Ilustración 44 Flujo del sistema de mensajería Bluetooth	127

Ilustración 45 Modelo de datos del sistema	128
Ilustración 46 Diagrama de estado del mensaje.....	129
Ilustración 47 Actividades del sistema de mensajería	130
Ilustración 48 Vista principal. Inicio	131
Ilustración 49 Vista principal. Menú	132
Ilustración 50 Vistas de permisos de la aplicación	133
Ilustración 51 Pestaña Dispositivos	134
Ilustración 52 Vista de chats y grupo.....	135
Ilustración 53 Vistas del sistema de mensajería. Chat.....	136
Ilustración 54 Entorno de Desarrollo Integrado de Android Studio	139
Ilustración 55 Especificaciones de desarrollo.....	140
Ilustración 56 Permisos de la aplicación.....	140
Ilustración 57 Actividad principal Bluetooth.....	141
Ilustración 58 Seguimiento de contribuciones	142
Ilustración 59 Herramienta de publicación de código SourceTree	143
Ilustración 60 Lista de productos de la aplicación SOSChat.....	146
Ilustración 61 Flujograma del sistema integrado	148
Ilustración 62 Vista del sistema integrado	149
Ilustración 63 Contribuciones totales y parciales del proyecto	150
Ilustración 64 Información de la aplicación instalada	152
Ilustración 65 Estado de conexión con línea de vista	158
Ilustración 66 Estado de conexión sin línea de vista	159
Ilustración 67 Escenario de transmisión de mensajes.....	161
Ilustración 68 Recepción de mensajes	162
Ilustración 69 Envío de mensajes	162
Ilustración 70 Gráfica tiempo de envío por peso de archivo en Kilobytes	164
Ilustración 71 Gráfica tiempo de envío por peso de archivo en Megabytes	165
Ilustración 72 Sistema de mensajería multimedia, envío de imágenes.....	165
Ilustración 73 Entorno de funcionamiento y ejecución The ONE simulator.....	166
Ilustración 74 Relación de entrega de mensajes y características de envío	168
Ilustración 75 Promedio de entrega de mensajes expresado en porcentaje	169
Ilustración 76 Tiempo promedio de entrega de mensajes entre nodos	170
Ilustración 77 Saltos promedio del sistema de mensajería	171
Ilustración 78 Comparación de promedio de entrega de mensajes.....	173
Ilustración 79 Certificación de publicación CIDE.....	188
Ilustración 80 Certificado de ponencia CITIC 2018. Andy Castillo	189
Ilustración 81 Certificado de ponencia CITIC 2018. Pablo España	190
Ilustración 82 Archivo de instalación	206
Ilustración 83 Inicio de instalación	206
Ilustración 84 Proceso y finalización de instalación.....	206
Ilustración 85 Permiso de aplicación	206
Ilustración 86 Configuración de idioma	206
Ilustración 87 Pantalla principal	206
Ilustración 88 Pestaña de dispositivo emparejados.....	206
Ilustración 89 Estado de conexión con dispositivo.....	206
Ilustración 90 Envío de mensaje de texto	206

Ilustración 91 Recepción de mensaje de texto	206
Ilustración 92 Opción para escoger imagen	206
Ilustración 93 Selección de imagen desde Galería	206
Ilustración 94 Transferencia de imagen entre dos dispositivos	206
Ilustración 95 Opción para restaurar la conexión	206
Ilustración 96 Dispositivos con conexión restablecida	206
Ilustración 97 Estado de dispositivo sin conexión	206
Ilustración 98 Alerta indicando que el mensaje se almacena y se enviará luego	206
Ilustración 99 Conexión establecida y envío de mensaje almacenado	206
Ilustración 100 Escritura de mensaje a dispositivo sin conexión	206
Ilustración 101 Cuadro de diálogo indicando que el mensaje se enviará luego	206
Ilustración 102 Conexión con dispositivo no destinatario	206
Ilustración 103 Conexión con dispositivo intermediario que contiene el mensaje	206
Ilustración 104 Mensaje entregado a destinatario	206
Ilustración 105 Pestaña de grupo de la aplicación	206
Ilustración 106 Mensaje grupal almacenado hasta conexión con otro dispositivo	206
Ilustración 107 Mensaje grupal recibido con éxito	206
Ilustración 108 Mensajes de grupo recibidos desde dispositivo distintos	206
Ilustración 109 Pantalla principal. Ubicación	206
Ilustración 110 Ubicación GPS y botón de emergencia	206
Ilustración 111 Mensaje de emergencia almacenado en dispositivo	206
Ilustración 112 Mensaje de emergencia recibido	206

Resumen

Las redes de transmisión de datos y comunicaciones, en la actualidad se han convertido en una temática de creciente interés en los grupos de investigación del área y de gran importancia para la sociedad tecnológica de estos tiempos. El normal funcionamiento de un sistema de comunicaciones o mensajería depende necesariamente de una constante conexión con una infraestructura fija de red, como es el caso de internet, por lo que perder esta conexión limita o queda inaccesible la transmisión de datos. Debido a esta situación se han propuesto diversas soluciones como alternativa, usando elementos propios presentes en los dispositivos inteligentes y para este trabajo de investigación se ha planteado hacer uso de los mejores atributos para así poder realizar el desarrollo de una aplicación dirigida a dispositivos móviles Android que puede generar una red de transmisión de datos en situaciones de emergencia cuando las infraestructura habituales de telecomunicaciones no se encuentren disponibles. Dicha aplicación se compone de dos prototipos funcionales, el primero que utiliza únicamente el hardware de Bluetooth del dispositivo y el segundo que integra los servicios de WiFi, obteniendo de esta manera una aplicación integrada que permita expandir los rangos de conectividad de los nodos. Mencionados prototipos fueron desarrollados utilizando metodologías ágiles de desarrollo de software y empleando datos de referencia como la información obtenida en el sismo de magnitud 7,8 suscita el 16 de abril del 2016, siendo este escenario el punto de partida inicial del presente proyecto de investigación, para crear una aplicación de difusión en mensajes en el modelo oportunista de red.

Palabras clave: Bluetooth, sistema de mensajería, redes oportunistas, difusión, emergentes.

Introducción

La comunicación en nuestra sociedad es una necesidad imperante y de gran repercusión en el diario vivir, en la actualidad esta comunicación no sólo se encuentra presente en el manifiesto físico humano, sino que se ha trasladado a modo de servicios digitales en nuestros dispositivos móviles inteligentes, los cuales a través de aplicaciones brindan variedad de maneras de interrelacionarnos a escala global con la finalidad de establecer contacto con otros dispositivos en el lugar en que se encuentren.

Sin embargo, la utilización de una infraestructura fija de red es requisito indispensable para que las aplicaciones de mensajería puedan funcionar correctamente; esto por su parte, se convierte en una limitante y problemática al momento en que los servicios de red se encuentren limitados o inaccesibles, ocasionado por factores que no pueden ser controlados, como es el caso de un desastre natural manifestado como una situación emergente. Por esto, ante estas circunstancias el presente proyecto de investigación busca disminuir la brecha existente entre la comunicación digital y su dependencia de infraestructura física, proponiendo un modelo de conexión basado la utilización de tecnologías inalámbricas de transferencia de datos tales como Bluetooth y WiFi, esto mediante el desarrollo de una aplicación que permita la mensajería basado en este criterio.

En el presente documento se encuentra el despliegue de desarrollo del proyecto, en el cual inicialmente se muestra la información general de la investigación y la temática asignada al trabajo de titulación; en el Capítulo I se hace un análisis introductorio del proyecto, el correspondiente objetivo general y específicos, la justificación respectiva del trabajo en la cual se hace énfasis en su importancia, se realiza la estructuración de la investigación para finalmente terminar con las conclusiones del capítulo.

Posteriormente en el Capítulo II se desarrolla la revisión bibliográfica del proyecto, información que es de gran impacto para el estudio del tema y el planteamiento correcto de la propuesta; por ende, los temas de análisis son respecto a los desastres naturales, sus tipos y consecuencias, además de los principales eventos de esta naturaleza que han afectado a países vecinos y al Ecuador, esto para determinar la manera en que la tecnología puede colaborar en los tiempos de crisis; así mismo, el capítulo contiene la investigación de tecnologías de transmisión de datos y los modelos de comunicación, finalizando con la conclusión respectiva.

En el Capítulo III, referente a la metodología de la investigación, se menciona el tipo y método empleado, además de las herramientas de recolección de datos aplicados al proyecto; aquí también se detallan las fuentes de información, la estrategia y el plan de recolección de datos.

En la sección de la propuesta que corresponde al Capítulo IV del proyecto, primero se presenta la problemática y el árbol del problema, luego se desarrolla bajo manifiesto ágil eXtreme Programming el prototipo del sistema de mensajería basado en Bluetooth contenido en una aplicación dirigida a funcionar en la plataforma Android, posteriormente se integra el proyecto al prototipo desarrollado de WiFi-Direct para finalmente elaborar las conclusiones del capítulo.

En los resultados del Capítulo V, se presenta el producto funcional mediante pruebas de conexión, mediciones en ambientes abiertos y cerrados, simulación de escenarios para comparación de resultados y análisis correspondientes. Por último, se presentan las conclusiones del proyecto, se listan las referencias bibliográficas y se culmina con los anexos correspondientes al manual y resultados externos.

Es importante mencionar que, como resultado de esta investigación se presentó un artículo científico el mismo que fue aceptado y defendido como ponencia en el II Congreso Internacional de Tecnologías de la Información y Computación, con la temática “Diseño de una aplicación para la transmisión de mensajes multimedia basada en el Internet de las Cosas”.

Capítulo I

Información del Proyecto de Investigación

Nombre del Proyecto:

REDES PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN DISPOSITIVOS MÓVILES EN
SITUACIONES EMERGENTES.

1.1. Introducción

Ecuador se localiza en una zona geológicamente activa, la misma que ha sido causa para que se produzcan terremotos de una magnitud considerable, como fue el caso de la catástrofe de abril del 2016 (CNN, 2017; Instituto Geofísico, 2016; RTS, 2016); donde fallecieron un elevado número de personas y las edificaciones e infraestructura vial fueron afectadas severamente. Así mismo Ecuador está ubicado en una zona climática influenciada por eventos naturales, como por ejemplo el Fenómeno del Niño, que en múltiples ocasiones ha sido el causante de catástrofes que destruyen infraestructura dejando a las personas aisladas por un indeterminado tiempo hasta que se restablezcan.

Este tipo de eventos naturales, no solo causan daños en la infraestructura civil, sino que también afectan directamente a otro tipo de infraestructura como son las telecomunicaciones, ocasionando que la población se quede completamente incomunicada local y externamente, haciendo que no puedan recibir y enviar información de tipo personal y logística.

Otro aspecto para considerar son las zonas que resultan inaccesibles a medios de infraestructura de comunicación, teniendo como principal inconveniente la desconexión tecnológica a consecuencia de la ubicación física y territorial de las comunidades que se encuentran localizadas en puntos alejados de la zona urbana, considerados como jurisdicciones rurales y de poco alcance dirigido a medios telemáticos y de comunicación.

En este proyecto de investigación se presenta una propuesta de transmisión de datos inalámbrica que no requiere de una infraestructura fija de telecomunicaciones, que está basada en la comunicación cooperativa entre usuarios que dispongan de un dispositivo móvil y que estén dispuestos a colaborar en este proceso de difusión de información.

En la primera parte del proyecto se prevé una descripción de los escenarios de crisis y emergencias en el Ecuador, describiendo sus principales causas y efectos desde un punto de vista social, técnico, objetivo y cuantitativo donde podamos apreciar la verdadera dimensión y eventos desencadenados a partir de los desastres naturales. A continuación, se realizará análisis de la tecnología de transmisión de datos, considerando componentes físicos y protocolos de comunicación. En la sección siguiente se diseñará e implementará un sistema de transmisión de información para ser empleado en situaciones de crisis y, por supuesto finalmente se presentan las conclusiones y sugerencias de este trabajo de investigación.

1.2. Proyecto

Este proyecto de investigación se desarrolla en etapas planificadas bajo un marco metodológico basado en tareas y entregas incrementales, el cual está centrado en un tipo de trabajo experimental validado estadísticamente y con la entrega de un producto funcional.

Estas etapas se encuentran representadas por fundamentos teóricos mediante una revisión crítica de los elementos conceptuales necesarios en la investigación para su correcta aplicación dentro del proyecto, el trabajo experimental que busca obtener datos representativos valorando las limitaciones y caracterizando las condiciones controladas de pruebas, el análisis de resultados en base a la información obtenida y debidamente procesada con el modelo de comunicación aplicado y la descomposición comparativa en los distintos escenarios de aplicación y, el desarrollo de la propuesta sustentado y validado con las pruebas tomando en consideración la refactorización del producto y futuras mejoras.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Diseñar un sistema de transmisión de datos para dispositivos móviles en situaciones emergentes aplicando protocolos de difusión de mensajes en situaciones en las que no existe una infraestructura de red o telecomunicaciones.

1.3.2. Específicos

1. Caracterizar los escenarios de emergencias y crisis en países vecinos que sufren de desastres naturales como: Ecuador, Chile, Perú, Colombia y México; con origen en desastres naturales en la afectación de servicios de comunicaciones de datos.
2. Estudiar las tecnologías de transmisión de datos para usuarios móviles.
3. Caracterizar los protocolos de comunicación de datos en redes carentes de infraestructura tecnológica.
4. Diseñar un sistema de comunicación de datos sin utilizar infraestructura de transmisión de datos.

1.4. Justificación

El impacto negativo que pueden causar las crisis en diferentes campos y aspectos de la sociedad provoca que se altere la cotidianidad de las personas. Así mismo en algunas investigaciones proponen modelos de cómo gestionar los recursos y la información en estos tiempos de emergencia. Debido a que los servicios básicos que utilizan las personas son los primeros en ser afectados.

Considerando contribuciones técnicas y científicas se justifica proponer alguna alternativa tecnológica que mitigue los efectos de los desastres cuando la gente no cuenta con una aplicación para poderse comunicar. Como se explicó anteriormente, cuando ocurre un evento

inesperado de orden natural o humano, el servicio de transmisión de datos es uno de los que primero colapsan, o deja de estar disponible. Este fue el caso del terremoto de abril 2016 en San Vicente, donde una falsa alarma de tsunami, en ausencia de información oficial, hizo que los pobladores abandonaran sus hogares y se dirigieron todos a la parte alta de la ciudad ocasionando un colapso de la vía pública. (RTS, 2016a) O también puede ser el caso de comunidades alejadas que no cuentan con el servicio de infraestructura de comunicaciones.

En nuestro estudio planteamos una solución de comunicación de datos para dispositivos móviles que funcione en tiempo de crisis o desastre, en ausencia de una infraestructura tecnológica, esta solución que diseñaremos aunque no tenga incluido todas las funcionalidades de un sistema convencional, permitirá el envío de información entre usuarios, o también a través de esta red de dispositivos móviles, los gestores de crisis podrán enviar las consignas e instrucciones para organizar y mantener informadas a las personas afectadas.

1.5. Estructuración de la investigación

El proyecto está dividido en iteraciones clasificadas en tareas enumeradas a continuación:

1. Análisis de tecnologías de transmisión de datos.
2. Diseño de prototipos para el sistema de transmisión de datos.
 - a. Comunicación mediante interfaz WiFi.
 - b. Comunicación mediante interfaz Bluetooth.
3. Integración del sistema.
4. Aplicación de mediciones para el análisis de la transmisión de datos en dispositivos móviles mediante interfaces bluetooth y wifi.

De acuerdo con esto, el trabajo asignado de investigación a nuestro grupo fue el diseño de un prototipo de comunicación utilizando la interfaz Bluetooth. A continuación, se detalla el trabajo de titulación desarrollado.

REDES PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN DISPOSITIVOS MÓVILES EN SITUACIONES EMERGENTES USANDO TECNOLOGÍA BLUETOOTH

1.5.1. Introducción.

A nivel tecnológico se presencia un avance y despliegue que se incrementa día a día, siendo completamente notoria esta afirmación en los dispositivos móviles, los cuales proporcionan diversas opciones para que los usuarios estén comunicados a través de la utilización de aplicaciones diseñadas para tal efecto; estas aplicaciones tienen como medio de conexión el uso de Internet para posibilitar la interacción entre los internautas. (Castillo Palma, España Bravo, & Herrera Tapia, 2018). Tal como se puede apreciar en la Ilustración 1, según un estudio de ARCOTEL en el año 2017 un 46,4% de usuarios de servicio móvil avanzado poseen un smartphone.

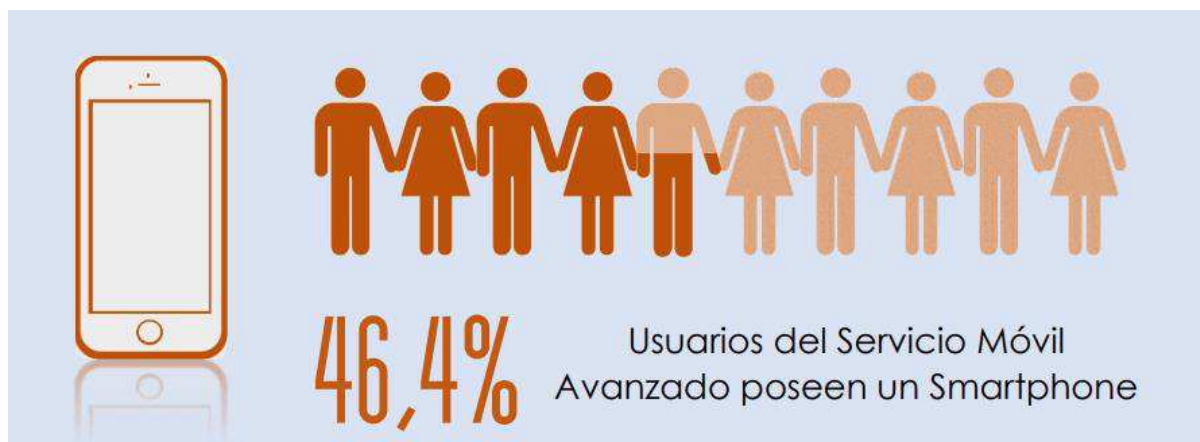


Ilustración 1 Usuarios del Servicio Móvil Avanzado en el Ecuador

La Ilustración 1 muestra el porcentaje de usuarios que cuentan con servicio móvil avanzado en el Ecuador, datos que fueron obtenidos de la base de abonados del SMA/SAI en junio del 2017 por la (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, 2017)

En Ecuador existen cerca de 15 millones de líneas activas (Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2017), en la Ilustración 2 se aprecia que de la cantidad mencionada de líneas activas sólo 8,1 millones cuentan con servicio de internet móvil, tomando en cuenta, que desde el año 2010 la tenencia de internet móvil ha tenido un incremento de 46 puntos.

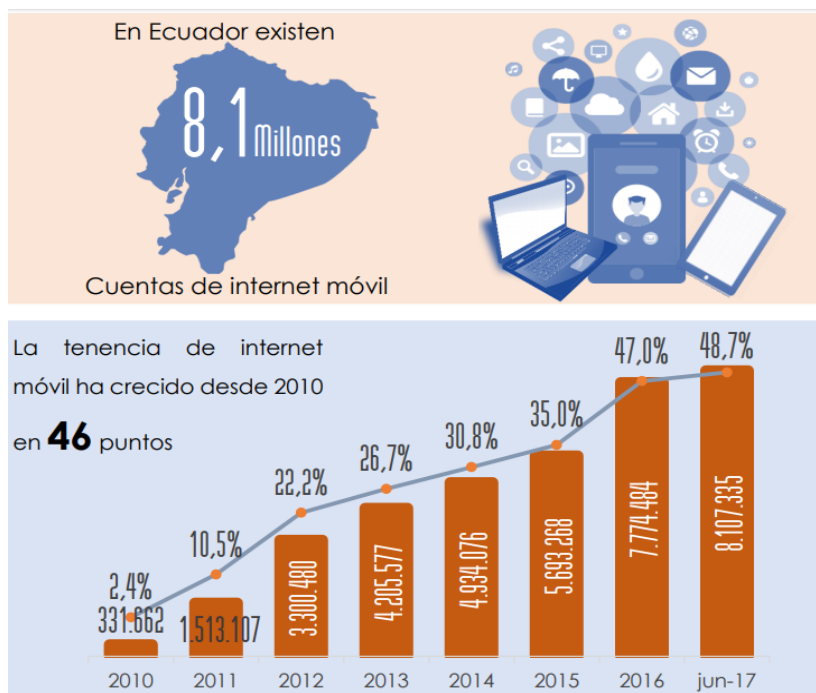


Ilustración 2 Cuentas de internet móvil y su tenencia en el crecimiento del Ecuador

La Ilustración 2 muestra de forma visual la cantidad de cuentas de internet móvil y su tenencia en el crecimiento del Ecuador a través de los años (2010-2017), datos que fueron obtenidos de la base de abonados del SMA/SAI en junio del 2017 por la (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, 2017)

Sin embargo, la utilización de infraestructura de redes de Internet, así como es una gran ventaja también representa una limitante considerable principalmente en su uso imprescindible en los programas de mensajería, dificultando su funcionamiento si estos no cuentan con el acceso a mencionada infraestructura. Un aspecto muy destacado en el desarrollo tecnológico y estrechamente ligado a los sistemas de computación de última generación es el Internet de las Cosas (IdC), conocido comúnmente también por sus siglas en inglés IoT (Internet of Things), que implica la interconexión digital entre los objetos con los cuales interactúan las personas y el internet. (IoT, 2019)

El Internet de las cosas presenta desafíos mucho más trascendentales que el simple monitoreo unidireccional mediante sensores debidamente instalados en objetos que realizan la emisión de datos vía redes inalámbricas; debe considerar el desarrollo de aplicaciones que permitan que los humanos puedan interactuar con los objetos en variedad de situaciones dentro del diario

vivir, incluyendo además el entretenimiento de los usuarios. Entre las alternativas tecnológicas se tiene a bluetooth como un entorno de comunicación de corta distancia que puede ser usado como una interfaz inalámbrica para la transmisión de datos. (Internet of Things, 2019)

En este proyecto de investigación, que consiste en el diseño de una aplicación para la transferencia de datos (envío y recepción de mensajes) entre dispositivos móviles sin requerir la utilización de internet que, por diversidad de circunstancias técnicas, ocasionadas por algún desastre natural no se encuentre disponible. Se plantea el empleo de un modelo de comunicación de redes punto a punto o conocidas técnicamente como ad-hoc, mismas que posibilitan la interacción directa entre dispositivos sin que éstos se encuentren conectados a una infraestructura fija de telecomunicaciones.

En este Capítulo I se aborda el contexto del proyecto de investigación en el cual se encuentra toda la información y estructuración del trabajo, justificando su realización y concluyendo con el desarrollo de la temática. En el Capítulo II se aborda el marco teórico de la investigación, donde se encuentra toda la fundamentación teórica, análisis de investigaciones similares respecto a modelos de comunicación adoptados en diversos desastres y ámbitos de aplicación, además de la revisión bibliográfica del contenido. En el Capítulo III se presenta el diseño metodológico de la propuesta, indicando el tipo de investigación y sus métodos, además de las técnicas de recolección de datos empleadas, sus fuentes de información, estrategias y análisis de resultados. En el capítulo IV se explica el diseño de la propuesta, donde se adoptan las fases del diseño metodológico, descripción del proyecto, especificaciones a nivel técnico y desarrollo del estudio. En el Capítulo V se presentan los resultados de la investigación, los mismos que han sido evaluados desde el punto de vista funcional y estadístico.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones para un futuro trabajo.

1.5.2. Objetivos.

General.

Ofrecer una alternativa de comunicación entre dispositivos móviles basado en el modelo ad-hoc y redes oportunísticas utilizando la tecnología bluetooth como medio de transmisión de datos y mensajes multimedia.

Específicos.

1. Investigar los modelos de comunicación existentes que se basen en el uso de tecnologías que no dependan de infraestructura de red.
2. Realizar un estudio acerca del funcionamiento de la tecnología Bluetooth en los dispositivos móviles para la transmisión de paquetes de datos.
3. Diseñar un prototipo de red de transmisión de datos basado en el modelo ad-hoc de comunicación.
4. Desarrollar una aplicación móvil que cumpla con las expectativas de disseminación de mensajes a través de la topología mesh.
5. Obtener resultados de publicación científica y presentar los resultados en un congreso internacional científico relacionado a la temática.

1.5.3. Justificación.

Teniendo presente que el uso de redes y medios de comunicación desde el comienzo de la era de las tecnologías para la transmisión de mensajería, siempre se ha tenido la particularidad de que cuando el internet no está disponible o cuando el sistema de transmisión se encuentra saturado es imposible transmitir datos en forma de mensajes en dispositivos móviles. De esta manera se limita o impide la correcta comunicación entre personas. Existen diversidad de

acontecimientos que pueden conllevar a notar claramente la problemática expuesta como lo son fallas en infraestructura tecnológica, saturación de redes durante eventos de asistencia masiva como lo son conciertos, factores ambientales, etc. Un ejemplo muy latente fue el corte de comunicaciones acaecido en la situación emergente del 16 de abril del año 2016 a las 18:58 en Manta ciudad de Ecuador, un movimiento sísmico de magnitud 7.8 que provocó la caída de las comunicaciones en la zona. (INSARAG, 2016)

Es imprescindible determinar que ante esta variedad de situaciones se plantea una solución, que es la interconexión de dispositivos utilizando el modo ad-hoc o conexión punto-a-punto de las interfaces de red. Siendo importante la ejecución de este proyecto por las siguientes razones:

- Promueve el uso de una alternativa de comunicación gratuita y libre de la dependencia de internet.
- Brinda a la comunidad un medio de mensajería ante situaciones emergentes.
- Difusión de la información entre dispositivos que actúan como nodos de red.
- Implementar un sistema simple de gestión de mensajes.
- Utilización de tecnología bluetooth creando un modelo de disseminación de datos.
- Ofrece una aplicación móvil pionera en la localidad, puesta al servicio de las comunidades.

Al promover el uso de alternativas de comunicación que no dependan de infraestructura de red se hace énfasis a la variedad de soluciones de contacto y difusión de mensajes que se puede dar a situaciones catastróficas y de emergencia, ya que en la actualidad en su mayoría las aplicaciones que brindan el servicio de mensajería instantánea dependen específicamente del uso de Internet como medio de conexión y transferencia de datos.

Es necesario saber que la mensajería instantánea es una forma de comunicación que se da en tiempo real entre dos o más personas, y la cual está basada en texto. Mencionado texto es enviado a través de dispositivos conectados a una red como puede ser Internet. (EcuRed, 2015)

En la actualidad si se menciona o se hace referencia a mensajería instantánea WhatsApp (Facebook Inc., 2019b) y Messenger (Facebook Inc., 2019a), los cuales a nivel mundial tienen una alta cuota de mercado dejando poco espacio para sus competidores, a pesar de esto existen otras aplicaciones que cumplen con la función de mensajería instantánea siendo catalogadas como apps alternativas. (Xakata Móvil, 2015)

La aplicación Line (LINE, 2019) es una alternativa muy popular y una de las más conocidas ya que cuenta con funcionalidades de llamadas de voz desde la aplicación y su presencia en múltiples plataformas.

Spotbros (Spotbros, 2019) es otra aplicación desarrollada en España y que refuerza la privacidad como por ejemplo la posibilidad de que no nos podrán enviar mensajes si ambos números involucrados no se encuentra en la agenda de los dos terminales.

Telegram (Telegram, 2019) resulta una de las últimas alternativas que incluso han llegado a discutir el liderato de WhatsApp apostando por un ecosistema de aplicaciones muy completo.

También se tiene a WeChat (WeChat, 2019), una aplicación móvil que en el tiempo actual cuenta con más de 600 millones de usuarios activos o Wire (Wire, 2019), una aplicación que le da importancia a los aspectos visuales poniendo una marca acentuada en la estética de la aplicación.

Snapchat (Snapchat, 2019) que aparte de ser pensada como una aplicación de envío multimedia (fotos, textos o vídeos) que caduca, hoy en día es una completa app de mensajería instantánea que sigue apostando por la característica de eliminar los mensajes pasados un tiempo. Además, se tiene a Skype (Skype, 2019) que cuenta como punto fuerte con el servicio de videoconferencia y la característica de ser multiplataforma y estar muy implantado en ordenadores. Hangouts (Hangouts, 2019) que nos permite aprovechar las cuentas de Google y que viene preinstalada en la mayor partes de los terminales con Android. Finalmente una

aplicación que un día fue líder indiscutible, BBM (BlackBerry Messenger, 2019) que triunfaba sobretodo en el mundo de los negocios pero con la limitante que sólo se encontraba disponible en terminales de RIM. (RIM, 2013)

Se aprecia en la Ilustración 3, WhatsApp y Facebook Messenger lideran la popularidad como aplicaciones de mensajería alrededor del mundo, sin embargo, existen aplicaciones alternativas que tienen mucha acogida en determinados sectores de la población mundial. (Statista, 2019)



Ilustración 3 Los sistemas de mensajería más populares en el mundo

La Ilustración 3 muestra un mapa mundial en el cual se divide por secciones de colores a los sistemas de mensajería más populares de cada región. (Hootsuite, 2019)

Todas estas aplicaciones, aparte de tener la relación característica de brindar la funcionalidad de mensajería instantánea, funcionan bajo la total dependencia de internet como infraestructura de comunicaciones, por lo que ante una eventual caída o daño ante diversas situaciones ya sean de emergencia, catástrofes o simple colapso por saturación de redes estas quedarían inutilizables. Por lo que el desarrollo y utilización por parte de la comunidad de una aplicación que pueda funcionar sin ningún problema ante situaciones de desconexión o problemas de infraestructura de comunicaciones es de vital importancia en situaciones emergentes.

Capítulo 2

Revisión Bibliográfica

2.1. Introducción

En la actualidad la comunicación punto-a-punto entre dispositivos móviles, es una temática que ha ganado gran popularidad debido al aumento de ciertos sistemas como Arduino (Arduino, 2019) o Raspberry (Raspberry Pi 4, 2019), los cuales han sido impulsados gracias a la aparición de modelos aplicados al internet de las cosas.

Asimismo, los propios sistemas Android (Android, 2019) posibilitan el aumento de las funcionalidades de estos sistemas o incluso ofrecer un nuevo modelo de transferencia de datos. Usualmente estos sistemas se comunican de manera local bajo la utilización de los protocolos básicos como Bluetooth.

En esta investigación, se ha desarrollado una aplicación en Android basada en el modelo de redes oportunísticas para la transmisión de datos entre dispositivos móviles, considerando principalmente las situaciones de emergencia y haciendo uso de la tecnología Bluetooth (Bluetooth, 2019c) para la propuesta del estándar de redes ad-hoc de comunicación.

En esta sección se presenta la revisión bibliográfica relacionada a nuestro trabajo de investigación, empezando con un breve análisis sobre los desastres naturales, estudios relacionados sobre tecnologías de transmisión de datos, topologías de red y su aplicación, tipos de interfaces de comunicación, protocolos de redes oportunísticas, aplicaciones existentes y culminando con las conclusiones del capítulo.

2.2. Desastres Naturales

Los desastres naturales se catalogan como un fenómeno natural, los cuales son toda manifestación de la naturaleza, como lo indica (Andrew, 1983), se refieren a cualquier expresión que adopta ésta como resultado de su funcionamiento interno. Referente a los desastres naturales que impulsan esta investigación son aquellos de aparición extraordinaria y sorprendente, siendo ejemplos los terremotos, un tsunami o maremoto, lluvias torrenciales, entre otros.

Así mismo, (Andrew, 1983) en su estudio nos da la pauta que ser vulnerables a un fenómeno natural es ser susceptible de sufrir daño y tener dificultad para recuperarse de ello, tal situación nos deja expuestos a eventos de naturalidad peligrosa y bajo la denominación de “desastre natural”.

Según varios estudios y conclusiones interesantes que son de gran utilidad para el análisis socio-histórico de los desastres naturales tenemos la investigación realizada por (García Acosta, 1993), en la cual menciona que:

- *Siempre irrumpen el desarrollo;*
- *Necesitan estudiarse analizarse en procesos sociales y económicos;*
- *Deben tomarse en cuenta las respuestas respecto a la población afectada;*
- *Se adicionan a los desastres económicos cotidianos y políticos.*

A partir de estos enfoques, cabe mencionar que los desastres naturales en la actualidad deben ser considerados necesariamente en el desarrollo tecnológico de las sociedades, ya que éstos dependiendo de las circunstancias pueden afectar gravemente a las infraestructuras, y la construcción de modelos de comunicación que solucionen la pérdida de conexión ante eventualidades de consideración natural necesitan tomar en cuenta estos ámbitos de aplicación.

El Ecuador es un país con una elevada vulnerabilidad ante desastres naturales, según indica (FAO. Unidad de Tenencia y Manejo de Tierras, 2008), ya que se encuentra en una de las zonas de más alta complejidad tectónica en el mundo, específicamente en el punto de encuentro de las placas de Nazca y Sudamérica. También, es parte del denominado “cinturón de fuego del Pacífico”, contando con una larga serie de volcanes los cuales en su mayoría se encuentran activos provocando esto una alta actividad sísmica y volcánica, aspectos que determinan su vulnerabilidad. Además, el país está ubicado dentro del cinturón de bajas presiones que rodea el globo terrestre, en la zona de convergencia intertropical, la cual es un área sujeta a amenazas hidrometeorológicas tales como inundaciones, sequías, heladas o los efectos del fenómeno El Niño.

2.2.1. Tipos de desastres naturales

Para conocer los tipos de desastres naturales es necesario realizar un análisis de la tipología de los fenómenos, a través de estudios llevados a cabo por diversos centros y/o redes de investigación que han evidenciado la necesidad de conocer el nivel de riesgo asociado a cada fenómeno y su respectiva diferencia.

Tal como menciona (Capacci & Mangano, 2015), dado que los acontecimientos naturales cuentan con una cierta periodicidad, permiten establecer, mediante métodos estadísticos de producción, una escala de recurrencia acerca del desborde de los ríos, de las erupciones volcánicas, de la manifestación de los huracanes así como de los terremotos.

En la Tabla 1 se aprecia la clasificación tipológica de los fenómenos denominados calamitosos de acuerdo con los datos de un estudio desarrollado por el Instituto Superior de Protección e Investigación Ambiental.

Tabla 1 Tipología de fenómenos catastróficos

Tipología	Subtipología	Fenómenos	Nivel de responsabilidad del hombre	
Naturales	Subsuelo	Terremotos, erupciones	Ninguna o responsabilidad indirecta	
	Geofísicos	Superficie terrestre		Inundaciones, deslizamientos
		Atmósfera		Huracanes, calor y frío intensos, tormentas eléctricas
	Biológicos	Macrofauna		Plagas de langostas, termitas
		Microfauna		Infecciones causadas por bacterias, virus
Flora		Plantas venenosas, la fiebre del heno		
Seminaturales		Smog, desertificación, avalanchas, calentamiento global	Acentuadas por el hombre	
Antrópicos		Contaminación, desastres industriales, guerras	Provocadas por el hombre	

La Tabla 1 presenta la tipología de fenómenos catastróficos, clasificados según su tipología, además de caracterizarlos de acuerdo con el nivel de participación o responsabilidad del hombre. (ISPRA, 2009)

Otra clasificación es la dispuesta por (Francisco & Fernando, 2003) que cita a aquellos desastres de carácter violento tales como las grandes erupciones que destruyen o que pueden modificar de forma sustancial los edificios volcánicos y cuyos productos cubren regiones enteras logrando cambiar sus características naturales, tanto en su composición química como física; o los terremotos que alteran el nivel de los terrenos, la configuración de la línea de costa y generan cambios en los patrones de drenaje.

Los otros tipos de desastres que se mencionan en esta investigación son aquellos que tienen una acción lenta, casi imperceptible a escala humana, aquellos que sufren el medio ambiente biosférico como resultado de acciones antrópicas y el último aquellos que afectan a ciertas partes del medio ambiente, como por ejemplo la interposición del hombre y sus construcciones.

2.2.2. Consecuencias: Infraestructura afectada

Desde diversidad de enfoques teóricos y metodológicos a partir del estudio y evaluación de desastres, ha surgido la necesidad de plantear acciones tomando en cuenta ciertas condicionantes en la historia, que los han generado y que de esa forma han incrementado enormemente la vulnerabilidad de las sociedades que se han visto afectadas por eventualidades catastróficas de tipo natural.

Las erupciones volcánicas, movimientos sísmicos de gran magnitud, inundaciones y maremotos han sido a lo largo de la historia de la Tierra hechos comunes que nunca han estado ajenos a la evolución social y tecnológica del hombre, por lo que en la actualidad es menester tomarlos en consideración a fin de mejorar nuestras capacidades de supervivencia y desarrollo tecnológico sostenible.

Estos mencionados desastres naturales no son un fenómeno extraño en Latinoamérica, esta región anualmente debe superar muchas catástrofes, no sólo con la desafiante labor de brindar ayuda a los damnificados, sino que también con el problema de mantener sus redes de comunicaciones, ya que la infraestructura de éstas se ve gravemente afectada por las eventualidades referidas tal como lo menciona (Telecom, 2017) a través de un evento de discusión realizado en Chile bajo la temática “Nos importa Chile” llevado a cabo en el año 2017, y que reunió a las principales empresas de telecomunicaciones de la región como lo son Claro, Entel y Movistar; con la finalidad de la iniciativa de firma de la Carta de Conectividad Humanitaria. En dicho evento se mencionó que los operadores móviles a nivel de infraestructura de telecomunicaciones han realizado fuertes inversiones que permiten que la cobertura móvil supere en un 90% en casi todos los países de la región, y se esperan mayores inversiones (\$76 mil millones) en los próximos años, ampliando más la cobertura de internet móvil y 4G.

2.2.3. Principales desastres naturales que han afectado a países vecinos y a Ecuador

Ocurrencia de desastres en ciudades de América Latina entre 1970 y 1999

En una investigación realizada por (Audefroy, 2003) nos dice que los desastres naturales están tomando cada vez una mayor relevancia en la opinión pública y que desde hace décadas existe una ocurrencia cada vez mayor lo cual provoca un número elevado de daños que se va incrementando en su clasificación humana, material y económica. Este estudio brinda un cuadro explicativo que se aprecia en la Tabla 2, acerca de la ocurrencia de los desastres en ciudades de América Latina y sus respectivos daños, comprendido entre los años 1970 y 2017.

Tabla 2 Grandes desastres en América Latina entre 1970-2017

Año	País	Ciudad	Número de hab.	Tipo de fenómeno	Daños humanos y materiales (usd)
1970	Nicaragua	Managua	493 mil (1975)	Terremoto	6 mil personas muertas / 17 mil desaparecidas / 3,018 millones de USD
1976	Guatemala	Guatemala	1.3 millones	Terremoto	1,200 pers. muertas / 90,000 damnificados / 1100 millones de USD
1984	México	Ciudad de México	14 millones	Explosión de depósito de gas	500-600 pers. muertas / 10,000 evacuados
1985	México	Ciudad de México	15 millones	Terremoto	Más de 10 mil pers. muertas / 34 mil edificios destruidos / 65 mil con daños 4000 millones de USD
1985	Colombia	Armero	25 mil	Erupción volcánica y flujo de lodo	Destrucción casi total / 25 mil pers. muertas / 297,044 pers. afectadas
1986	El Salvador	San Salvador	750 mil	Terremoto	1,200 personas muertas / 10,000 heridos 200 mil damnificados / 1,150 millones de USD
1988	Brasil	Río de Janeiro	9.9 millones	Inundaciones	20% población afectada, 1000 millones de USD
1992	México	Guadalajara	3.5 millones (1990)	Explosión de gasolina acumulada en el drenaje	Más de 200 personas muertas
1997	México	Acapulco	1.1 millones	Huracán Paulina	228 personas muertas / 165 desaparecidos / 288 mil damnificados Destrucción de viviendas
1998	Honduras	Tegucigalpa	1 millón	Huracán Mitch	300 personas muertas

1998	El Salvador	Cordillera aluvial, Valle y cordillera int.	6 millones (país en 1999)	Huracán Mitch	240 personas muertas / 135 desaparecidos / 85 mil damnificados
1999	Colombia	Armenia Pereira	270,000	Terremoto	1,230 personas muertas / 5,300 heridos / 200000 afectados
2010	Chile	Centro-Sur, Concepción	17.7 millones	Terremoto/ Maremoto	156 personas muertas/ 2 millones de damnificados/ 25 desaparecidos
2015	Chile	Zona Central y Norte, Valparaíso	17.7 millones	Terremoto	12 personas muertas/ 610 damnificados/ 1 millón de evacuados
2016	Ecuador	Pedernales	75,510	Terremoto	663 personas muertas/ 6274 heridos/ 28775 personas albergadas
2017	México	Puebla	112.33 millones	Terremoto	370 personas muertas/ 7289 heridos/ 9722 afectados

La Tabla 2 realiza un análisis de los grandes desastres naturales ocurridos en América Latina entre los años 1970 y 2017, caracterizando detalles de afectaciones. (Perló Cohen, 1999)

Desastres naturales en el Ecuador entre 1982 y 2008

Tabla 3 Principales desastres naturales en el Ecuador entre 1982 y 2008

Desastre	Año	Principales efectos sociales y económicos
Fenómeno El Niño	1982	307 fallecidos, 700 000 afectados, carreteras destruidas.
Terremoto en la región Amazónica	1987	3 500 fallecidos, 150 000 afectados, rotura de oleoductos y daños estimados en 890 millones de USD.
Deslizamiento La Josefina	1993	100 fallecidos, 5 631 afectados, 741 viviendas destruidas, graves daños en cultivos, infraestructuras públicas y red vial, pérdidas económicas directas estimadas en 148 millones de USD.
Fenómeno El Niño	1997 - 98	293 fallecidos, 13 374 familias afectadas, daños estimados en 2 882 millones de USD (equivalente al 15% del PIB de 1997).
Erupción del volcán Guagua Pichincha	1999	2 000 personas desplazadas, daños en la salud y cierre del aeropuerto de Quito.
Erupciones del volcán Tungurahua	Desde 1999	En 1999: 20 000 evacuados, pérdidas estimadas en 17 millones de USD en el sector agrícola y en 12 millones en el turístico. Desde 2001, 50 000 personas evacuadas y daños en la salud de los afectados por las emisiones de ceniza, graves pérdidas económicas.
Inundaciones en gran parte del país	2008	62 fallecidos, 9 desaparecidos, 90 310 familias afectadas, carreteras destruidas, 150 000 ha de cultivos perdidos, daños incalculables.

La Tabla 3 describe los principales desastres naturales en el Ecuador entre los años 1982 y 2008, basado en un estudio respecto a los desastres naturales y tenencia de la tierra de los pobres, efectuado en el año 2008. (Jordán & Asociados, 2008)

Nuestro país, además, por sus condiciones geomorfológicas y también por el efecto de la actividad humana es propenso a ciertos procesos, entre los que se pueden mencionar los deslizamientos y avalanchas de lodo generalmente en la estación invernal ocasionado por fuertes e intensas lluvias. En la Tabla 3 se pueden ver los datos de un incremento significativo del número de damnificados, y la gravedad de las pérdidas socioeconómicas a causa de los desastres naturales en el Ecuador, incluyendo datos histórico como lo indica la Tabla 4.

Tabla 4 Desastres históricos en el Ecuador

Desastre	Fecha	Total, personas afectadas
Sequía	Marzo 1964	600000
Inundación	08/04/1970	140500
Inundación	Noviembre 1982	700000
Inundación	04/08/1983	200000
Terremoto	05/03/1987	150000
Inundación	24/03/1992	205000
Volcán	03/11/2002	128150
Volcán	14/08/2006	300013
Inundación	30/01/2008	289122

La Tabla 4 puntualiza las fechas de los desastres históricos que han ocurrido en Ecuador, especificando el número total de personas afectadas por mencionadas eventualidades naturales. (EM-DAT, 2008)

Terremoto en Ecuador el 16 de abril del 2016

El desastre natural con mayor trascendencia en los últimos años fue el acaecido el 16 de abril del 2016, un sismo de magnitud 7.8 en el noroccidente de Ecuador que fue el resultado de un movimiento de capas tectónicas de tipo superficial entre la Placa de Nazca y la Placa del Pacífico.

En este evento catastrófico de tipo natural se vieron afectadas y declaras en estado de Emergencia 6 provincias como lo son Esmeraldas, Santo Domingo, Manabí, Guayas, Los Ríos y Santa Elena, siendo declarada además Pedernales como Zona de Desastres.

En la Tabla 5 se presenta un resumen del informe elaborado por el equipo Técnico de la Secretaría de Gestión de Riesgos el 17 de abril del 2016 a las 11h00, logrando apreciar los datos recopilados.

Tabla 5 Afectaciones generales 16A

663 personas fallecidas	9 personas desaparecidas	6274 personas heridas	28775 personas albergadas	370 edificaciones destruidas	151 edificaciones afectadas	26 escuelas afectadas
-------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	---------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------

La Tabla 5 contiene la información general de las afectaciones del 16 de abril del 2016. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2016)

En el sector de telecomunicaciones, en el mismo informe se presenta un análisis situacional del flujo de comunicación por parte de las operadoras móviles del país y que brindan sus servicios en los lugares afectados por el desastre natural, mismos datos que se presentan a continuación en la Tabla 6 de situación en el sector de telecomunicaciones.

Tabla 6 Afectaciones en el sector de telecomunicaciones 16A

Operador	Afectación (%)	Fecha	Hora
CLARO		17/04/2016	10:56
Nacional	3,9%		
Manabí	42,0%		
Esmeraldas	14,0%		
Guayas	0,8%		
MOVISTAR		17/04/2016	10:55
Nacional	6,0%		
Manabí	80,0%		
Esmeraldas	11,0%		
Guayas	3,0%		
CNT		17/04/2016	10:57
Nacional	5,3%		
Manabí	63,0%		
Esmeraldas	17,0%		
Guayas	3,0%		

La Tabla 6 especifica las afectaciones generales en el sector de las telecomunicaciones según el informe del COE Nacional, a consecuencia del terremoto del 16 de abril del 2016. (MTT COE Nacional, 2016)

En base a la información obtenida, es notorio que el desastre natural ocurrido el 16 de abril de 2016, fue un evento de escala catastrófica que afectó en gran medida al sector de telecomunicaciones en especial a las provincias de Manabí y Esmeraldas en un porcentaje mayoritario, por lo que las operadoras debieron ejecutar acciones inmediatas como la implementación de radiobases temporales para solucionar la problemática.

En esta sección se hizo referencia a los desastres naturales con el objetivo de contextualizar acerca de las consecuencias de éstos.

2.3. ¿Cómo la tecnología puede ayudar en tiempos de crisis?

El despliegue tecnológico, a criterio general ha tenido una repercusión fundamental al momento en que la sociedad y sus comunidades han tenido que enfrentarse a grandes inconvenientes, especial y esencialmente a los desastres naturales, las personas tienen la esperanza de que la implementación y uso de nuevas tecnologías ayuden a lograr vidas más saludables con una mayor libertad social, generación de conocimientos y habilidades y el desarrollo de una vida más productiva.

En el artículo realizado por (Navarro Machado, 2006) se menciona que ante la situación planteada respecto a los desastres naturales, los cuales en gran medida no es posible evitarlos, el progreso científico se ha enfocado al estudio y detección temprana de fenómenos y desde una perspectiva social en reducir la vulnerabilidad y factores de riesgo.

Es así como en la actualidad encontramos variedad de ejemplos en los cuales la tecnología ha sido un factor determinante en la reducción de afecciones ante desastres y han menguado los efectos colaterales producidos por fenómenos de escala catastrófica en su clasificación natural.

2.3.1. Sistema de detección de incendios forestales mediante redes sensoriales

inalámbricas

Un artículo desarrollado a través de un proyecto de sistema de detección de incendios elaborado por (Erazo P., Hervas P., Cuenca, Cuenca, & DIUC, 2014), hace alusión a la utilización de la tecnología Zigbee por medio de Arduino, con las cuales se creó un sistema que fue denominado Natura Sys conformado por motas sensoriales que receptan información ambiental tales como la temperatura, humedad y presencia de humo; ésta tiene una base de datos céntrica que se encarga de recolectar la información en forma inalámbrica enviada por los dispositivos sensoriales y la cual es visualizada en una aplicación de escritorio.

Este sistema contempla la problemática de que en el Ecuador los Incendios forestales a lo largo de la historia han sido una de las causas principales del deterioro ambiental y contando con varios factores negativos han ocasionado incluso pérdidas humanas por lo que mediante la implementación del sistema se espera captar los cambios bruscos de temperatura y la presencia de humo para permitir disponer de una alerta temprana de un posible incendio forestal.

2.3.2. Telecomunicaciones/Tics en el manejo de Desastres

Un estudio acerca de las Telecomunicaciones/Tics en el manejo de Desastres realizado por (Delgado, 2008), demostró que las pérdidas humanas y económicas ocasionadas por los desastres naturales en el año 2008 fueron devastadoras.

La cantidad de personas fallecidas fue de 23500, fueron afectadas 214 millones y el costo económico de estos desastres superó los 190 billones de dólares.

Ante esta situación preocupante la Unión Internacional de Telecomunicaciones en sus siglas U.I.T., ha estado definiendo y adoptando estándares globales para permitir que las tecnologías de la información y la comunicación puedan interconectar personal alrededor del mundo usando distintos equipos, regulando el uso del espectro radioeléctrico y asegurando que las comunicaciones inalámbricas internacionales puedan permanecer sin interferencia para que sea posible transmitir toda aquella información de importancia que pueda ser requerida en cualquier parte del mundo.

Plan de Telecomunicaciones para Emergencias

A partir del estudio realizado se elaboró un plan de telecomunicaciones para emergencia en el cual se procedió a contemplar la preparación de acciones, planes y procedimientos para asegurar una rápida, efectiva y apropiada respuesta que puede salvar vidas y hogares de miles de personas.

- 1) Preparación
 - a. Evaluación de necesidades.
 - b. Identificación de vulnerabilidades.
 - c. Establecimiento de Sistema de Alerta Temprana junto a la integración de herramientas TIC's como lo son sistemas de monitoreo, satélites, entre otros.
- 2) Respuesta
 - a. Evaluación de daños y análisis respectivo de necesidades.
- 3) Rehabilitación y Reconstrucción
 - a. Reconstrucción de los sistemas y redes de telecomunicación que han sido afectados.
 - b. La UIT colabora a los países a cumplir con la tarea de rehabilitación y reconstrucción de sus comunicaciones.

Este modelo en fases desarrolla su propio plan de telecomunicaciones en situaciones emergentes, con el beneficio de la inclusión de las TIC's para los sistemas de alerta temprana.

2.3.3. Servicio de Facebook para actualización de estado en Terremoto de Chile

Un ejemplo muy popular de la colaboración beneficiosa de la tecnología como apoyo ante desastres naturales fue el mencionado por (Microsoft, 2015) en el cual, cuando Chile sufrió in terremoto de gran magnitud, que incluso se generó una alerta de tsunami además de provocar muertes y varias personas heridas, edificaciones destruidas y un gran número de individuos evacuados. En este caso Facebook habilitó un servicio que permitió a los usuarios de la plataforma en la zona de desastres enviar una actualización de estado en forma de alerta, esto con lo finalidad de indicar que se encontraban bien. Esta alerta llegaba a todos los contactos de los usuarios y gracias a esto, fue más fácil determinar qué personas se encontraban a salvo luego del terremoto.



Ilustración 4 Servicio de Facebook para actualización de estado en terremoto de Chile

La Ilustración 4 muestra una captura de la versión web de Facebook con la herramienta incluida en su sistema para la actualización de estado en el terremoto de Chile del año 2015. (Facebook, 2015)

2.3.4. Llamadas gratuitas por parte de Microsoft en Terremoto de Nepal

En el sitio oficial de (Microsoft, 2015) una publicación menciona que, en el Terremoto ocurrido en Nepal en el año 2015, la compañía ofreció llamadas gratuitas a móviles y teléfonos fijos a través de Skype al ser ésta una de las plataformas de comunicación más utilizadas en el mundo.

2.3.5. Envío de mensaje de texto con geolocalización en el desastre de Haití

Haití también ha mostrado la utilidad de las redes sociales. Diversidad de organizaciones se sirvieron de ellas como medio eficaz para el envío de mensajes a la población, así indica (Velasco, 2018) ya que en el desastre de Haití en el año 2010 se implementó una solución rápida y temporal de realizar el envío de mensajes de texto con geolocalización con el objetivo de ayudar a que personas atrapadas y en varias situaciones de emergencia por la catástrofe, puedan ser localizadas.

2.3.6. Redes sociales y comunicación en terremoto de Ecuador en el 2016

“La red social Facebook habilitó su función de aviso safety check en las áreas afectadas por el terremoto, la aplicación serviría para confirmar a través de una notificación que los usuarios o sus conocidos se encontraban a salvo. Por su parte, Google activó su herramienta Personal

Finder, que funciona de manera similar a la anterior con la diferencia de que permite la búsqueda de las personas indexadas.

La madrugada del 17 de abril, Movistar Ecuador envió equipos para garantizar el servicio de telecomunicaciones y reparar la red afectada por el terremoto; movilizó para ello 190 técnicos a los lugares afectados. Además, desplazó 40 vehículos a las provincias de Manabí y Esmeraldas con teléfonos satelitales para que la ciudadanía pudiera comunicarse de forma gratuita, así como para recargar las baterías de sus dispositivos. La empresa también entregó a las autoridades del Estado ecuatoriano 50 teléfonos satelitales, para que se entreguen a los organismos de socorro. Finalmente, concedió gratuitamente mil minutos de voz y mil mensajes de texto a los pobladores de Manabí y Esmeraldas, durante todo el mes de abril. Las operadoras Movistar de otros países (España, Venezuela, Guatemala, Argentina y Costa Rica) concedieron minutos gratis o con descuento a sus usuarios para llamadas internacionales hacia el Ecuador.

Al mediodía del domingo 17 y por un periodo de tres días, la compañía global de comunicaciones vía internet Skype habilitó su servicio de llamadas gratuitas a teléfonos fijos y móviles en todo el territorio de Ecuador.

La empresa de telecomunicaciones Sprint retiró los impuestos a los mensajes de texto y llamadas internacionales realizadas desde Estados Unidos hacia Ecuador entre el 16 y 26 de abril, e incluiría también a sus subsidiarias Boost Mobile y Virgin Mobile USA. Por su parte, AT&T puso a disposición de sus clientes un plan similar para que pudiesen comunicarse sin impuestos con sus parientes o conocidos en el país sudamericano entre el 16 y el 22 de abril.”
(Wikipedia, 2016)

Los ejemplos citados son sólo una parte de las diferentes formas en que la tecnología se puede convertir en una herramienta de increíble ayuda en su utilización como medio para salvar vidas o para colaborar en el rescate y localización de personas en situaciones emergentes.

2.4. Redes inalámbricas

En la actualidad, el uso de las redes inalámbricas como menciona (Ramírez Sánchez & Díaz Martínez, 2008) en su artículo titulado “Las redes inalámbricas, más ventajas que desventajas” son una alternativa con la cual se dispone, en todo tipo de organizaciones para lograr ser competitivos.

Un aspecto que destaca es la integración de los dispositivos móviles, Internet y lo referente a la conectividad inalámbrica lo que brinda una oportunidad extraordinaria para que las organizaciones logren extender tanto su información como sus servicios dirigidos a profesionales y clientes móviles.

De acuerdo con (Salazar, 2015) las redes inalámbricas son redes que utilizan ondas de radio para conectar los dispositivos, sin tener la necesidad de usar cables de ningún tipo.

Comúnmente los dispositivos que utilizan las redes inalámbricas incluyen computadores portátiles, computadoras de escritorio, netbooks, los asistentes digitales personales (PDA), teléfonos móviles, tabletas y dispositivos de localización.

El funcionamiento de las redes inalámbricas se asemeja a las redes cableadas, sin embargo, las redes inalámbricas necesitan convertir las señales de información en una forma adecuada que posibilite la transmisión a través del medio de aire.

En el mismo artículo, (Salazar, 2015) menciona que: *“La infraestructura inalámbrica puede ser construida a muy bajo coste en comparación con las alternativas cableadas tradicionales. Pero el ahorro de dinero justifica muy parcialmente la construcción de redes inalámbricas.”*

2.4.1. Ventajas

En un estudio teórico desarrollado por (Ramírez Sánchez & Díaz Martínez, 2008) brinda información acerca de algunas ventajas que ofrece una red inalámbrica, mencionando las siguientes:

- Estar basada en estándares y contar con certificación WiFi (Wi-Fi, 2019), ya que éste es un robusto estándar de redes y que ha sido comprobado a nivel de la industria de transmisión de datos.
- Facilidad de instalación, al ser de una instalación simple la cual toma sólo unos minutos y al conectarla los usuarios empiezan a gozar de manera inmediata de los servicios de la red.
- Robusta y confiable, al considerar soluciones inalámbricas robustas que tienen alcances de por lo menos 100 metros.
- Escalabilidad, ya que un buen hub inalámbrico podrá soportar un aproximado de 60 usuarios conectados simultáneamente.
- Facilidad de uso, si un usuario planea conectar varios puntos de acceso tiene la posibilidad de hacerlo mediante un tipo de red inalámbrico que ofrece conexiones automáticas.
- Flexibilidad, al brindar dentro de la zona de cobertura de la red inalámbrica que los nodos se puedan comunicar y no estar atados a un cable.
- Poca planificación, a diferencia de una estructura cableada sólo debemos preocuparnos de que el edificio, oficinas o usuarios se encuentren dentro del ámbito de cobertura de la red.
- Diseño, los receptores son muy pequeños y pueden ser integrados dentro de un dispositivo y hasta ser transportados en un bolsillo, etc. (Varela & Domínguez, 2002a)
- Bajos costes
- Mantenimiento sencillo
- Fácil configuración para el usuario

2.4.2. Desventajas

En el artículo Redes Inalámbricas desarrollado por (Varela & Domínguez, 2002b) mencionan ciertas desventajas entre las que es posible destacar:

- Calidad de servicio, al ofrecer una red inalámbrica un servicio de velocidad que no supera habitualmente los 54 Mbps frente a las 100 o más que puede alcanzar una red cableada.
- Poco ancho de banda
- Seguridad e integridad de la información que se transmite ya que el medio usado es el aire. (Del Razo, 2004)
- Interferencias por el tipo de comunicación ya que podría llegar a interferir con otras redes de comunicación.
- Ruido, logrando captar señales no deseadas que pueden mezclarse con la señal útil que se está transmitiendo.

2.4.3. Clasificación de las redes inalámbricas de acuerdo con la cobertura

En (Salazar, 2015) se hace mención respecto a que las redes inalámbricas se pueden clasificar en cuatro grupos específicos según el área de aplicación y también por el alcance de la señal. Primero están las redes inalámbricas de área personal o Wireless Personal-Área Networks por sus siglas en inglés WPAN, las redes inalámbricas de área local o Wireless Local-Área Networks por sus siglas en inglés WLAN, las redes inalámbricas de área metropolitana o Wireless Metropolitan-Área Networks por sus siglas en inglés WMAN, y las redes inalámbricas de área amplia o Wireless Wide-Área Networks por sus siglas en inglés WWAN.

En la Ilustración 5 se muestran estas cuatro categorías y determinadas características de clasificación.

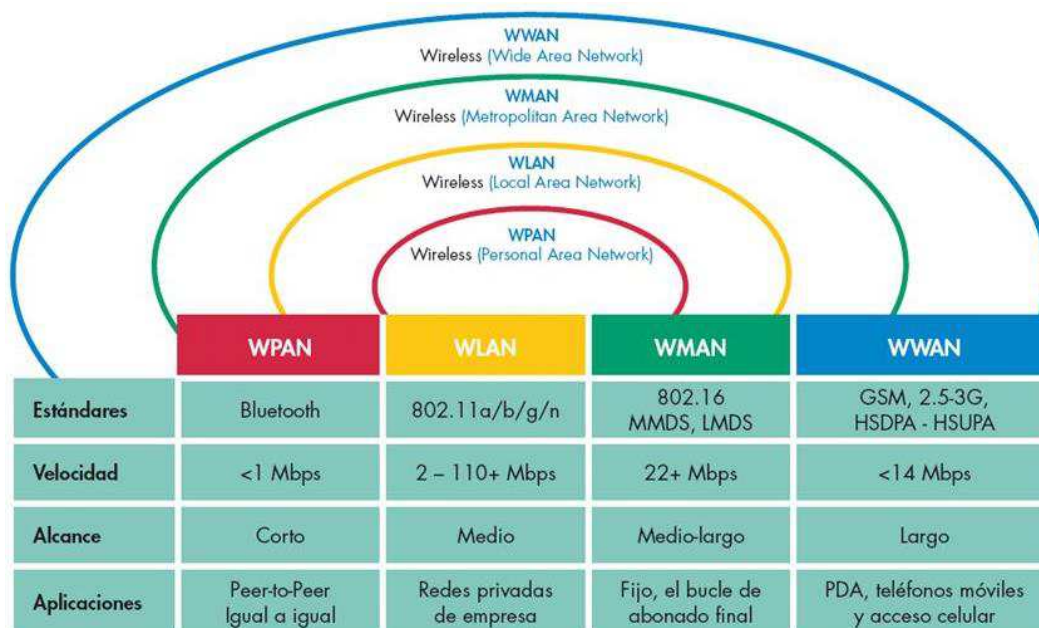


Ilustración 5 Clasificación de las redes inalámbricas de acuerdo con la cobertura

La Ilustración 5 presenta la clasificación de las redes inalámbricas de acuerdo con la cobertura, además muestra la caracterización y especificaciones técnicas bajo criterios de estándar, velocidad, alcance y sus aplicaciones. (Mifsud Talón & Lerma-Blasco, 2016)

En la Ilustración 6 se observa la tecnología de comunicación sobre la cual se basa cada tipo de red inalámbrica dispuesta en la clasificación.

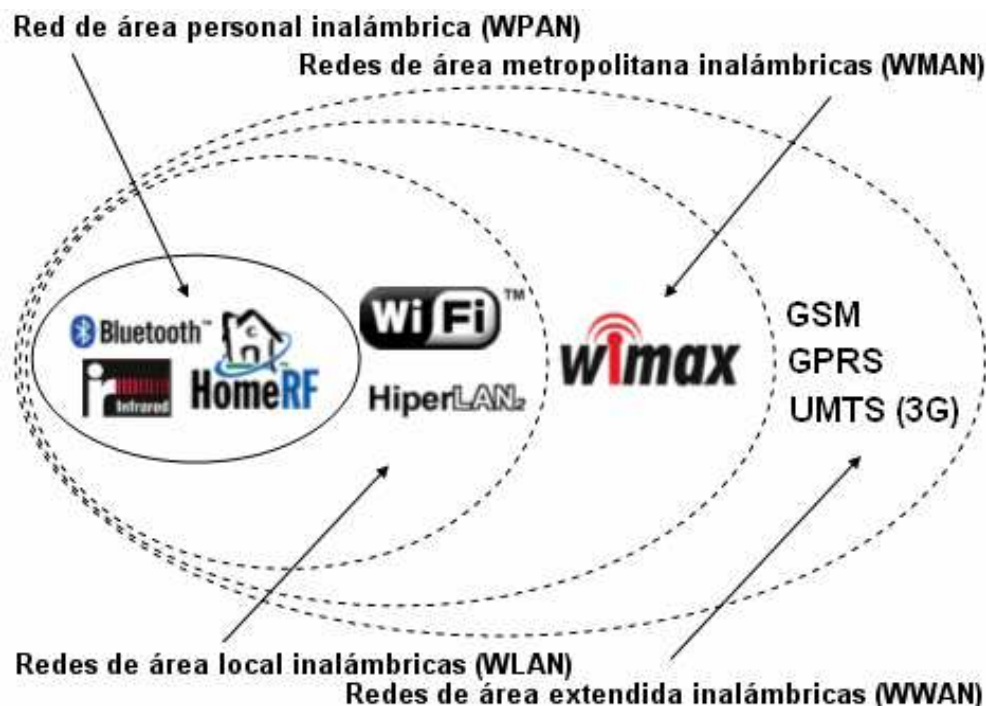


Ilustración 6 Redes inalámbricas y su tecnología de transmisión

La Ilustración 6 muestra las redes inalámbricas y la tecnología de transmisión de datos que utiliza para fines de comunicación e interconexión. (Coñapés, 2015)

Wireless Personal Area Network (WPAN)

Las redes inalámbricas de área personal se basan en el estándar IEEE 802.15. (Sharma & Dhir, 2014) Éstas permiten la comunicación en un rango de distancias muy corto, 10 metros aproximadamente. Sin embargo, a diferencia de otras redes inalámbricas, la conexión realizada a través de una WPAN implica, generalmente poca o de hecho ninguna infraestructura o conectividad directa fuera del enlace establecido.

Este tipo de redes tienen su mayor caracterización en su bajo consumo de energía y también por su baja velocidad de transmisión (Salazar, 2015); además de que se encuentran basadas en tecnologías tales como Bluetooth, IrDA (IrDA, 2019), ZigBee o UWB (UWB, 2019). De acuerdo a (Dignani & Tinetti, 2011) las redes WPAN no están pensadas para sustituir a un equipo cableado, sino que tiene la finalidad de proveer una comunicación en algún espacio operativo personal o en sus siglas en inglés POS (Personal Operating Space) sin requerir de infraestructura.

A su vez, a las redes WPAN se las divide en redes de alta, media y baja velocidad. El estándar IEEE 802.15.3 (IEEE, 2016) es un ejemplo de red de alta velocidad que por lo general es usada para la transmisión de vídeo desde una cámara a un TV cercano. Un ejemplo de estándar de media velocidad es Bluetooth. que puede ser utilizado para realizar la transmisión de música de alta calidad desde un equipo de audio hacia auriculares inalámbricos. Y un ejemplo de estándar de baja velocidad es ZigBee (ZigBee, 2019), el cual es una especificación de un conjunto de protocolos de bajo consumo que se utiliza en la radiodifusión digital.

Wireless Local Area Network (WLAN)

Las redes inalámbricas de área local se han convertido en una solución común para brindar acceso a internet. El mecanismo principal que usa a nivel Medium Access Control es el basado en el estándar IEEE 802.11 (Serrano Yáñez-Mingot, 2006), conceptualmente una red

inalámbrica de área local es aquella en la que varios dispositivos tienen comunicación entre sí, esto a través de emisiones radioeléctricas que se propagan a través del aire como medio de transmisión sin necesidad de cableado. (Pellejero, Andreu, & Lesta, 2006)

Las Redes de Área Local (IEEE 802.11, 2019), son redes de tipo privadas que se localizan en un edificio o campus. Están diseñadas para proporcionar acceso inalámbrico en zonas con un rango típico de hasta 100 metros y frecuentemente son utilizadas para la interconexión de computadoras personales y estaciones de trabajo, sobre todo en el hogar, la escuela, salas de ordenadores o también en entornos de oficina.

Las redes WLAN se caracterizan principalmente por su tamaño restringido, el tipo de tecnología de transmisión que por lo general es broadcast, su alta velocidad de transmisión y la topología.

Según las velocidades de una red WLAN están entre los 10 y 100 Mbps teniendo también una baja tasa de errores.

Wireless Metropolitan Area Network (WMAN)

Las redes inalámbricas de área metropolitana son el tercer grupo de redes inalámbricas, las cuales se basan en el estándar IEEE 802.16 que a menudo es considerado WiMAX por sus siglas en inglés (Worldwide Interoperability for Microwave Access). WiMAX es una tecnología con arquitectura punto a multipunto que está orientada a proporcionar una alta velocidad de transmisión de datos a través de redes inalámbricas de área metropolitana (William, 2005), esto posibilita que las redes LAN más pequeñas logren ser conectadas mediante WiMAX creando de esta forma una gran WMAN. Cabe destacar que esta tecnología es muy similar a WiFi, pero proporciona una mayor cobertura alcanzando distancias mayores.

De acuerdo a un estudio realizado por (Gamboa Vargas, 2007) menciona que *“Una WMAN Es una red de área extensa sin cables. Cubre una población hasta decenas de kilómetros. El ancho de banda es similar a los de las WLAN.”*

Wireless Wide Area Network (WWAN)

En el estudio desarrollado por (Salazar, 2015), se indica que las redes inalámbricas de área amplia se extienden más allá de los 50 kilómetros y usualmente utilizan frecuencias con licencia. Además, menciona que este tipo de redes se pueden mantener en grandes áreas, como puede ser países, regiones o ciudades, esto mediante múltiples sistemas satelitales o ubicación con antena que son atendidos por un proveedor de servicios de Internet.

También son conocidas como redes inalámbricas de área mundial, Wireless Wide Area Network por sus siglas en inglés WWAN; se basan en el estándar IEEE 802.20 y tecnologías como VSAT del inglés Very Small Aperture Terminal que significa Terminal de Apertura Muy Pequeña, el cual es un tipo de conexiones satélite muy utilizadas en barrios de la periferia de las capitales, en el campo, etc.; 2G, 3G y 4G que son soluciones vía telefonía móvil que con el pasar de los días gana más adeptos ya que pueden alcanzar velocidades de cientos de megabits por segundo. (Andreu, 2019).

Low Power Wide Area Network (LPWAN)

Este es un reciente modelo de conexión inalámbrica denominado redes de área amplia y de baja potencia, tal como indica su nombre, éstas permiten un bajo consumo de potencia en redes de amplia cobertura y distancia. El surgimiento de este tipo de redes se dio por la necesidad planteada por implementaciones IoT (Internet de las Cosas). (Valarezo Troya & Criollo Jaramillo, 2017)

Esta tecnología de redes inalámbricas aún se encuentra en observación y pruebas, sin embargo, en un futuro pueden llegar a convertirse en una opción viable para la implementación de servicios específicos basados en redes oportunísticas. (Herera Tapia, 2017)

Este tipo de redes se encuentran en la consideración LoRa (Largo Alcance) para el planteo de aplicaciones de IoT, entre sus características de funcionamiento se tienen:

- Que los dispositivos que componen la red pueden funcionar con pequeñas baterías y lograrán durar años con la misma.
- Su rango de operación supera los dos kilómetros en áreas urbanas y un alcance de 10 a 15 kilómetros en línea de vista.
- Transmisiones densas.
- Los dispositivos y sensores constan de monitoreo a largo plazo.

En las Ilustraciones 7 y 8 es notorio que las redes de transmisión LPWAN gozan de un alto alcance de transmisión, pero una baja velocidad de envío y recepción de datos a diferencia de otras tecnologías como por ejemplo las redes 5G, 4G, Bluetooth, etc., en las cuales este criterio sucede de forma contraria.

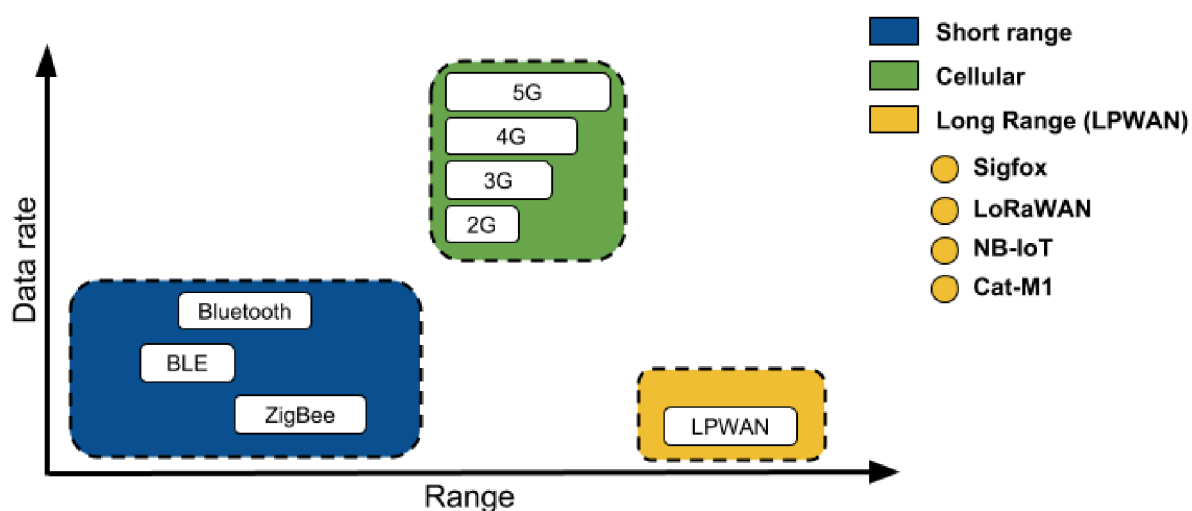


Ilustración 7 Velocidad y rango de datos. Exploración inalámbrica

La Ilustración 7 presenta un gráfico velocidad vs distancia, en el que se aprecia la longitud de onda alcanzada por cada tipo de tecnología de transmisión y su estrecha relación con velocidad alcanzada para transmitir datos. (Ubidots, 2019)

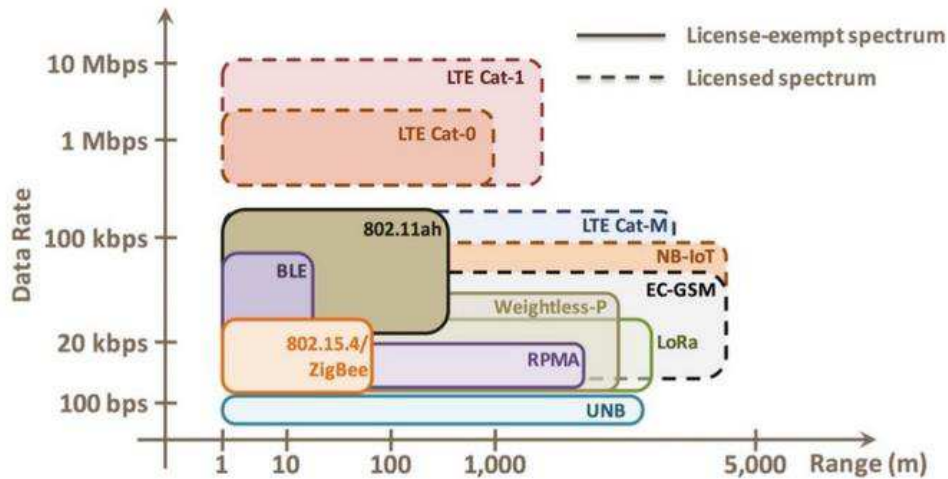


Ilustración 8 Posicionamiento cualitativo de medios de comunicación inalámbricos

La Ilustración 8 representa un gráfico velocidad de transmisión vs alcance, en el que de forma detallada presenta la distancia alcanzada por un mensaje dependiendo de la tecnología de transmisión utilizada y el peso de dicho mensaje. (ResearchGate, 2019)

Así mismo, en la Ilustración 9 se aprecia la caracterización diferenciada de las redes LPWAN respecto a otras tecnologías de transmisión de datos usadas comúnmente en la telefonía móvil.




	SIGFOX	LoRa	clean slate	NB LTE-M Rel. 13	LTE-M Rel. 12/13	EC-GSM Rel. 13	5G (targets)
							
Range (outdoor) MCL	<13km 160 dB	<11km 157 dB	<15km 164 dB	<15km 164 dB	<11km 156 dB	<15km 164 dB	<15km 164 dB
Spectrum Bandwidth	Unlicensed 900MHz 100kHz	Unlicensed 900MHz <500kHz	Licensed 7-900MHz 200kHz or dedicated	Licensed 7-900MHz 200kHz or shared	Licensed 7-900MHz 1.4 MHz or shared	Licensed 8-900MHz 2.4 MHz or shared	Licensed 7-900MHz shared
Data rate	<100bps	<10 kbps	<50kbps	<150kbps	<1 Mbps	10kbps	<1 Mbps
Battery life	>10 years	>10 years	>10 years	>10 years	>10 years	>10 years	>10 years
Availability	Today	Today	2016	2016	2016	2016	beyond 2020

Ilustración 9 Descripción general de la conectividad LPWAN IoT

La Ilustración 9 describe la caracterización diferenciada de las tecnologías de transmisión de datos de redes LPWAN comúnmente usadas. (Aprendiendo Arduino, 2019)

LoRa Alliance en su sitio web oficial (LoRa Alliance, 2019a), describe el modelo de infraestructura y funcionamiento respecto a la conectividad basada en el internet de las cosas, tal como se aprecia en la Ilustración 10.

Loriot.io infrastructure for Internet of Things

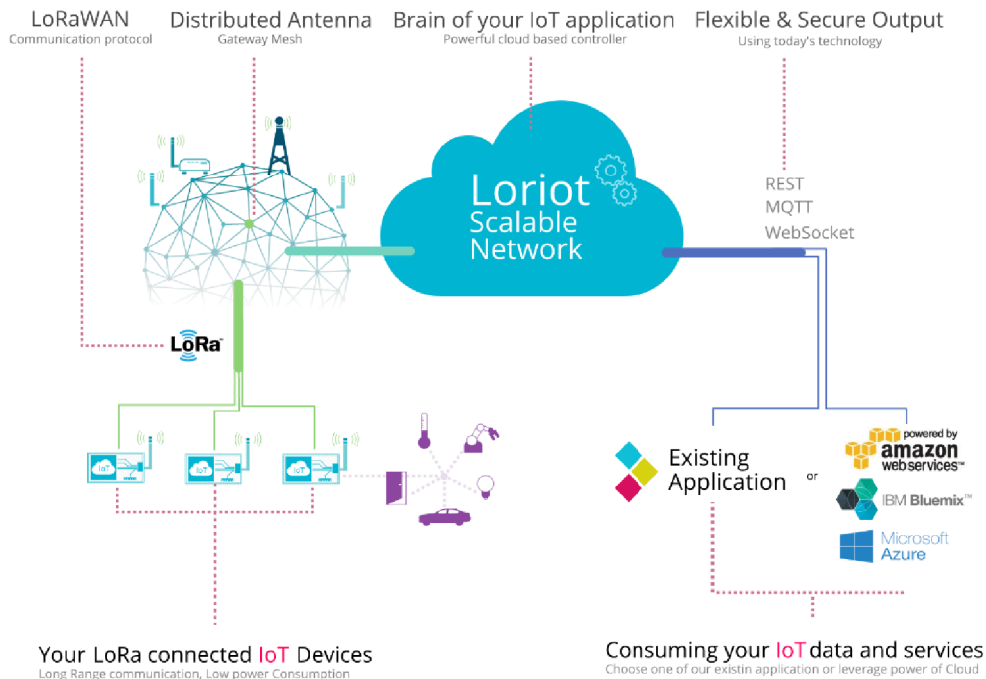


Ilustración 10 Infraestructura para IoT. Loriot

La Ilustración 10 detalla la infraestructura y funcionamiento respecto a la conectividad basada en el internet de las cosas.(LoRa Alliance, 2019b)

2.5. Interfaces de Comunicación

La necesidad de comunicación exige un conocimiento amplio en cuanto a estándares de conexión dirigidos a equipos terminales que puedan permitir la comunicación entre dos o más dispositivos.

En esta sección se analizan las interfaces de comunicación física en sus diseños en serie y paralelo; y las interfaces inalámbricas, las cuales serán utilizadas en el proyecto de investigación presente.

2.5.1. Interfaz Serie

Interfaz DTE-DCE.

Clarificando los términos Data Terminal Equipment por sus siglas en inglés DTE representa al equipo terminal de datos que incluye cualquier unidad que funcione como origen o destino para los datos. A nivel físico, puede ser un terminal, computadora o cualquier dispositivo que genere o consuma datos digitales.

El término Data Circuit-Terminating Equipment por sus siglas en inglés DCE es el equipo terminal de circuito de datos que incluye a cualquier unidad funcional que transmita o reciba datos a través de una red los cuales pueden ser de forma digital o analógica. (Gabriel & Saboya, 2012)

Interfaz RS-232.

Del inglés Recommended Standard 232, o conocido también como EIA RS232 es una interfaz que define las características mecánicas, eléctricas y funcionales de la interfaz entre un DTE y un DCE. (MHE, 2003)

Interfaz RS-422.

Define las conexiones con cable ar trenzado y terminales RJ lo que lo hace más resistente a la interferencia electromagnética además de proporcionarle mayor velocidad de transmisión.

Interfaz RS-485.

Este estándar permite la conexión de hasta 32 emisores con 32 receptores en transmisión doble simultánea.

USB.

Universal Serial Bus es un puerto que sirve para la conexión de periféricos a una computadora.

Firewire Teleinformática.

Es un bus serie similar al USB, que permite la conexión de una gran variedad de dispositivos.

2.5.2. Interfaz Paralelo

Es una interfaz entre una computadora y un periférico cuya principal característica es que los bits de datos viajan juntos, enviando un paquete de byte a la vez. (EcuRed, 2019)

2.5.3. Interfaces inalámbricas. Estándares de red.

Los estándares WiFi, Bluetooth y WiMAX son tecnologías inalámbricas de red, las cuales permiten a los dispositivos interconectarse y poder comunicarse entre sí. Estas tecnologías funcionan mediante ondas de radio (Awirelesslife, 2019), mismas que son ondas electromagnéticas y que gozan de diferentes frecuencias, siendo denominadas radiofrecuencias, es similar a la radio analógica o radio FM.

Estándar WiFi

WiFi o Wireless Fidelity, funciona en dos bandas de frecuencia de 2,4GHz y 5GHz, tiene un alcance aproximado de 100 metros y permite una velocidad de transferencia de datos bastante rápida, entre 10 y 54Mbps. Conceptualizando una red WiFi, es una red de comunicación de datos que permite la conexión de servidores, computadoras, impresoras, entre otros dispositivos, con la particularidad de lograrlo sin la necesidad de cableado. (Dip-badajoz, 2019)

Cabe mencionar que el acrónimo WiFi se lo utiliza para poder identificar los productos que incorporan cualquier variante de la tecnología sin hilos de los estándares 802.11. Los estándares inalámbricos que están bajo WiFi son tres, 802.11a, 802.11b y 802.11g.

El estándar inalámbrico 802.11 es el establecido por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, 2019). WiFi se utiliza para crear redes de área local inalámbricas (WLAN).

“El estándar más utilizado es 802.11b y 802.11g está expresado para crecer rápidamente.

Estos dos estándares son relativamente económicos y se pueden encontrar brindando conectividad inalámbrica en aeropuertos, estaciones de tren, cafés, bares, restaurantes y otras áreas públicas.”, menciona (Awirelesslife, 2019).

Una red WiFi se presenta en dos tipos de topologías, aquellas en modo infraestructura que trabaja utilizando puntos de acceso y en redes sin infraestructura en las que no es necesario contar con un sistema fijo que interconecte los elementos de la arquitectura, sobre ésta última es el objetivo de uso para el desarrollo del proyecto de investigación.

A continuación, se describe brevemente el avance de la tecnología basada en el estándar 802.11 y sus versiones de acuerdo con su año de lanzamiento. (Xakata, 2019)

En el año 1999 llega el nacimiento de los estándares 802.11a y 802.11b, siendo el modelo b uno de los más extendidos desde su llegada; éste estableció una capa física para usar el espectro de extensión de secuencia directa, o denominado DSSS. Este estándar definía que la red tenía que operar en la banda de 2.4GHz, aspecto que se mantiene hasta la actualidad, y en un único canal que ocupe 20MHz en su ancho de banda.

Pese a que el estándar 802.11a corría en forma paralela al b, ciertas dificultades técnicas en la producción de componentes compatibles con la frecuencia de fijaba, la de 5GHz, conllevaron a que el WiFi b se convirtiera en el más popular del mercado.

El WiFi 802.11g llegó en el año 2003, a medida del proceso evolutivo que ha tenido esta tecnología, suponiendo una importante corrección sobre los estándares mencionados anteriormente. WiFi g funciona aún en la banda de 2.4GHz, no obstante, añadió características más avanzadas a la onda, tales como la multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM), o una innovadora modulación de amplitud en la cuadratura (64QAM).

Seis años después, en el 2009 llega WiFi 802.11n, el cual trae consigo la característica significativa de múltiples antenas, misma que revolucionó el mercado de las comunicaciones

inalámbricas. La principal mejora es la mencionada posibilidad de emplear distintas antenas, específicamente hasta cuatro antenas entre el transmisor y el receptor, lo cual no sólo mejoraba el rendimiento de la transmisión inalámbrica sino también su robustez.

Hay que mencionar además que un dispositivo con WiFin podía conectarse tanto a redes de 2.4GHz como a redes de 5GHz (bandas de frecuencia utilizadas hasta la actualidad), ampliando el ancho de banda, llegando a los 40MHz y elevando la velocidad de transmisión hasta los 600Mbps.

Seguidamente, en el año 2013 surge el nacimiento de las redes duales con la llegada de WiFi 802.11ac, trayendo consigo un importante aumento de velocidad gracias a la ampliación del ancho de banda. Este estándar saltó a un máximo de 160MHz, además dio paso al 256QAM aumentando la compactación de los datos y por consiguiente el envío de más información a través del mismo túnel. Con WiFiac la velocidad máxima de transmisión de datos en estas redes inalámbricas alcanzó los 7Gbps.

El último estándar de esta categoría de redes inalámbricas que salió a la luz fue Wifi 802.11ax y el MIMO-OFDA, el cual entró en funcionamiento siendo aprobado en el año 2018, pero que aún no cuenta con dispositivos compatibles, ni emisores, ni receptores. Este trae consigo una mejora en la robustez y velocidad, alcanzando una velocidad máxima de 10.53Gbps. WiFi ax emplea la banda de frecuencia de 5GHz y el nuevo MIMO-OFDA, obteniendo así múltiples canales de entrada y salida, siendo capaz de optimizar la transferencia de datos y aumentar la velocidad. (Wi-Fi, 2019) estima que a futuro se tendrá hasta 1.4 gigabytes de datos transferidos de un dispositivo a otro por segundo.

En la siguiente tabla se denotan características de los estándares WiFi, tales como velocidad (teórica y práctica), frecuencia, ancho de banda, alcance y el año de implementación, a través de un modelo comparativo.

Tabla 7 Caracterización de estándares de redes inalámbricas WiFi

Estándar	Velocidad		Frecuencia	Ancho de banda	Alcance	Año	Observación
	Teórica	Práctica					
802.11	2 Mbit/s	1 Mbit/s	2.4 GHz	22 MHz	330 metros	1997	-
802.11a	54 Mbit/s	22 Mbit/s	5.4 GHz	20 MHz	390 metros	1999	-
802.11b	11 Mbit/s	6 Mbit/s	2.4 GHz	22 MHz	460 metros	1999	-
802.11g	54 Mbit/s	22 Mbit/s	2.4 GHz	20 MHz	460 metros	2003	-
802.11n	600 Mbit/s	100 Mbit/s	2.4 GHz 5.4 GHz	20/40 MHz	820 metros	2009	Disponible en la mayoría de los dispositivos modernos.
802.11ac	6.93 Gbit/s	100 Mbit/s	5.4 GHz	80-160 MHz	-	2013	Estándar sin interferencia con menos alcance
802.11ad	7.13 Gbit/s	Hasta 6 Gbit/s	60 GHz	2 MHz	300 metros	2012	-
802.11ah	-	-	0.9 GHz	2 MHz	1000 metros	2016	Estándar conocido como WiFi HaLow

La Tabla 7 muestra la caracterización de los estándares WiFi 802.11 en su categoría de redes inalámbricas, mostrando datos de referencia como las velocidades tanto teóricas, como prácticas, la frecuencia, el ancho de banda, el alcance de la red y el año en que fue implementado. Autoría propia con información de referencia de (NetworkWorld, 2019; Norfpce, 2019)

Estándar Bluetooth

Bluetooth funciona en una frecuencia de 2,45GHz., se basa en el estándar IEEE 802.15.1. el cual es una tecnología inalámbrica de comunicaciones cuyo objetivo básico es suprimir el cableado entre dispositivos móviles y computadores. (Belloso Chacín, 2003)

La especificación Bluetooth está definida por rangos de frecuencia de radio que pueden ser bajos (10 metros) y de forma ocasional medios (sobre los 100 metros), con una capacidad para la transmisión de voz y datos a más de 720Kbps por canal. (UDLAP, 2019)

El origen de su nombre es en honor al Rey Danés Harold Bluetooth (conocido por unificar las tribus noruegas, suecas-danesas y convertirlas al cristianismo), inicialmente fue diseñado para comunicaciones de corto alcance. Entonces, se denomina Bluetooth al protocolo de

comunicaciones que está especialmente diseñado para dispositivos de bajo consumo, que requieran de corto alcance de emisión y estén basados en transceptores de bajo coste.

A su vez, los dispositivos que tienen incorporado este protocolo pueden comunicarse entre sí cuando se encuentran dentro de su alcance, esta comunicación se realiza por radiofrecuencia de manera que los dispositivos no necesitan estar alineados, incluso pueden encontrarse en habitaciones separadas si la potencia de transmisión es suficiente. Mencionados dispositivos se clasifican en “Clase 1”, “Clase 2”, “Clase 3” o “Clase 4”, esto en referencia a su potencia de transmisión, datos provistos en la Tabla 8.

Tabla 8 Clasificación de Bluetooth de acuerdo con su potencia de transmisión

Clase	Potencia máxima permitida (mW)	Potencia máxima permitida (dBm)	Alcance aproximado (m)
Clase 1	100	20	~100
Clase 2	2.5	4	~5-10
Clase 3	1	0	~1
Clase 4	0.5	-3	~0.5

La Tabla 8 clasifica a los dispositivos que incorporan el protocolo de Bluetooth como tecnología de conexión y transmisión de datos, especificando la potencia máxima permitida por cada clase y su alcance aproximado. (Bluetooth, 2019d)

Otro aspecto en la clasificación de Bluetooth como protocolo de transmisión de datos, es según la capacidad de su canal como se puede apreciar en la Tabla 9.

Tabla 9 Clasificación de Bluetooth según la capacidad de su canal de transmisión

Versión	Ancho de banda (BW)
1.2	1 Mbit/s
2.0 + EDR	3 Mbit/s
3.0 + HS	24 Mbit/s
4.0	32 Mbit/s
5	50 Mbit/s ³

La Tabla 9 presenta la clasificación de las versiones de Bluetooth según la capacidad que tiene su canal de transmisión. (Bluetooth, 2019d)

Dentro de sus especificaciones y novedades encontramos las versiones lanzadas desde su creación (Information Age, 2007).

- **Bluetooth v1.0 y v1.kb**

Estas versiones tuvieron varios problemas, siendo uno de los principales que los fabricantes tenían serias dificultades al momento de hacer sus productos interoperables.

- **Bluetooth v1.1**

Esta versión fue ratificada como estándar IEEE 802.15.1 (IEEE Standards, 2019) en el año 2002; entre sus principales características se tiene la corrección de muchos errores de las versiones anteriores, fue añadido el soporte para los canales no cifrados y un indicador de señal recibida (RSSI).

- **Bluetooth v1.2**

La característica principal de esta versión es la compatibilidad con USB 1.1, además de presentar mejoras, entre las que se pueden mencionar:

- Aumento de la rapidez de conexión y la detección de otros dispositivos bluetooth.
- Adaptive Frequency-hopping (AFH). Salto de frecuencia adaptable, lo cual es una mejora en la resistencia a las interferencias de radio frecuencia.
- Aumento en la velocidad de transmisión, hasta 721Kbit/s.
- Conexiones sincrónicas extendidas que mejoran la calidad de la voz de los enlaces de audio, mejorando el soporte para la transferencia de datos de forma simultánea.
- Fue ratificado como estándar IEEE 802.15.1-2005.

(IEEE Computer Society. LAN/MAN Standards Committee., Institute of Electrical and Electronics Engineers., IEEE-SA Standards Board., & American National Standards Institute., 2005)

- **Bluetooth v2.0 + EDR**

Versión lanzada en el año 2004, pertenece a la especificación Core Bluetooth, siendo compatible con la versión anterior 1.2; la principal diferencia es la introducción de una tasa de datos mejorada con la finalidad de aumentar la velocidad de la transferencia de datos. (Bluetooth, 2006)

- **Bluetooth v2.1 + EDR**

Esta es la versión 2.1 de la especificación Bluetooth Core + EDR, la cual es completamente compatible con la versión anterior 1.2, siendo adoptada por el Bluetooth Special Interest Group en julio del 2007.

Entre las características de esta versión están una mejora notable en la experiencia de emparejamiento entre dispositivos Bluetooth y un aumento en el uso y la fuerza de seguridad, además de la inclusión de respuestas amplia de navegación permitiendo un mejor filtrado de dispositivos antes de la conexión. (Bluetooth, 2008)

- **Bluetooth v3.0 + HS**

La versión denominada 3.0 + HS perteneciente a la especificación Core Bluetooth, fue aprobada en abril del 2009, esta soporta velocidades teóricas de transferencia de datos de hasta 24Mbps/s; esto se logra mediante la conexión nativa para el establecimiento de la conexión y el tráfico de datos de alta velocidad es realizado mediante un enlace 802.11. (Meyer & Meyer, 2009)

- **Bluetooth v4.0**

El SIG de Bluetooth completó la especificación del núcleo de Bluetooth en su versión 4.0, el cual incluye el modelo clásico, el modelo de alta velocidad y los protocolos de bajo consumo.

Se destaca que el Bluetooth de alta velocidad se basa en WiFi y el clásico se compone de protocolos Bluetooth preexistentes. Esta versión fue adoptada en junio del 2010.

- **Bluetooth v5.0**

A mediados del año 2016, el SIG de Bluetooth anunció la llegada de la versión 5 de la especificación inalámbrica, declarando en su sitio web oficial www.bluetooth.com que las mejoras notables con el doble de velocidad y potencia de transmisión, mayor fiabilidad y rango de cobertura. (ZDNet, 2019)

- **Bluetooth v5.1**

La versión 5.1 de Bluetooth fue presentada en enero del 2019, teniendo entre sus principales novedades de lanzamiento la posibilidad de saber la ubicación de otros dispositivos con los cuales se esté conectado, cabe mencionar que la detección no es 100% precisa, teniendo un margen de error de unos cuantos centímetros. (Bluetooth, 2019g)

Estándar WiMAX

La tecnología estandarizada por el IEEE bajo el apelativo 802.16, por lo común conocida como WiMAX, es considerada el hermano mayor de WiFi. Eso responde al hecho que el WiMAX promete más alcance, más anchura de lado y más potencia que WiFi, acompañadas de más funcionalidad en términos, especialmente, de calidad de servicio y seguridad. Sin embargo, la publicidad que ha rodeado WiMAX ha creado unas expectativas que la tecnología no puede cumplir. WiMAX es la interoperabilidad de escala mundial para el acceso de microondas, esta tecnología opera en dos bandas de frecuencia, 2 – 11 GHz y 10 – 66 GHz, teniendo actualmente un alcance aproximado de 50 kilómetros, además de velocidades que superan los 80 Mbps. (Redes WiMAX, 2019)

WiMAX consta de dos topologías propias de una red, de distribución con un punto de acceso y usuarios centralizados y la topología mallada como una analogía a las redes adhoc. (Awirelesslife, 2019; Dip-badajoz, 2019) En la Tabla 10 se pueden observar datos de comparación entre los estándares estudiados, caracterizaciones de implementación y alcance.

Tabla 10 Comparación de estándares de red inalámbricos

	Bluetooth	WiFi (a)	WiFi (b)	WiFi (g)	WiMAX
Estándar	802.15	802.11a	802.11b	802.11g	802.16
Frecuencia (GHz)	2,45	5	2.4	2.4	2 - 66
Velocidad (Mbps)	0.72	54	11	54	80
Distancia	10m	50m	100m	100m	50km
Ventajas	Bajo costo	Velocidad	Bajo costo	Velocidad	Rango de velocidad
Desventajas	Distancia	Costo	Velocidad	Costo, Rango	Costo

La Tabla 10 presenta una comparativa de estándares de redes inalámbricas, caracterizando frecuencia, velocidad, distancia, ventajas y desventajas entre Bluetooth, WiFi y WiMAX como tecnologías o estándares de red para la conexión y transmisión de datos entre dispositivos. (Anna-kaisa Pietiläinen, 2009; Conti, Delmastro, Minutiello, & Paris, 2013; Ruiz Fuentes, 2016)

2.6. Tecnologías de transmisión de datos para usuarios de dispositivos móviles

(smartphones o teléfonos inteligentes)

2.6.1. Telefonía móvil 2G

Pertenece a la segunda generación de tecnologías de transmisión de datos, constituyendo el comienzo de la telefonía celular. Incluye los estándares GSM, GPRS y EDGE. Permite la encriptación de las conversaciones y de los datos enviados digitalmente, de tal forma que sólo a quien se le envía puede receptorlos y leerlos. Introdujo el uso de los servicios de datos tales como la navegación WAP, SMS y MMS.

2.6.2. Telefonía móvil 3G

Conocidas como redes 3G pertenecen a la tercera generación, éstas permiten una transferencia de datos como mínimo de 200 kbit/s. Su inicio fue en el uso comercial en el año 2001, implementándose lentamente en la telefonía celular, además de posibilitar el auge y uso masivo de los teléfonos inteligentes.

2.6.3. Telefonía móvil 4G

Estas redes son los estándares creados para intentar perfeccionar los usados en 3G, pertenecen a la cuarta generación de las tecnologías de transmisión de datos en dispositivos móviles y admiten o mejoran de forma notoria la televisión de alta definición, en 3D, video conferencias, juegos, servicios de internet en la nube y la transferencia de datos en general.

2.6.4. Telefonía móvil 5G

Ésta es la quinta generación siendo la sucesora de las actuales redes 4G, aún se encuentran en proceso de prueba e implementación en determinados países. Su latencia máxima supera los 20ms que registran las redes 4G LTE a 4ms, y se ha concretado el soporte mínimo de conexiones por estación móvil y kilómetro cuadrado que se eleva a un millón.

“La especificación admite velocidades de descarga hasta de 20 gigabits, pero el ancho de banda estimado es de 3.5 gigabits. En la práctica las velocidades de transferencia mínimas se estiman en 150 Mbps en bajada y 50 Mbps en subida.”, según menciona (Norfipc.com, 2019)

2.7. Estándares de conexión utilizados en redes móviles

Los autores de (Redes Telemáticas, 2012) en su artículo titulado “La transmisión de datos en la telefonía móvil”, presentan un resumen de las características de los estándares más usados en las redes móviles, mismas que se pueden observar en la Ilustración 11 de caracterización de velocidad.



Ilustración 11 Velocidad de los estándares más usados en las redes móviles

La Ilustración 11 muestra la velocidad de los estándares más usados en las redes móviles, graficando la caracterización en kB/s y MB/s, de acuerdo con el tipo considerado. (Norfipec.com, 2019)

2.7.1. GSM

Abreviado GSM (Global System for Mobile Communications), significa Sistema Global para las comunicaciones móviles, es el estándar más usado en la telefonía móvil el cual permite la transmisión de voz mensajes cortos de texto o SMS, teniendo de esta manera un alto porcentaje de aceptación en el mercado global, estando disponible en casi todos los países.

2.7.2. GPRS

General Packet Radio Service es el estándar que fue creado para permitir la transmisión de datos no conmutados, es decir por paquetes en la telefonía móvil. Este permite velocidades de transferencia de datos que se encuentran entre 56 y 144 kbit/s, aplica multiplexación por división en el tiempo para dividir el canal GSM en hasta ocho ranuras de tiempo, con lo cual se aprovecha de mejor manera el ancho de banda ofrecido por cada canal.

2.7.3. EDGE

Enhanced Data Rates for GSM Evolution que significa Tasas de Datos Mejoradas para la evolución de GSM, es una evolución del estándar GPRS, considerado como parte de a

tecnología 3G permite velocidades de transmisión de datos que superan los 300 Kbps en forma de paquetes.

Debido a que es compatible con GSM, varios autores consideran esta tecnología como un puente entre 2G y 3G, es decir 2.5G.

2.7.4. HSPA+

La tecnología HSPA+ es un estándar que se lo conoce también como Evolved HSPA o HSPA Evolucionado, éste mejora de manera considerable la capacidad de las redes 3G permitiendo hasta 84 Mbit/s de bajada y 22 Mbit/s de subida.

2.7.5. LTE

LTE del abreviado Long Term Evolution es un estándar de redes inalámbricas de alta velocidad para dispositivos móviles, es comúnmente conocido como 4G LTE o simplemente 4G. Este estándar se basa en las tecnologías

2.7.6. WiFi

Este es un tipo de redes inalámbricas que permiten el acceso a internet móvil. Basado en el estándar 802.11n permite una velocidad entre 100 y 600 Mbit/s usando 20 o 40 MHz de ancho de banda en cada caso.

2.7.7. Comparación de la velocidad de los estándares de la telefonía móvil

En la Tabla 11 de comparación de velocidades de los estándares de telefonía móvil se aprecian los datos de transmisión de subida y bajada, teniendo en cuenta que están expresados en kB/s (KiloByte por segundo) y MB/s (MegaByte por segundo).

Tabla 11 Comparación de la velocidad de los estándares de la telefonía móvil

Tecnología	Velocidad promedio de bajada	Velocidad promedio de subida
GSM (2G)	1.8 kB/s	1.8 kB/s
GPRS (2.5G)	7.2 kB/s	3.6 kB/s
CDMA2000 1×RTT	18 kB/s	18 kB/s
EDGE (2.75G)	29.6 kB/s	29.6 kB/s
UMTS 3G	48 kB/s	48 kB/s
EDGE (type 2 MS)	59.2 kB/s	59.2 kB/s
EDGE Evolution (type 1 MS)	148 kB/s	59 kB/s
EDGE Evolution (type 2 MS)	237 kB/s	118 kB/s
HSPA (3.5G)	1,706 kB/s	720 kB/s
HSPA+	5.25 MB/s	1.437 MB/s
LTE (2×2 MIMO)	21.625 MB/s	7.25 MB/s
LTE (4×4 MIMO)	40.750 MB/s	10.750 MB/s

La Tabla 11 muestra un recuadro comparativo entre los distintos estándares de la telefonía móvil existentes, de acuerdo con las velocidades promedio tanto de subida como de bajada. (CCM, 2019; Norfipc.com, 2019)

2.8. Topologías

En los últimos años las redes inalámbricas tanto ad-hoc y mesh han resultado atractivas en varios campos como en actividades militares, operaciones de búsqueda y rescate y aplicaciones en tiempo crítico; esto debido a su potencial uso en modelos de comunicación inalámbrica sin dependencia de infraestructura física, permitiendo disfrutar de conexión temporal mediante dispositivos móviles, logrando crear redes de transmisión de datos que resultan efectivas ante situaciones en los campos mencionados.

2.8.1. Ad-hoc o peer-to-peer

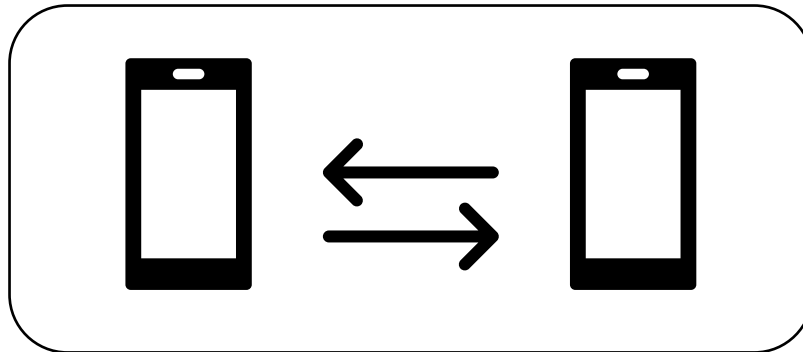


Ilustración 12 Topología Ad-hoc o peer-to-peer

La Ilustración 12 presenta un gráfico simple del modelo de conexión basado en la topología Ad-Hoc en su forma punto a punto local. Autoría propia.

El modo Ad-hoc es un tipo de redes que no requieren de un punto de acceso centralizado, éstas en su lugar permiten que los dispositivos de la red se conecten directamente entre sí como se visualiza en la Ilustración 12. En el informe de redes de computadores I de la (Universidad Técnica Federico Santa María, 2014) se conceptualiza que en el modo Ad-hoc los nodos se pueden mover libremente sin la necesidad de dependencia de un control central establecido.

Así, de esta forma, el nodo actúa tanto como un router o como host, dependiendo del rango de transmisión de cada nodo host que se encuentra presente en la red.

“Las redes ad-hoc son un tipo de redes sin control central y sin conexión con el ‘mundo externo’, pertenecen a la tipología de las redes de comunicaciones sin infraestructuras, a diferencia de las WLAN, que son de tipo fiable.”, menciona (Bibling, 2019)

Mobile Ad-hoc Networks (MANET)

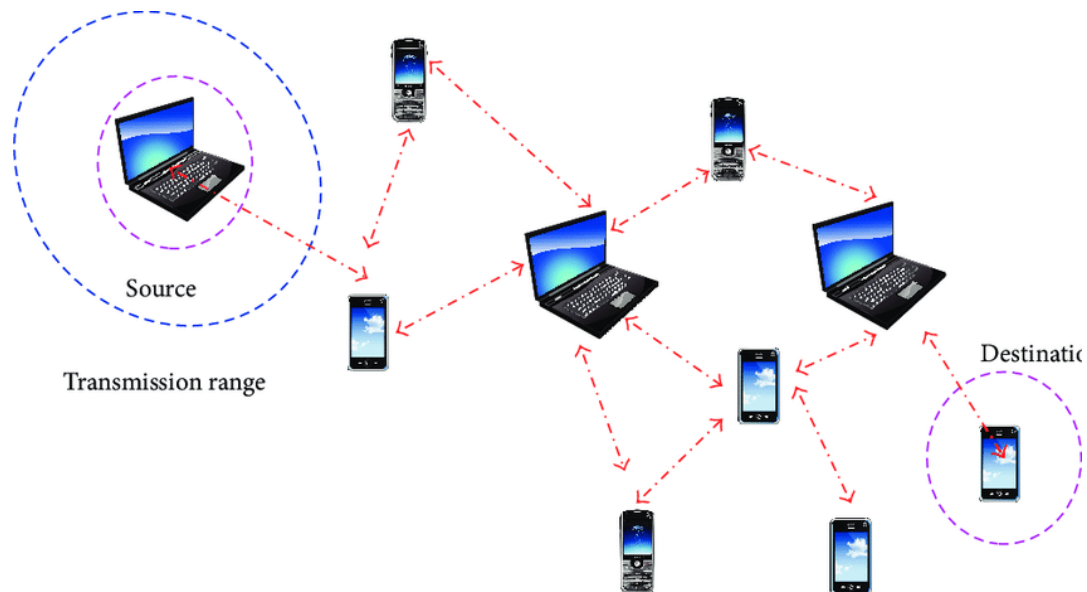


Ilustración 13 Topología Mobile Ad-hoc Network

La Ilustración 13 muestra un ejemplo de funcionamiento de ruta basada en el modelo de la topología MANET. (Veerasamy, Madane, Sivakumar, & Sivaraman, 2016)

Las redes **MANET (Mobile Ad-hoc Networks)**, son un tipo de red Ad-hoc que pueden cambiar de ubicación y configurarse sobre la marcha debido a que estas redes son móviles y basadas en conexiones inalámbricas para conectarse a distintas redes, como puede ser una conexión WiFi estándar u otro medio, como una transmisión celular o de medio satelital. (Breu, Guggenbichler, & Wollmann, 2008) En la Ilustración 13 se observa una red MANET y el recorrido de la transmisión.

Vehicular Ad-hoc Networks (VANET)

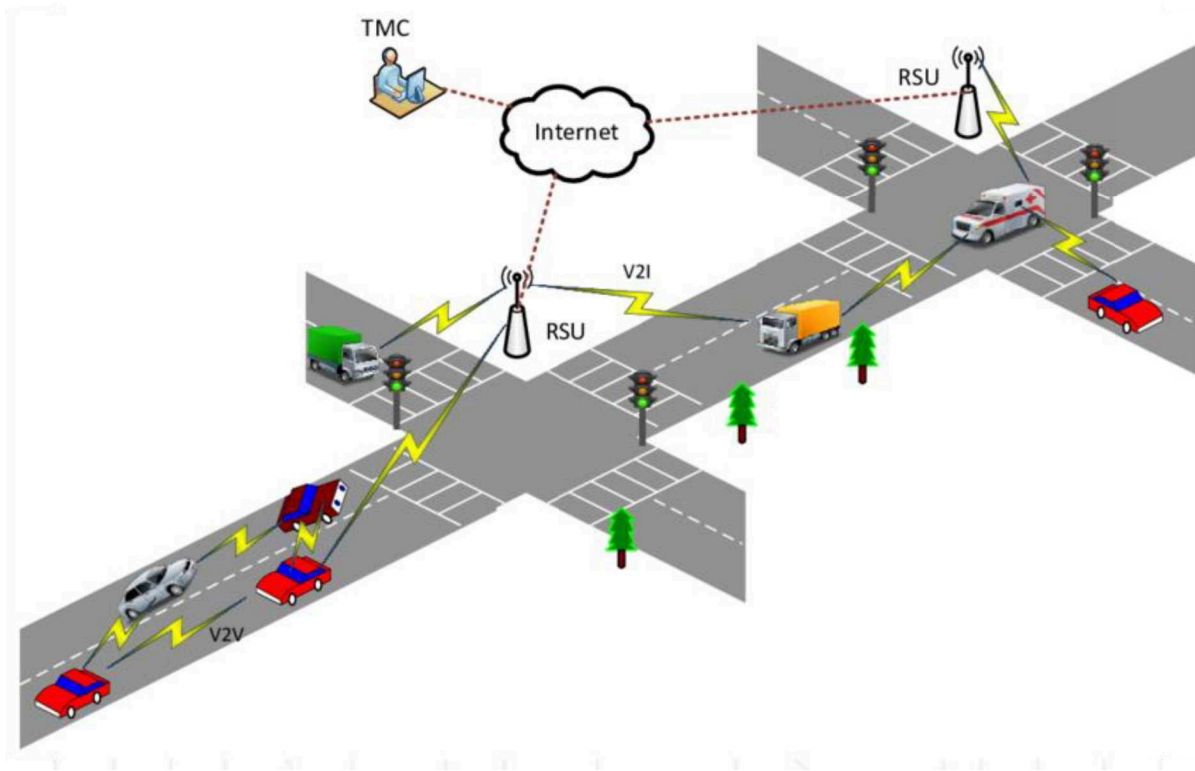


Ilustración 14 Topología Vehicular Ad-hoc Network

La Ilustración 14 muestra un escenario a modo de ejemplo de redes VANET como medio de comunicación confiable en redes cooperativas. (Hernandez-Jayo, Koyamparambil Mammu, & De-la-Iglesia, 2014)

Las redes VANET (Vehicular Ad-hoc Network) son un tipo de red Ad-hoc, consideradas como redes de comunicación vehicular que hacen uso del medio inalámbrico para establecer la comunicación, en este caso se da entre vehículos o con alguna infraestructura. Esta es una nueva forma de intercambio de información entre usuarios que se encuentran en sus vehículos transitando, siendo muy importantes en el crecimiento del despliegue del campo de operación de los proveedores de servicios que poseen su infraestructura a lo largo de las carreteras. (Breu et al., 2008; Jie et al., 2013) En la Ilustración 14 se observa el diseño topológico de una red VANET.

2.8.2. Wireless Mesh Network

Las redes inalámbricas con topología en malla, en un artículo titulado “Formulación de una Metodología para Diseñar e Implementar redes MESH como alternativa de solución para redes comunitarias o rurales; Proyecto de Apoyo; Construcción de un esquema tecnológico para Protocolos de enrutamiento en redes MESH” y elaborado por (Blanco, Fabian; Ruiz, 2014), hace énfasis en que las tendencias de redes de computadoras se orientan hacia un futuro inalámbrico, debido a que en la actualidad la mayoría de actividades que se realizan en el entorno laboral, comunitario y personal requieren de movilidad y adicionalmente la característica de que se requiere la información al instante. El uso de la WMN permite que la comunicación no solo se puede realizar entre nodo y su estación base, sino también entre muchos nodos que admiten una red robusta, logrando así que, entre mayor número de usuarios conectados, será mayor la cobertura de la conectividad.

Entonces, una red Mesh o WMN (Wireless Mesh Network), son redes híbridas, que se diferencian de las redes comunes o tradicionales y de los sistemas inalámbricos centralizados, por ello, combina dos topologías de redes inalámbricas, la topología Ad-hoc y la topología infraestructura convencional.

2.9. Aplicaciones

De forma general las redes Ad-hoc, pueden aplicarse en forma de MANET (Mobile Ad-hoc Networks), como por ejemplo en casos en los que existen problemas económicos o falta de tiempo y recursos para la construcción de infraestructura de comunicación requerida. Su uso se da principalmente en operaciones del área militar o en operaciones de búsqueda y rescate, tales como situaciones ante eventos catastróficos y emergentes en terremotos, incendios, inundaciones, etc.

También, las redes Ad-hoc por su sencillez de implementación, están siendo muy utilizadas en el ámbito doméstico. Su uso frecuente se da en la transferencia de datos vía bluetooth entre dispositivos móviles o entre otros dispositivos como impresoras, por ejemplo. (Wu & Tseng, 2007)

Según (Conatel & Ceditel, 2019) las siguientes son algunas aplicaciones de las redes Ad-hoc:

- Conferencias
- Redes de área personal
 - o Dispositivos móviles, laptops, agendas electrónicas.
- Entornos militares
 - o Soldados, medios militares de transporte (tanques y aviones)
- Entornos ciudadanos
 - o Red de taxis
 - o Salas de reunión
 - o Estadios deportivos (eventos de asistencia masiva)
 - o Barcos, avionetas, etc.
- Operaciones de emergencia
 - o Búsqueda y rescate
 - o Agentes de orden o policías, bomberos.
 - o Eventos de emergencia, tragedias.

En cuanto a las aplicaciones de las WMN, se tiene un escenario típico en una zona urbana, mayormente al conectar antenas en techos de casas o terrazas de los edificios, pudiendo incluir otras ubicaciones como torres de antenas o nodos móviles. A continuación, se describen proyectos desarrollados y relacionados a las aplicaciones de las redes mesh a nivel mundial, además de las bondades que ofrecen.

En la ciudad de Zaragoza en España, donde se brindan servicios de ToIP y VoIP, y en Oklahoma, Estados Unidos, se generó una red para el servicio público y servicios de vigilancia en los patrulleros (Copas, Lizondo, & Savoy, 2010).

En Massachusetts, el Departamento de Policía de Haverhill seleccionó esta tecnología para su sistema de videovigilancia. (Licandro & Schembra, 2007)

En Aruba se implantó un sistema inalámbrico de videovigilancia con diseño en malla, el cual proporciona una cobertura de vídeo de calidad HD para las tiendas, restaurantes y zonas de aparcamiento de un importante centro comercial. El diseño utilizó 13 cámaras de vídeo conectadas por 10 enrutadores inalámbricos en malla (Aruba, 2010).

En Alemania se encuentra el proyecto Freifunk, esta red experimental de comunidad urbana está conformada por unos 200 nodos basado en OLSR Firmware Freifunk. A este software se le han dado muchos usos en proyectos comunitarios y de desarrollo. (FreiFunk, 2010)

La red inalámbrica CUWiN en Illinois, es una iniciativa de desarrollo e investigación con una implementación de código abierto del protocolo de enrutamiento HSLs, apostando a una red Ad-Hoc inalámbrica escalable y altamente robusta (CuwWireless, 2010).

En la India existe una red comunitaria en Dharamsala, la cual está encargada de realizar la conexión de varios campus.

Actualmente en Bogotá se encuentra en marcha un proyecto denominado Bogotá-Mesh, el cual busca la creación de una red abierta, descentralizada, comunitaria, independiente y autónoma que sirva como herramienta para difundir proyectos de carácter comunitario, social, cultural y científico. (Bogotá-Mesh, 2010)

2.10. DNT (Redes Tolerantes a Retardos)

Internet ha sido un éxito total al lograr la interconexión entre dispositivos de comunicación en todo el planeta, apreciación que se puede visualizar en la Ilustración 15; incontables cantidades de redes que conforman esta red de redes que es el internet que utilizan protocolos de enrutamiento basados en TCP/IP, los cuales aseguran la fiabilidad de los datos y el correcto intercambio de mensajes.

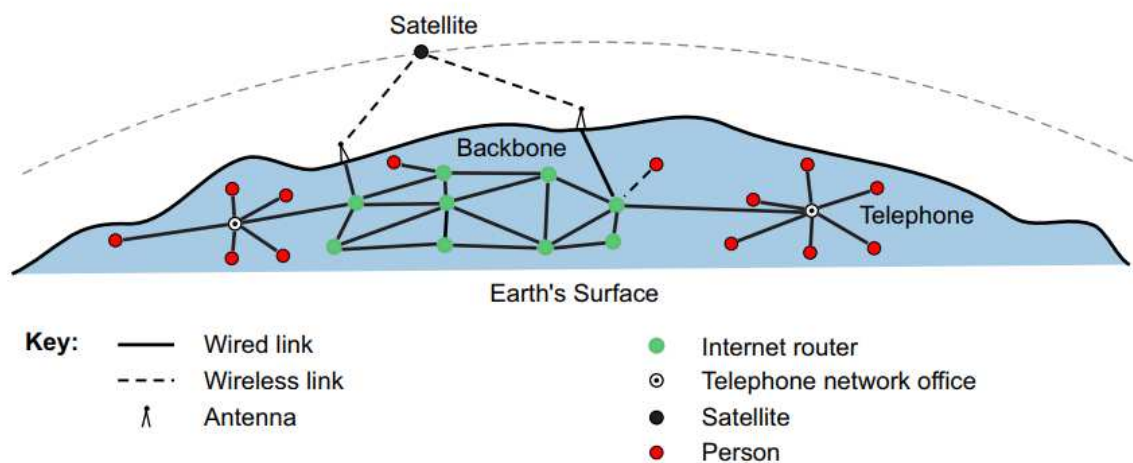


Ilustración 15 Interconexión de redes en el planeta Tierra, enfoque global

La Ilustración 15 expresa de manera visual la interconexión de redes en el planeta Tierra desde un enfoque global, tanto en sus diferentes topologías como modelos de conexión. (Forrest Warthman & Associates, 2015)

Una DNT es considerada una red de redes más pequeñas, una superposición sobre redes de propósitos especiales en la cual se encuentra incluida Internet; éstas admiten la interoperabilidad de otras redes al poder soportar interrupciones y retrasos prolongados entre esas redes y dentro de ellas, adaptándose a la movilidad y a poder limitado de la evolución inalámbrica. Originalmente, las DNT fueron desarrolladas para uso interplanetario, en donde la velocidad de la luz puede parecer lenta y la mayor necesidad es la tolerancia tardía, interconexión interplanetaria que es posible apreciar en la Ilustración 16; sin embargo, las redes tolerantes a retardos ofrecen muchas otras aplicaciones, abarcando temas comerciales, científicos, militares y de servicio público y social.

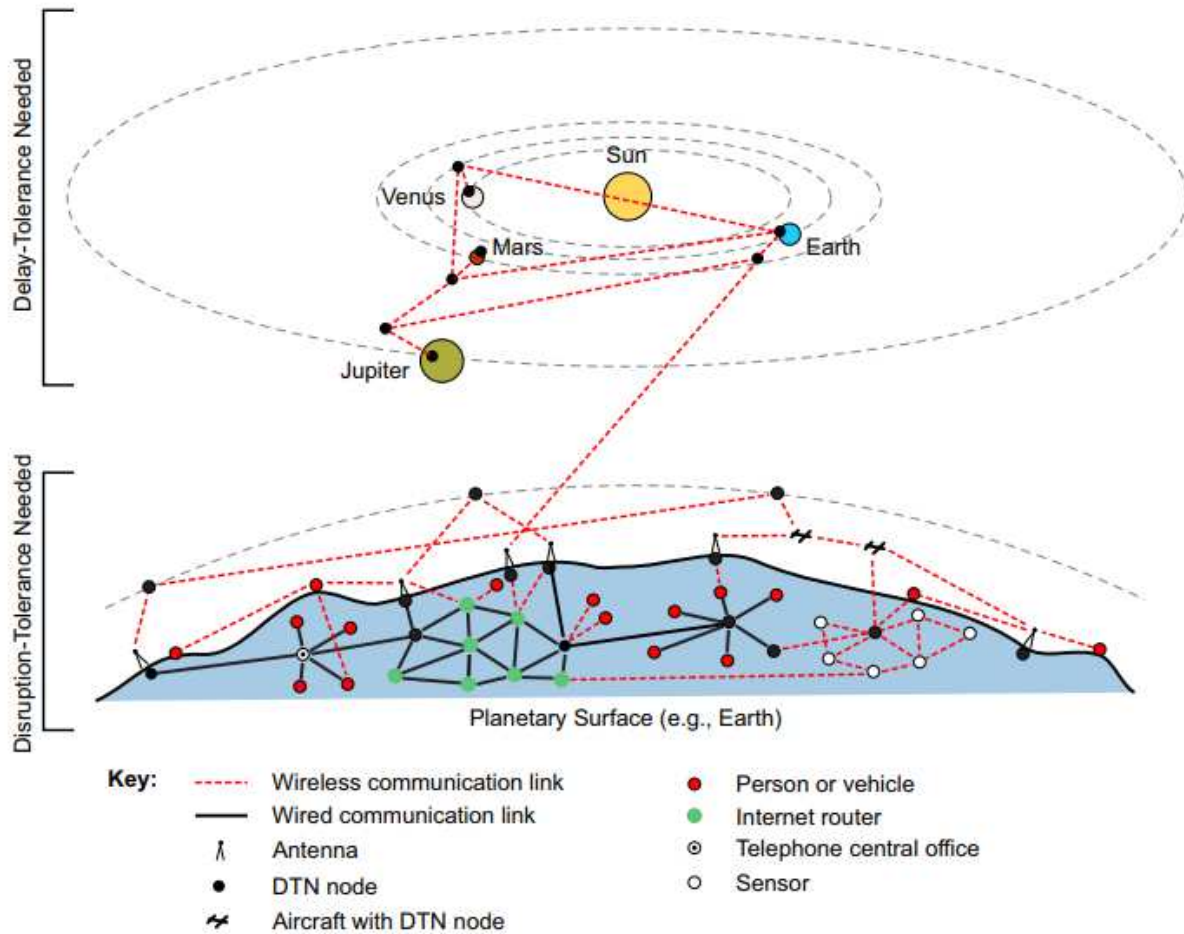


Ilustración 16 Modelo de interconexión de internet interplanetario

La Ilustración 16 muestra el modelo de interconexión de internet interplanetario, basado en las topologías de red terrestres conectadas en enlaces DNT. (Forrest Warthman & Associates, 2015)

Así mismo, diversos entornos de comunicación no se ajustan a los modelos subyacentes internet, siendo caracterizados por su conectividad intermitente en la que existe una ausencia de ruta de extremo a extremo, considerada como partición de red; de retardo largo o variable con un retraso de propagación largo entre nodos y variables en cola en los nodos; tasas de datos asimétricas en los que el envío de datos es bidireccional y; un alto índice de errores de bits por su alto procesamiento y retransmisión de los paquetes completos, lo cual genera mayor tráfico en la red. Estas características son visibles en la Ilustración 17.

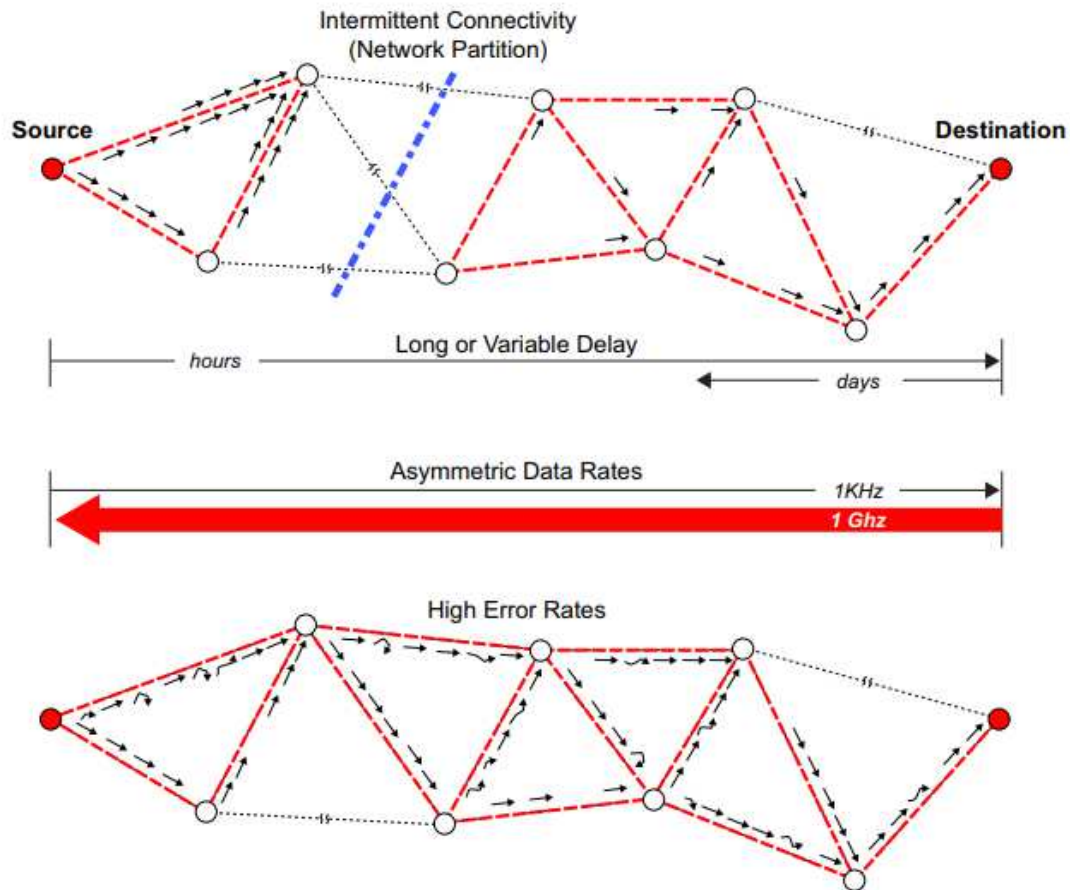


Ilustración 17 Caracterización de entornos de redes tolerantes a retardos (DNT)

La Ilustración 17 caracteriza los entornos de las redes tolerantes a retardos, considerando aspectos como la intermitencia de la conexión, el retardo largo o variable, el retraso de la propagación de señal, datos asimétricos y las tasas de error por el índice de procesamiento y retransmisión. (Forrest Warthman & Associates, 2015)

En un estudio del protocolo de encaminamiento oportunístico para redes de sensores (Espinoza Buendía, 2010) refiere que:

“En el año 2002 se empezaron a adaptar las ideas del proyecto InterPlanetary Network al desarrollo de las DTN. La investigación y desarrollo en este campo está teniendo un gran impulso en los últimos años gracias a la aparición de tecnologías de bajo coste y potencia reducida como IEEE 802.15.4.”.

Igualmente, se menciona que las redes oportunísticas se presentan como un caso particular de redes tolerantes al retardo presentando una característica primordial: los contactos entre nodos

son intermitentes debido a su movilidad o ya sea porque la calidad de los enlaces inalámbricos es extremadamente variable.

Las DNT ofrecen diversas posibilidades para la comunicación, especialmente en zonas donde es complicado realizar la implementación de una gran estructura de red, ya sea por la composición del terreno o debido a que la zona tiene un poder de adquisición bajo y no es sencillo montar una infraestructura de red ideal.

Actualmente el desarrollo de aplicaciones que estén destinadas a trabajar sobre redes tolerantes a retardos está poco avanzado, ya que el objetivo no es crear nuevas aplicaciones para esta tecnología de red, sino que la nueva tecnología de red sea lo suficientemente eficaz para las aplicaciones existentes. (Villar Almirón & Navarro Arribas, 2014)

2.11. Redes oportunísticas

El modelo de comunicación basado en trabajos con redes oportunísticas u oportunistas han sido tema de relevancia para el desarrollo de variedad de investigaciones. Una de estas líneas de estudio ha sido DNT (Delay Tolerant Networking) o Redes Tolerantes a Retardos (Aalto University, 2019). Siendo las redes oportunistas un tipo de DTN, se ha presentado el desarrollo de protocolos de enrutamiento epidémico, los cuales se basan en la diseminación de datos cuando se establece un contacto en un ambiente oportunístico (Herrera Tapia, Orallo, Calafate, Cano, & Manzoni, 2014).

Con cierto parecido a Internet, las DTN están formadas por redes más pequeñas. Esta tecnología fue propuesta por el Interplanetary Internet Special Interest Group (IPNSIG, 2019a). Las Redes Tolerantes a Retardos fueron desarrolladas originalmente para establecer comunicación interplanetaria, y debido a su modelo de transmisión de datos están siendo utilizadas en aplicaciones civiles y militares en nuestro entorno, en el cual, las redes son diseñadas para ser tolerantes a interrupciones por medio de enlaces redundantes.

En un proyecto desarrollado por la NASA (Mahoney, 2016), denominado “La nueva tecnología de Internet del sistema solar se estrena en la estación espacial internacional”, da un gran paso hacia la creación del Internet del Sistema Solar al establecer un servicio operacional de redes tolerantes a retardos (DTN) en la Estación Espacial Internacional. El servicio DTN ayudaría a automatizar y mejorar la disponibilidad de datos para los experimentadores de estaciones espaciales y dará como resultado una utilización más eficiente del ancho de banda y un mayor retorno de datos. En la Ilustración 18 se observa una simulación a escala a nivel funcional de dicho proyecto.

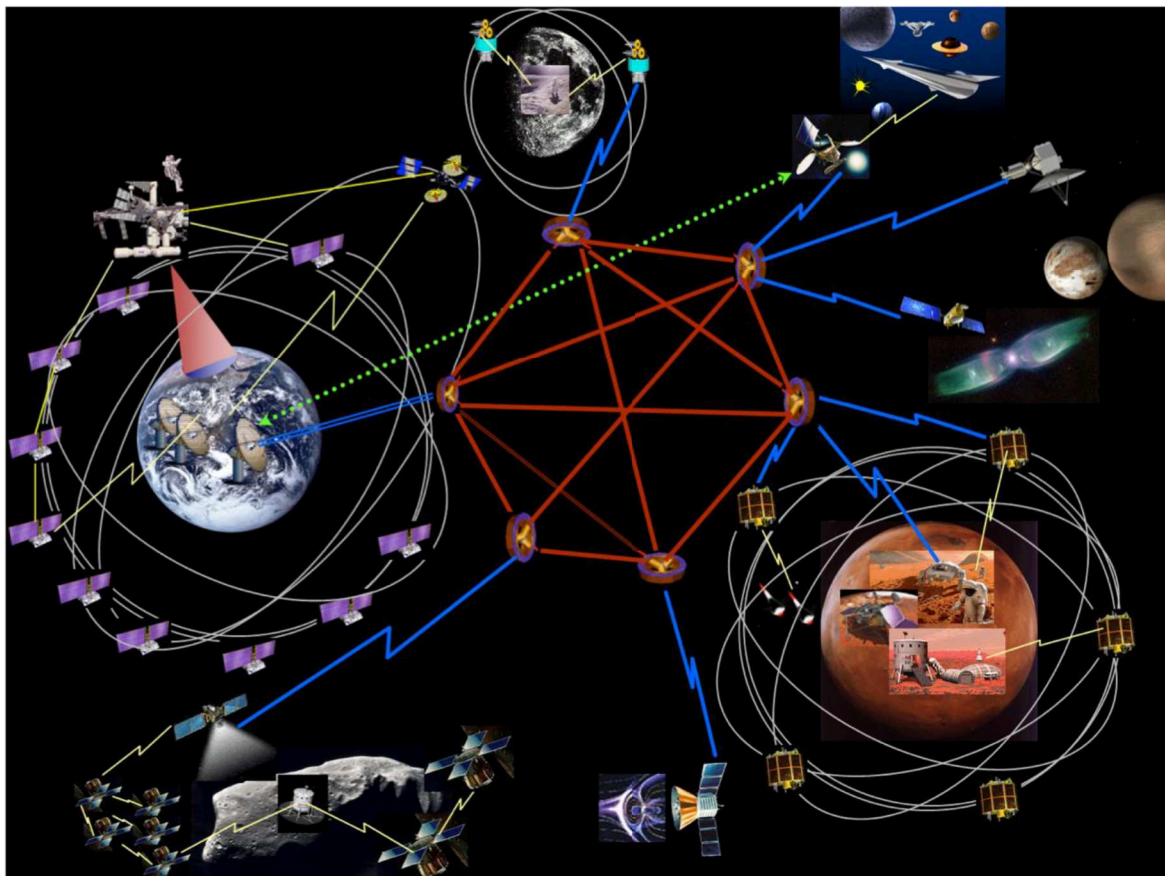


Ilustración 18 Tecnología de Internet del Sistema Solar.

La Ilustración 18 es una demostración visual de la tecnología de internet del sistema solar, proyecto propuesto por la NASA basado en redes tolerantes a retardos. (Mahoney, 2016)

En una publicación referente a las motivaciones para DNT (IPNSIG, 2019b) y los casos de uso terrestre, nos dice que muchas personas nuevas se sorprenden al descubrir que la DTN también se considera efectiva para muchos casos de uso terrestre.

Debido a que el mismo tipo de restricciones existen en muchos entornos de redes aquí en el planeta tierra. Incluyen principalmente interrupciones y retrasos, o tal vez incluso la ausencia de una infraestructura de Internet tradicional que haga que las comunicaciones de red a través de TCP / IP sean inaccesibles o costosas.

Así mismo, ejemplifica implementaciones experimentales de DTN para superar estas restricciones, incluyendo:

- Brindar servicios básicos de Internet a pastores de renos en el Círculo Polar Ártico.
- Monitoreo de la calidad del aire en una cueva kárstica en Rumania.
- Monitoreo de la salud cardíaca durante operaciones de emergencia
- Proporcionar servicios básicos de Internet a aldeas remotas en África que no tenían acceso a la infraestructura de red típica.

“Un área de particular interés para la comunidad DTN es el Internet de las Cosas (IoT), donde la comunicación es principalmente entre las cosas y no entre las personas: sensores en edificios, carreteras, granjas e incluso en nuestros cuerpos.”

El desarrollo de la tecnología DNT puede ser realizado sobre diferentes interfaces inalámbricas, como las basadas en radio frecuencia tales como WiFi y Bluetooth, redes ópticas de corto alcance, y acústicas que se implementan sobre y debajo del agua. Esto da lugar al diseño e implementación de aplicaciones para diversos escenarios que pueden tener o no infraestructura de telecomunicaciones, dichos escenarios requieren de manera impetuosa una forma de comunicación ante eventualidades calamitosas o pérdidas de conexión. (Herrera Tapia, 2015)

Referente al modelo de transmisión de datos, Internet está basado en la conmutación interactiva de paquetes IP, el cual demanda que exista un canal de comunicación bidireccional, el cual debe ser estable de extremo a extremo, continuo e interrumpido. Generalmente, estos enlaces cuentan con un ancho de banda simétrico, también con una latencia de entrega de paquetes que está expresado en milisegundos, logrando que existan tasas de error muy bajas respecto a la entrega de la información.

Por otro lado, en las redes tolerantes a retardos la transmisión de los datos se basa en mensajes o bundles, los cuales son recibidos y posteriormente reenviados por los nodos, este es un método conocido en redes como Store and Forward y se ejecuta a través del Bundle Protocol. (Caini et al., 2007)

A diferencia de internet, en las DNT el tiempo de entrega de la información se extiende, debido a que los canales de comunicación y enlaces son intermitentes a causa de la movilidad de sus nodos transmisores y/o receptores.

En la Ilustración 19 se hace una comparación de las capas del protocolo TCP/IP como protocolo de internet con los protocolos DNT. En la ilustración se puede apreciar que el protocolo Bundle funciona a nivel de la capa de Aplicación y se relaciona en conjunto con los protocolos de las capas inferiores, permitiendo que la aplicación logre comunicarse a través de estos con los protocolos de las capas más bajas, en situaciones o condicionantes que involucren largos periodos de interrupción de la transmisión de datos. (Chancay García, 2015)

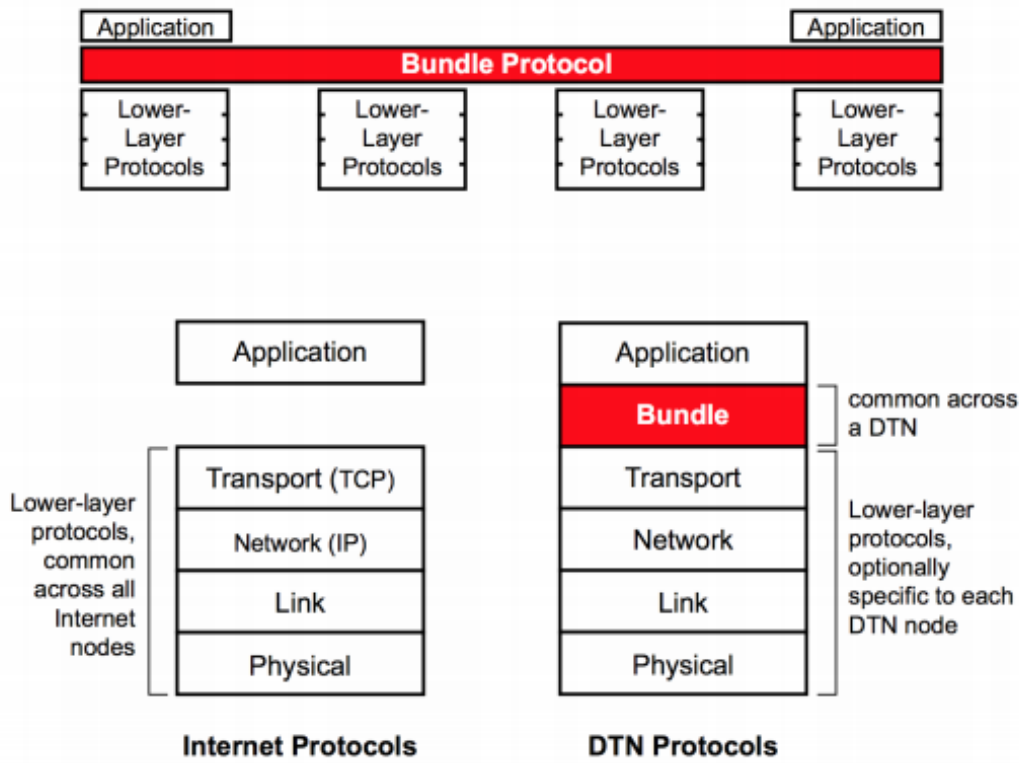


Ilustración 19 Protocolo TCP vs Protocolo Bundle

La Ilustración 19 presenta un versus entre los protocolos de internet basados en TCP junto al protocolo Bundle en su respectiva capa de aplicación. (F. Warthman, 2012)

2.12. Tipos de interfaces utilizadas

Dentro de las posibilidades, para el desarrollo e implementación de una aplicación de mensajería que permita trabajar basados en el concepto de redes oportunísticas, sin la necesidad de infraestructura de red y telecomunicaciones, están Wifi en su modo Ad-hoc, WiFi Direct y la tecnología Bluetooth como interfaces de comunicación.

En un estudio de comunicación oportunista de datos entre regiones desconectadas se muestran algunas consideraciones respecto a las interfaces de comunicación utilizadas frecuentemente en el desarrollo de sistemas de mensajería en el modo de redes oportunistas (Solis, 2013).

2.12.1. WiFi

Ad-Hoc

Puede ser considerado el mejor estándar si sólo tomamos en cuenta en las características del protocolo. No necesita emparejamiento. Posee un gran ancho de banda. Broadcasting (radiodifusión) de datagramas.

Desafortunadamente, no es nativo de Android y además gasta la batería rápidamente (la idea de rootear los teléfonos e instalar drivers personalizados es descartada).

WiFi-Direct

WiFi-Direct es una norma que permite que varios dispositivos WiFi se conecten entre sí sin la necesidad de un punto de acceso intermedio.

Aunque es nativo en Android todavía presenta algunas restricciones. Además, en la arquitectura un nodo debe fungir como servidor, algo que no encaja del todo en la visión de las redes oportunistas.

2.12.2. Bluetooth

Ofrece un buen compromiso entre el consumo de batería y el servicio dado para permitir comunicación ad-hoc. Es nativo en Android. Pese a estas consideraciones, cabe mencionar que esta interfaz de comunicación no fue diseñada específicamente para establecer redes oportunísticas; sin embargo, Bluetooth permite más flexibilidad para realizar conexiones espontáneas con otros dispositivos con la limitante de su corto rango de alcance y tasas de transferencia lentas.

2.13. Malla Bluetooth

En la actualidad es conocido que la tecnología de transmisión de datos y conexión digital entre dispositivos, que incorporan Bluetooth es una de las más aceptadas en todo el mundo y uno de los estándares de comunicaciones inalámbricas más ubicuas del planeta.

Esta tecnología avanza en gran medida, mejorando de forma cuidadosa y sistemáticamente sus características para ir a la par con los requisitos del mercado, en beneficio de inspiración a la innovación; uno de los últimos avances es la red de malla Bluetooth, el cual todos los miembros de Bluetooth Special Interest Group han colaborado a crear.

Antes de profundizar en Bluetooth mesh, es necesario acotar que la velocidad básica de la tecnología en su versión de velocidad de datos mejorada (BR/EDR) fue pensada para actuar como el reemplazo de cables, llegando a dominar rápidamente los productos de audio inalámbricos y convertirse en el facilitados de los nuevos periféricos de computadores, tales como teclados y mouse inalámbricos. Por otro lado, Bluetooth Low Energy (LE) apareció como una tecnología verdaderamente diferente, optimizando los recursos para utilizar la menor cantidad de energía posible en los dispositivos que lo incorporan, esto con la finalidad de operar y lograr comunicación de forma inalámbrica con una batería simple.

Con el lanzamiento de la topología mesh o en malla, la tecnología Bluetooth desató el increíble potencial de las comunicaciones en el modelo de muchos a muchos, lo cual permite a los hogares, oficinas, fábricas y empresas, incluso ciudades enteras a ir más allá de estar simplemente conectados para convertirse desde un criterio tecnológico, verdaderamente inteligentes. (Slupik, Kolderup, & Bluetooth SIG, 2019)

Actualmente, es muy común encontrar Bluetooth BR/EDR y Bluetooth LE disponibles en la mayoría de los dispositivos, tal es el caso de los smartphones o teléfonos inteligentes, sin embargo, no dependen de los servicios y capacidades de los demás, y cabe destacar que éstos

funcionan de manera independiente (coexisten en el mismo dispositivo, pero no es posible usar Bluetooth BR/EDR para comunicarse con un dispositivo Bluetooth LE o viceversa).

Bluetooth mesh utiliza y depende de Bluetooth Low Energy, ya que es la pila de protocolos de comunicaciones inalámbricas utilizados por esa topología. (Bluetooth, 2019a) menciona que Bluetooth mesh no corresponde a una tecnología de comunicación inalámbrica, es una tecnología de redes. En la Ilustración 20 se aprecia la relación entre Bluetooth BR/EDR, Bluetooth LE y Bluetooth mesh.

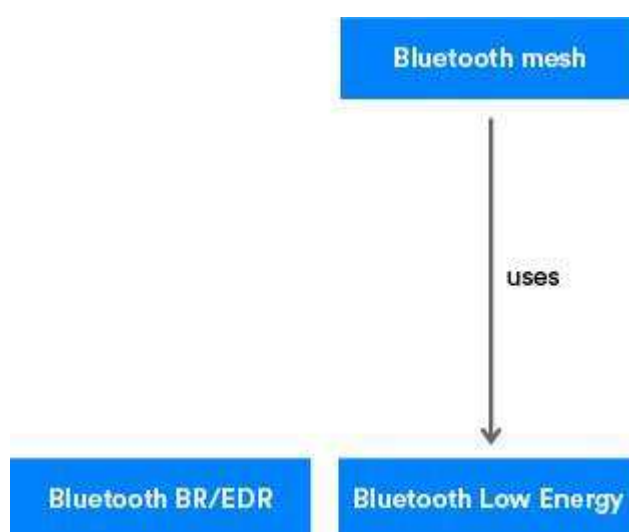


Ilustración 20 Relación entre Bluetooth mesh, Bluetooth LE y Bluetooth BR/EDR

La Ilustración 20 muestra gráficamente la relación que existe entre Bluetooth mesh como topología de red, Bluetooth BR/EDR y Bluetooth Low Energy. (Bluetooth, 2019a)

Bluetooth BR/EDR básicamente permite que un dispositivo pueda conectarse y comunicarse con otro, estableciendo una relación 1:1, lo cual se refleja en el término “emparejamiento”; los dispositivos bluetooth Low Energy también pueden formar relaciones 1:1, además de relaciones concentrador/radio, permitiendo obtener como resultado una topología 1:m, donde m poder llegar a ser una cantidad muy grande.

Bluetooth mesh por su parte, permite realizar una relación de muchos a muchos (m:m) entre dispositivos inalámbricos. Además, estos dispositivos, con esta topología en malla pueden

transmitir datos a otros dispositivos que no se encontraran en el radio de alcance directo con el origen. (Woolley, 2019)

Así, las redes de malla pueden abarcar áreas físicas extensas, conteniendo una gran cantidad de dispositivos.

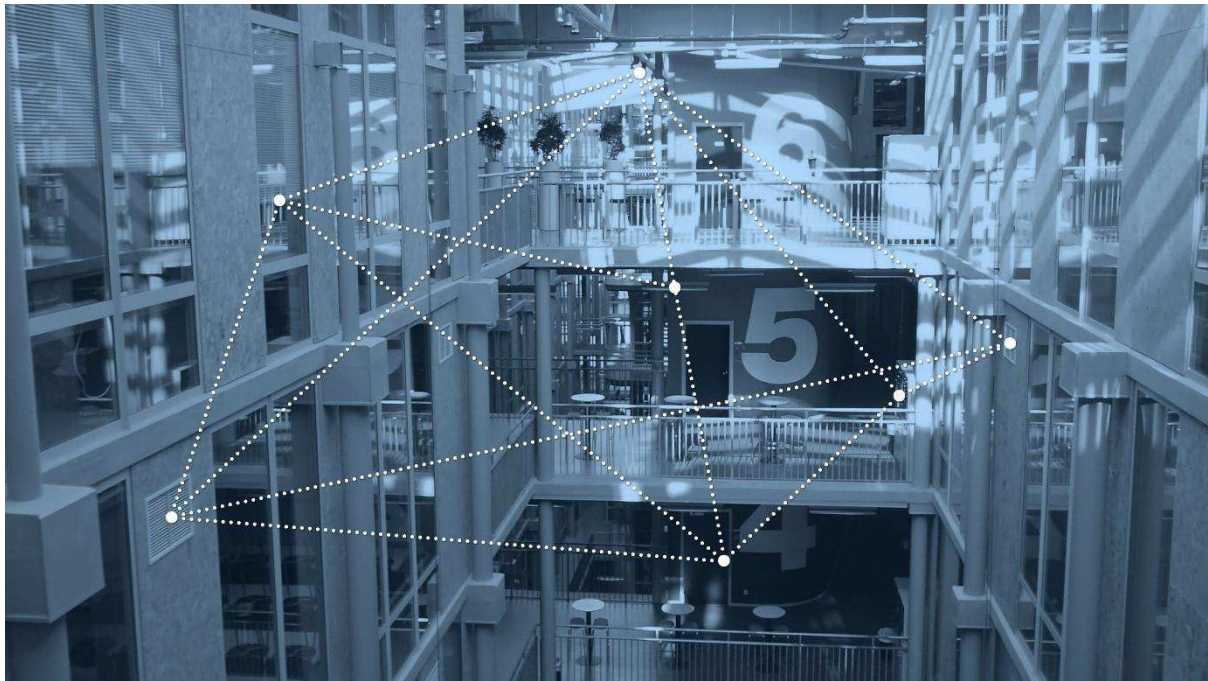


Ilustración 21 Redes de malla Bluetooth y una topología de muchos a muchos

La Ilustración 21 muestra un ejemplo de Bluetooth mesh, siendo este modelo de topología una red de muchos a muchos, abarcando un área física de gran amplitud. (Bluetooth, 2019a)

La creación de Bluetooth mesh se dio por el motivo de que las topologías de malla ofrecen la mejor manera de satisfacer variedad de requisitos de comunicaciones cada vez más comunes, mismos que incluyen:

- Mayor cobertura en áreas amplias e interoperabilidad.
- Capacidad para monitorear y controlar una cantidad grande de dispositivos.
- Optimización, bajo consumo de energía y uso eficiente de los recursos de radio (escalabilidad).
- Compatibilidad (smartphones, tabletas y ordenadores) y estandarización.

Las redes malla permiten que los dispositivos se comuniquen entre sí en grandes áreas, considerando un espacio físico como un centro comercial, un estadio, un aeropuerto o bloques de oficinas de una empresa, estos escenarios cuentan con barreras físicas como paredes u otros elementos; puede que no sea posible establecer comunicación directa por radio desde un extremo a otro de cualquiera de estas consideraciones, sin embargo la red de malla resuelve estos al permitir que algunos de los dispositivos en la red sean designados como relés, funcionando como nodos, tal como se visualiza en la Ilustración 22. Al realizar esto, los dispositivos logran comunicarse con otros que están fuera del rango de alcance del dispositivo que originalmente envió el mensaje. (Bluetooth, 2019b)

El factor limitante principal en la escalabilidad de un sistema que utiliza cualquier tecnología de comunicaciones inalámbricas es el radio como un recurso compartido que posee una capacidad finita, esta capacidad se define por la colección de dispositivos que se encuentren dentro del alcance del radio y que hagan uso de la misma frecuencia de transmisión. En la Ilustración 23 se aprecia un modelo a escala de esta apreciación.

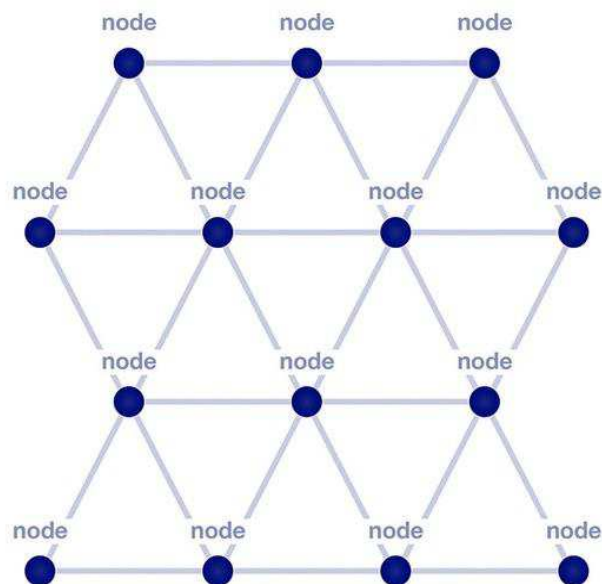


Ilustración 22 Esquema de una estructura de conexión en malla de Bluetooth

La Ilustración 22 presenta un esquema de conexión en una estructura de Bluetooth mesh, en el que cada nodo es un dispositivo que se encuentra dentro del rango de conexión de la red. (Global Lighting Directory, 2019)



Ilustración 23 Red de malla de alta densidad

La Ilustración 23 muestra una red malla de alta densidad ejemplificando la planta baja de un edificio con la mayoría de los nodos de malla, todos estos dentro de alcance directo de radio debido al denso patrón de despliegue. (Bluetooth, 2019e)

2.14. Protocolos de redes oportunísticas

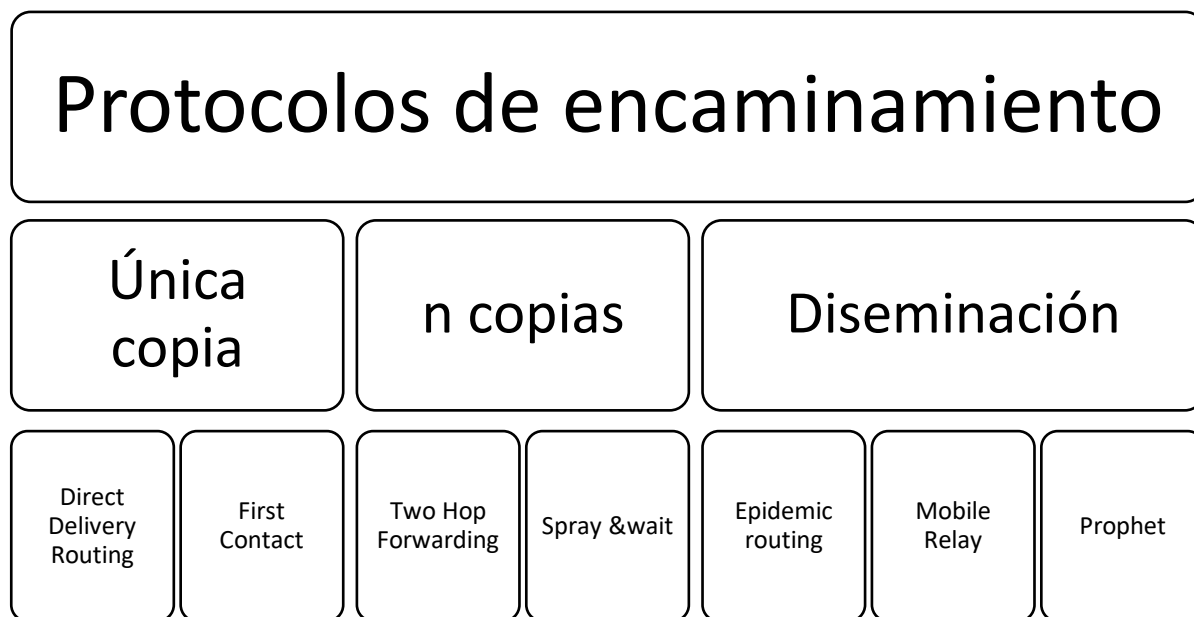


Ilustración 24 Protocolos de encaminamiento de redes oportunísticas.

La Ilustración 24 presenta los protocolos de encaminamiento oportunístico en redes, clasificándolos según su modelo de comunicación basados en una única copia, n copias y diseminación. (Chancay-garc, Manzoni, Hern, & Tavares, 2018)

En las ciudades es muy común contar con variedad de tecnologías de redes inalámbricas que permitan la comunicación sin restricciones a la comunidad, tales como las redes de telefonía celular, redes WiFi, enlaces de microondas, entre otros. Debido a esta consideración, el poder acceder a internet se ha convertido en algo imprescindible en nuestro cotidiano vivir, no solamente cuando queremos comunicarnos, sino que también cuando necesitamos realizar cualquier tipo de trámite que nos requiera estar conectados a una infraestructura que no podemos observarla físicamente pero que cada día, y sin que nos percatemos va ocupando un accionar muy importante y fundamental en nuestras vidas, permitiendo que estemos conectados a cualquier hora y en cualquier lugar.

Sin embargo, existen zonas que se encuentran aisladas donde el acceso a redes de comunicación es un aspecto complicado, o situaciones de riesgo como desastres naturales en las que el poder conectarnos a una infraestructura para lograr comunicarnos es una tarea difícil, es ahí donde existe el reto hacia los investigadores el momento de diseñar modelos que permitan la

adaptación o creación de redes que no se vean afectadas ante entornos con limitaciones de cualquier tipo.

En una investigación, realizada por (Páez Bencomo, 2013), detalla un análisis y evaluación de prestaciones de protocolos de encaminamiento en redes tolerantes al retardo. Los protocolos de encaminamiento en las redes tolerantes a retardos orientados a los modelos oportunistas de conexión son objeto de múltiples y constantes variaciones, esto debido a que están en firme evolución. A continuación, se detallan los principales protocolos empleados en redes oportunistas.

2.14.1. Epidemic routing

Protocolo de encaminamiento estocástico en el que el comportamiento de la red es al aleatorio, por lo tanto, no sigue un patrón definido o predecible, epidemic routing está basado en la difusión, realizando múltiples copias de cada mensaje dirigido a un conjunto de nodos con la finalidad de aumentar la velocidad y posibilidades de entrega. Hay que mencionar que con este protocolo la cantidad de recursos consumidos es proporcional a la velocidad de entrega debido a que la red se satura de muchas copias del mismo mensaje.

Este protocolo utiliza un tipo de propagación epidémica basado en la inundación de la red; es decir, los nodos retransmiten de forma continuada una copia del mensaje a todos los nuevos vecinos que no cuenten con una. Básicamente, en el escenario más simple, un algoritmo de tipo epidemic routing (Páez, Olgún, Urriza, Orozco, & Santos, 2014), no es otra cosa que una inundación o flooding tradicional de la red.

Este modelo resulta una solución evidente a los problemas de propagación que presentan las redes oportunistas, siendo considerado el protocolo como tal, una aproximación viable a implementar; sin embargo, contrariamente a su efectividad, el consumo de recursos es elevado. (García Robles, 2013)

El modelo epidémico de difusión de datos en redes oportunísticas, tiene su principio fundamental en la técnica de disseminación de información imitando la forma de expansión de las epidémicas, tal como las conocemos. Estos, desarrollan la manera en que se difunden las enfermedades contagiosas o también puede ser el caso de cómo se riegan los rumores en un entorno social, de manera que el individuo infectado de una enfermedad transmite los gérmenes de esta a otro individuo con el cual mantiene contacto directo o indirecto. (Almeida Cruz, 2011)

En el gráfico que se muestra en la Ilustración 25 se puede analizar que el dato en forma de mensaje se origina en el nodo 31 y cumpliendo con el principio epidémico de difusión la información llega a todos los nodos, completando el recorrido de la red en su totalidad.

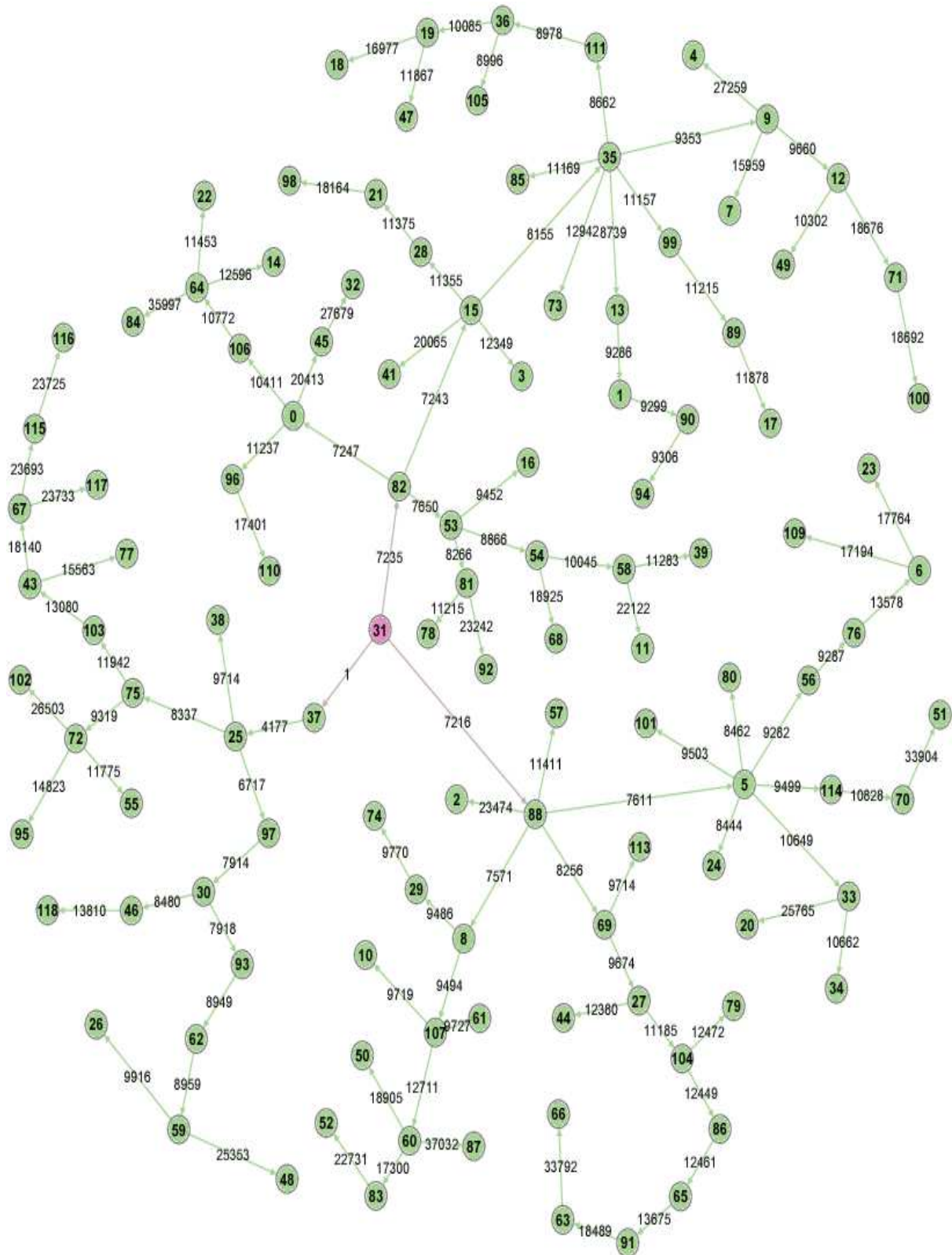


Ilustración 25 Gráfico de difusión y entrega de mensajes en redes oportunísticas.

La Ilustración 25 muestra un gráfico de difusión y entrega de mensajes en redes oportunísticas que se originó en el nodo 31, en ésta cada línea es una transmisión entre dos nodos, mostrando el tiempo cuando se inició cada operación, siguiendo el recorrido del mensaje. Finalmente llega a todos los nodos, teniendo un total de 115, incluido el origen. (Herrera-Tapia, Hernandez-Orallo, et al., 2016; Herrera-Tapia, Hernández-Orallo, et al., 2016)

2.14.2. Two Hop Forwarding

Esta es una estrategia en la que el origen copia el mensaje hacia los n primeros nodos que entren en contacto. Considerando que el número de copias del mensaje que se envían es $n+1$, se consume más ancho de banda y por ende más almacenamiento. Sin embargo, el consumo de recursos es limitado y es ajustable mediante la configuración del número de copias que se realizan.

2.14.3. Spray&Wait

Este protocolo está dividido en dos fases. La primera fase denominada spray, que se ejecuta sólo una vez para cada mensaje que se origina en el nodo origen, L copias de los mensajes se propagarán desde el origen hacia todos los nodos que actúan como relés, entonces si el destino es encontrado, la transmisión de mensajes se termina exitosamente. Caso contrario, inicia la segunda fase denominada wait, en la cual, si no se alcanza el destino en la fase spray, los nodos que llevan una copia del mensaje pueden realizar la transmisión directa, esta es una estrategia controlada por el parámetro L , que significa función de la densidad de los nodos, distribución y perfil de movilidad.

Consideración respecto a la replicación es que se encuentra limitada por L y en cuanto a la gestión de la cola es a través de FIFO. (Martínez, Director, & Manzoni, 2011)

2.14.4. Mobile Relay

Básicamente la idea de este protocolo es que, si una ruta hacia un destino determinado no se encuentra disponible, uno de los nodos enviará un mensaje broadcast a sus vecinos. Todos los nodos que receptan este paquete lo almacenan y entran en el modo de retransmisión, en la búsqueda de una ruta existente hacia el nodo destino.

En el caso de que no exista una ruta disponible, el mensaje se almacena en el buffer del nodo en espera de hallar el camino al destino. (Robles, Marrone, Díaz, & Barbieri, 2010)

2.14.5. Prophet

Este protocolo es considerado el primer modelo probabilístico para redes oportunísticas. Está basado en la estrategia de historia de contactos, misma que le sirve para calcular la probabilidad de entrega de un mensaje desde un nodo determinado hacia su destino. (Herrera Tapia et al., 2017)

2.14.6. Direct Delivery Routing

Este protocolo pertenece al tipo de encaminamiento determinista, el cual se basa en la búsqueda del camino más corto, este es en el que el mensaje sólo se enviará una vez que el nodo origen ha entrado en contacto con su destino final.

2.14.7. First contact

First contact o primer contacto es un protocolo de encaminamiento determinista en donde se reenvía el mensaje a aquel nodo con el que primero haga contacto y posteriormente lo borra de la cola, lo cual significa que el mensaje puede ser manejado por varios nodos.

2.15. Aplicaciones existentes

En este apartado respecto a las aplicaciones existentes que promuevan el uso de los modelos de redes oportunísticas, tolerantes a retardos se hace un análisis de proyectos, propuestas y aplicaciones desarrolladas, que tienen como finalidad principal eliminar la dependencia de infraestructura de red para establecer conexiones que permitan la comunicación bajo diversidad de circunstancias.

2.15.1. Proyecto Loon de Google

Uno de los proyectos más llamativos y ansiados por la necesidad de encontrar al internet como un medio de comunicación global, es Loon de Google (Google, 2019). En la actualidad, dos tercios de la población mundial todavía no cuentan con acceso a internet. Este proyecto se compone de una red de globos que viajara sobre el límite con el espacio exterior y está pensado

para conectar a las personas, en especial a aquellas que habitan en zonas remotas o rurales, lugares de difícil acceso a comunicaciones y para poder llegar a las zonas con ausencia de cobertura en situaciones de desastre. (Espinoza de los Monteros Benítez, 2015)

En la Ilustración 26 se puede apreciar ciertas especificaciones generales respecto al proyecto Loon.

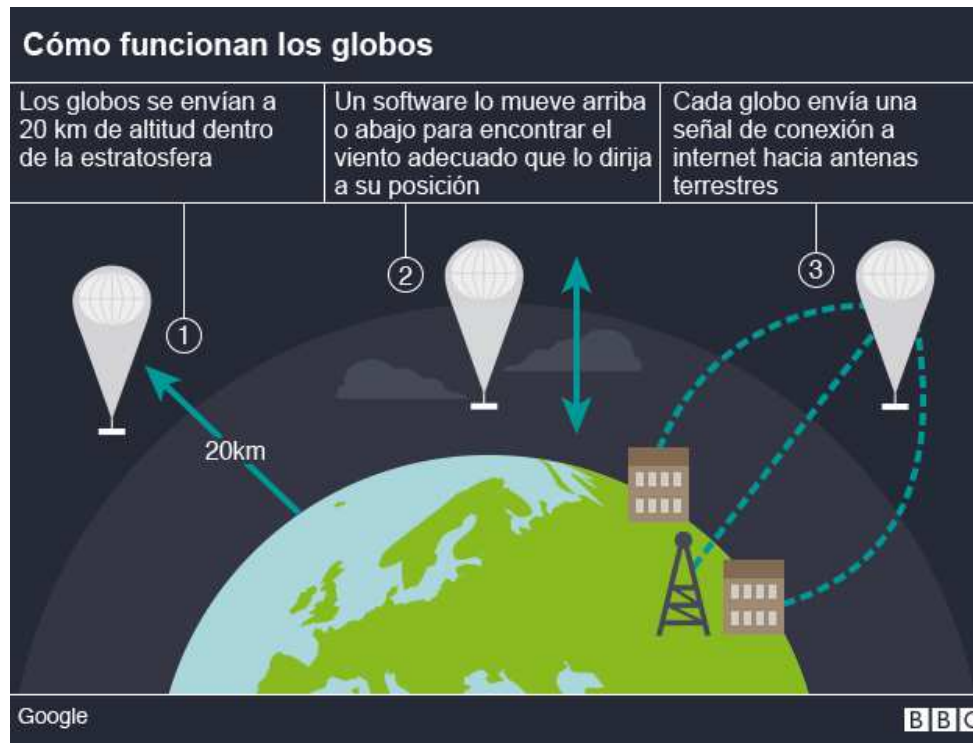


Ilustración 26 Proyecto Loon de Google

La Ilustración 26 muestra el modelo de funcionamiento del proyecto Loon de Google, caracterizando altitud, posicionamiento y señalización hacia antenas terrestres. (BBC News Mundo, 2015; Google, 2019)

2.15.2. Proyecto Serval

Este es un proyecto que inició en Australia, basado en el modelo de redes MESH de comunicaciones o redes en malla. Serval Project fue presentado como una solución de comunicación para situaciones de emergencia donde, como se ha indicado las redes móviles han dejado de funcionar por desastres naturales o en donde nunca han funcionado como por ejemplo en zonas rurales sin cobertura.

Esta aplicación es gratuita y se encuentra en Play Store, permite realizar llamadas de voz, transferir archivos por lo que cumple el principio de transmisión multimedia, envío de mensajes, localizados de los móviles en la red, utilizar los números de teléfono como identificador, entre otras características.

El Proyecto Serval en su sitio web oficial (Serval Project, 2017), menciona que en otras palabras, Serval es un sistema de telecomunicaciones mallado que presenta entre otros beneficios: comunicación en cualquier momento, en cualquier lugar, privada y mallada entre los usuarios de la red.

En la Ilustración 27 se aprecia la pantalla inicial de funcionamiento de la aplicación, encontrando más información en el sitio del desarrollador. (Develop Serval, 2017)



Ilustración 27 View de la app Serval

La Ilustración 27 muestra la vista principal de la aplicación lanzada por el proyecto Serval, un sistema de comunicación inalámbrica mallado. (Develop Serval, 2017)

2.15.3. Propuesta europea I-REACT

I-REACT es un proyecto europeo para mejorar la reacción ante incendios y desastres similares. Este proyecto tiene como objetivo mejorar la capacidad de recuperación y respuesta frente a desastres naturales, esto a través de un mejor análisis y anticipación, comunicación de emergencias rápidas y efectivas, además una mejora de la conciencia y el compromiso social. (Meteosim, 2019)

“I-REACT integrará sistemas y herramientas europeas para reducir el número de personas afectadas y la pérdida de vidas, reduciendo los costes sociales y medioambientales debido a daños causados por estos fenómenos”, menciona en su sitio web oficial.

Basados en la literatura existente y estudios previos, es posible mencionar que se sabe lo complicado que es luchar contra desastres y la importancia de tener a la mano toda la información disponible para lograr responder lo más rápido posible.

Por ello, el proyecto cuenta con la aplicación móvil, realidad aumentada, vendables de comunicación y un centro de control a disposición; la aplicación móvil permite a los ciudadanos y profesionales reportar emergencia mediante varias técnicas, entre ellas tomar una foto de la situación, tipo de peligro, etc. En la Ilustración 28 se puede observar el seguimiento controlado de llamada a la emergencia. (Project I-REACT, 2019)

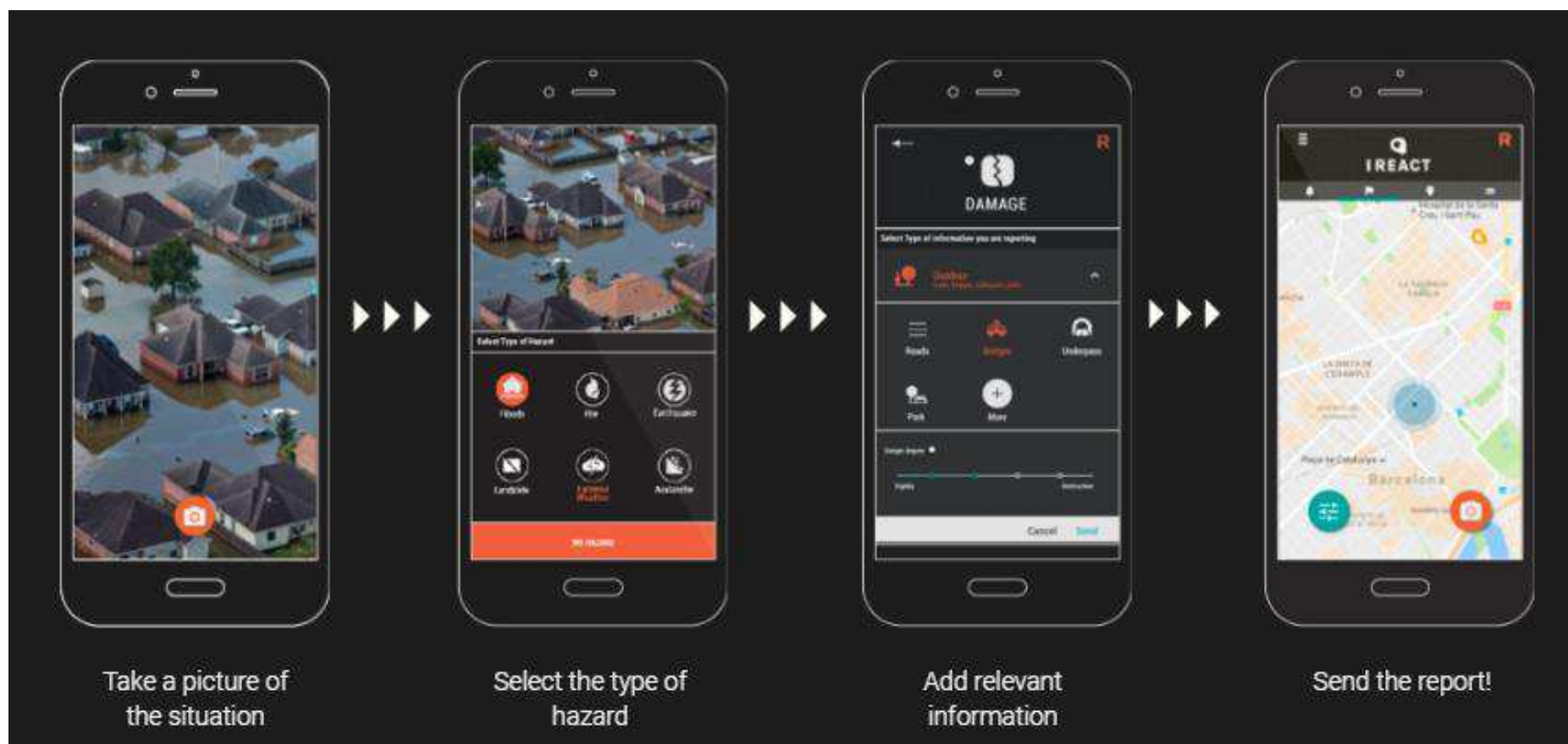


Ilustración 28 Seguimiento de emergencia I-REACT para reportar emergencias

La Ilustración 28 ejemplifica el seguimiento dado a una emergencia mediante I-REACT, con la finalidad de reportar emergencia en tiempo real, ante diversas situaciones. (I-REACT, 2019)

2.15.4. Trilogy Emergency Relief Application (TERA)

TERA es un proyecto de la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (FICR) y Trilogy International Partners, que es una compañía de telecomunicaciones inalámbricas; todas estas se han unido para la formación de una nueva asociación.

El significado de TERA es Trilogy Emergency Relief Application (Solicitud de ayuda de emergencia de la trilogía), es una aplicación dirigida a teléfonos móviles que permite a las agencias de ayuda y usuarios de dispositivos móviles que se encuentran en áreas de desastre, poder interactuar y escuchar en tiempo real. TERA como tal, es un sistema de mensajería en modo texto SMS diseñado para la comunicación bidireccional entre personas afectadas por eventos catastróficos. La información que se recolecta con la aplicación ayuda a salvar vidas, proteger la integridad comunitaria y fortalecer la recuperación ante desastres.

El sistema de mensajería de TERA se encuentra alojado por operadores de redes de comunicaciones móviles basadas en GSM, con la finalidad de que el personal de la FICR lo tenga a disposición para respuesta temprana. Su diseño está realizado para ser operado en forma remota, lo que le permite estar operativo tan pronto se desarrolle un desastre.

TERA usa texto SMS por varias razones:

- SMS es un servicio GSM básico. Está disponible en cualquier teléfono.
- SMS utiliza muy poco ancho de banda de red, lo que minimiza el estrés en la red móvil.
- Los mensajes SMS se almacenan en el teléfono.

Los mensajes salientes se utilizan por varios motivos, los principales:

- *Para dar alertas tempranas de inundaciones, huracanes y otros desastres naturales.*
- *Para proporcionar información sobre dónde encontrar ayuda médica, agua potable, alimentos, refugio; y, mejorar la experiencia de los servicios de socorro. (IFRC, 2019a)*

En la Ilustración 29 se aprecia que TERA incluye un sistema de alerta de llamadas, el cual crear un email que es enviado a los módulos de operación para dar paso a la respuesta inmediata.

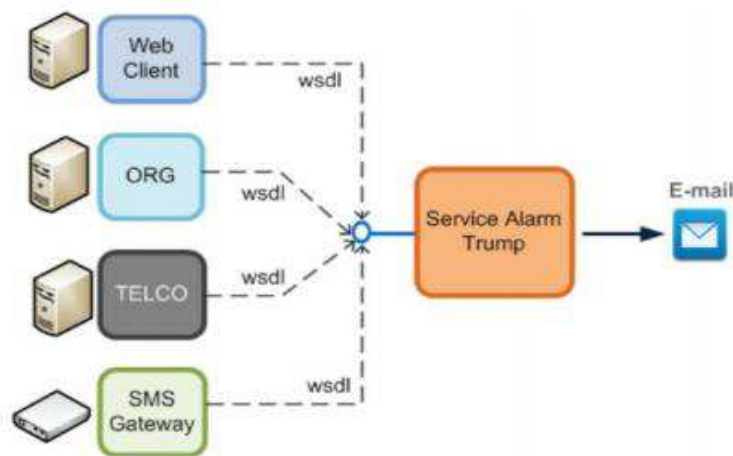


Ilustración 29 Integración de sistema de alerta TERA

La Ilustración 29 muestra la integración del sistema de alerta TERA, incluido un modelo en alertas de llamadas, mensajes y correos para brindar respuesta inmediata. (IFRC, 2019a, 2019b)

En la Ilustración 30 se presenta la arquitectura de los tres módulos de operación en secciones puente con la finalidad de obtener múltiples clientes de información en tiempo real y explorar la situación en base a la información recopilada de la situación, cabe mencionar que el módulo cliente es un sistema basado en web para navegación a los módulos de centro de operación y TELCO Satélite en integración de los datos y reporte respectivo.

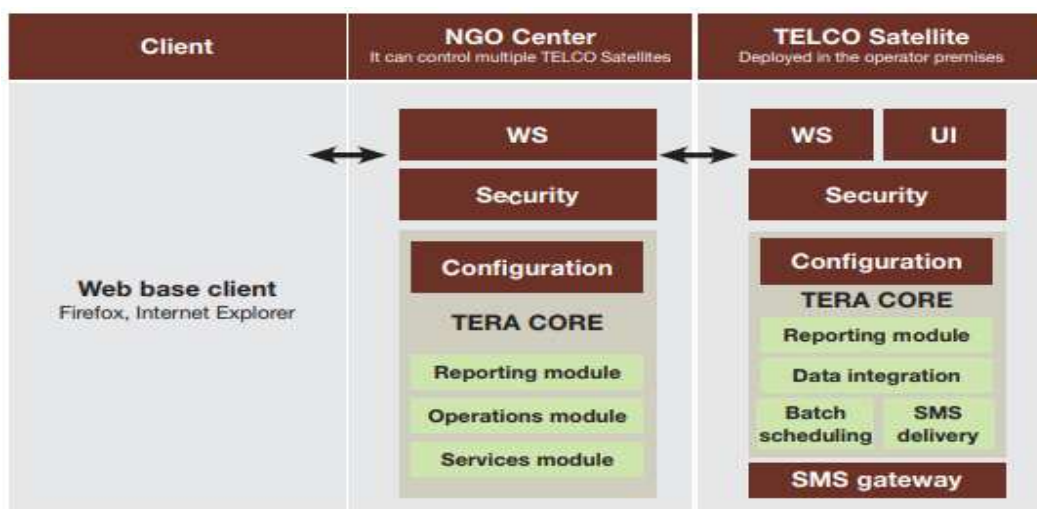


Ilustración 30 Arquitectura TERA en composición de tres módulos

La Ilustración 30 presenta los módulos de operación en la arquitectura TERA en composición a su modelo cliente y servidor. (IFRC, 2019b)

2.15.5. FireChat

Utilizado en manifestaciones y movilizaciones democráticas en varias partes del mundo, Hong Kong, Taiwán, Moscú, París y Kuala Lumpur. Es una aplicación de mensajería que funciona con o sin acceso a internet o datos móviles para el envío y recepción tanto de texto como de imágenes. FireChat hace uso de las conexiones Bluetooth y Wifi para la transmisión de mensajes entre dispositivos; en su funcionamiento cada dispositivo actúa como relé, creando una red en malla entre grupos cercanos. (Open Garden, 2019)

2.15.6. Bridgefy

Este es un SDK que se puede integrar muy fácilmente en las aplicaciones móviles tanto de Android como de iOS para que tenga funcionamiento sin internet. Cuenta con la misión de brindar a las personas una manera confiable de comunicación cuando el internet se encuentra limitado o no disponible. En su sitio oficial es posible encontrar la herramienta y su fácil integración dirigida a los desarrolladores. (Bridgefy, 2019)

2.15.7. Hike Messenger

Este es un servicio de mensajería instantánea desarrollado en la India, el cual provee de comunicación por voz y texto. Su mayor reconocimiento es por la ventaja y característica de poder enviar mensajes SMS gratuitos incluso a aquellos dispositivos que no tienen instalada la aplicación. (Hike, 2019)

2.15.8. Signal Offline Messenger

Signal, es una aplicación de mensajería offline la cual se basa en la tecnología WiFi Direct, ésta permite la comunicación entre dispositivos sin hacer uso de internet o red local en un rango de hasta 100 metros. El sistema de mensajería puede ser individual o en grupo. (Support Signal, 2019)

2.16. Conclusiones

La necesidad de comunicación ha sido una temática impetuosa a lo largo de la historia de afectaciones naturales, ya que a consecuencia de éstos fenómenos calamitosos se ha visto afectada gran parte de la infraestructura física y de telecomunicaciones de las zonas vulnerables; por ello, el requerimiento de contar con sistemas de mensajería que permitan llevar a cabo en proceso de envío y recepción de mensajes en cualquier momento y en todo tipo de situación, ha llevado a la comunidad científica y tecnológica a desarrollar modelos que beneficien en gran medida a la comunidad, con la única finalidad de colaborar en los tiempos de crisis, ya sea con modelos de conexión eficaces, servicios temporales gratuitos, proyectos y nuevos estándares de comunicación, protocolos de red, y últimamente, la creación de aplicaciones que no requieren de infraestructura de telecomunicaciones, basándose en los principios epidémicos de transmisión y comunicación.

Capítulo 3

Metodología

La investigación se considera una actividad que se orienta a obtener nuevos conocimientos y poder aplicarlos en la solución de diversidad de problemáticas a interrogantes de la comunidad científica; la investigación, catalogada como un proceso dinámico, consta de varios niveles de complejidad a través de los cuales se realizan las actividades necesarias con la finalidad de generar conocimiento (Universidad de Valencia, 2019).

En este apartado, se detallan los aspectos y criterios técnicos y metodológicos concernientes a la presente investigación, tales como el tipo de investigación desarrollada, los métodos utilizados, técnicas de obtención de datos, fuentes de información, estrategias operacionales para con los datos, planes de recolección e interpretación y el análisis de los resultados.

3.1. Tipo de investigación

Trascendentalmente, a lo largo de la historia la ciencia en su papel fundamental de investigar ha logrado cosas impresionantes que han conseguido mejorar nuestra comprensión del universo y la calidad o nivel de vida que podemos alcanzar; cabe destacar que los hitos obtenidos no han aparecido de la nada, han sido necesarios años de investigación en diversos ámbitos, todos con un mismo, criterio que es investigar.

De esta forma, investigar significa llevar a cabo diferentes acciones y estrategias con el objetivo de descubrir algo, estas acciones y estrategias se direccionan a obtener y aplicar nuevos conocimientos para así resolver cuestiones y situaciones de interés, destacando así que la investigación como tal, es la base del conocimiento científico. (Vargas Cordero, 2009)

Este proyecto de investigación se basa en los tipos de investigación descriptiva y experimental, las cuales mencionan basan sus resultados en procesos detallados de elaboración y son un ejemplo claro de la importancia de investigar, que nos lleva a conocer, transformar la tradición

y el cotidiano quehacer, el cual muchas veces resulta rutinario, dirigiéndolo hacia nuevas visiones de un mundo realista y conocedor.

Todo proyecto y disciplina necesita de producción científica, ya que, sin ésta se debilita y pierde identidad, además de correr el riesgo de desaparecer como tal. Así, investigar específicamente es buscar y producir conocimiento de forma ordenada, imparcial y sistemática, es ahí donde radica su importancia.

En términos generales, este trabajo de investigación corresponde a una tarea experimental, el cual ha basado sus experimentos en el método científico, llevados a cabo en el entorno natural y pruebas de campo y ambiente de implementación; además, se han manipulado variables de estudio tales como alcance, tiempo, precisión, velocidad, carga y transferencia, controlando su aumento, disminución y logrando así observar su comportamiento. Todo esto a través del análisis, diseño e implementación de una aplicación que permita la transmisión de mensajes mediante redes oportunísticas, utilizando el modelo epidémico de difusión de datos ante situaciones emergentes.

Por último, de acuerdo con el alcance del estudio, se determina como tipo descriptivo al detallarse características tanto cualitativas como cuantitativas de los modelos y medios de conexión inalámbricos, a través de los cuales se puede establecer comunicación sin la dependencia de infraestructura de red ante diversidad de situaciones, en las que los servicios de mensajería instantánea se vean limitados o inaccesibles.

3.2. Método de investigación

Dentro de la selección de los métodos de investigación necesarios para la definición de procedimientos y estrategias que ayuden a conseguir los objetivos planteados, fue necesaria una exhaustiva revisión de la literatura como etapa complementaria hacia la obtención de los resultados.

En este apartado, se detallan los métodos de investigación asociados al proyecto de investigación; los cuales hacen referencia a los diversos caminos a tomarse para acercarse lo más posible a la realidad, el cual es el objeto de estudio. Estos métodos son teóricos (inductivo, deductivo, bibliográfico) y empírico (experimentación), mismos que serán descritos a continuación.

3.2.1. Método teórico inductivo

La utilización de este método fue necesario por el requerimiento particular de determinación de conclusiones en el proceso investigativo, ya que la construcción y consecución del proyecto afecta a toda la población que se encuentre en situaciones emergentes, escenarios multitudinarios o cualquier otra, en la que el acceso a internet se encuentre limitado o inaccesible (Dávila Newman, 2006). Basados en este concepto se tiene que todos los individuos, en cualquier situación, especialmente en situaciones de emergencia o catastróficas, necesitan comunicarse.

3.2.2. Método teórico deductivo

Este método representa una fuente de conocimiento al momento de obtener la unificación de las ideas, logrando alcanzar el concepto de veracidad. Se basa en el razonamiento que parte de un marco general de referencia hacia algo particular (UNAM, 2019). Dentro del marco de la investigación presentada, es utilizado para inferir de lo general a lo específico, de lo universal a lo individual; clarificado en los modelos de conexión y medios de transmisión de datos en

dispositivos móviles, los cuales son una variedad de técnicas y tecnologías, sin embargo, la utilización de éstos se basó en WiFi y Bluetooth para lograr un sistema de mensajería que no dependa de infraestructura física de red.

Entonces, siendo en la actualidad la sociedad de cultura tecnológica e internautas activos en su mayoría, y habiendo observado datos de los principales desastres naturales en el país y a nivel mundial, se dedujo también que la necesidad de comunicarse a través de un servicio de mensajería, ante cualquier situación es imperante.

3.2.3. Método bibliográfico

Este método constituye una metodología de investigación cualitativa, en la que se ha integrado sistemas de mensajería instantánea populares y a nivel general que dependen de una infraestructura de comunicaciones como es internet, y aplicaciones similares que deprecian el uso de infraestructura, logrando resolver las problemáticas de comunicación ineficiente o inaccesible en diversidad de situaciones; todo esto a través de modelos de comunicación epidémica y oportunística, con la utilización de tecnologías basadas en el internet de las cosas.

3.2.4. Método experimental

En el proyecto de investigación, se han manipulado variables de estudio, dentro del sistema de mensajería sin dependencia de infraestructura se tienen tiempo, distancia, velocidad, entre otros, de las cuales se ha controlado su aumento o disminución dependiendo de factores medidos y correctamente observados de acuerdo con su conducta de comportamiento.

Es posible distinguir en el trabajo presentado, variables que, bajo la temática de redes epidémicas para la transmisión de datos, como variable independiente la velocidad de transmisión de mensajes (texto o imagen) y como variable dependiente el peso de dicho mensaje. Esto anteriormente mencionado, es notorio en las prácticas de experimentación presentadas más adelante en forma de resultados.

3.3. Diseño de la investigación

El presente proyecto, al abordar una problemática desde el enfoque de las ciencias sociales y técnicas, plantea el desarrollo de una aplicación como un sistema alternativo de transmisión de datos dirigidos a dispositivos móviles, el cual sea de gran relevancia y ayuda para la comunicación entre personas en situaciones de emergencia, siendo también de uso para la ciudadanía en general. Para ello, en el diseño metodológico de la investigación fueron de consideración las fases descritas a continuación.

a. Diseño del estudio

Para el desarrollo de este proyecto, consistente en el desarrollo de una aplicación con un sistema de comunicación de dispositivos móviles que no dependa de infraestructura de red, fue necesaria la realización de las siguientes actividades:

1. Caracterizar los distintos escenarios de emergencia y crisis en el Ecuador, los cuales tienen su origen en los desastres naturales; tomando como datos de referencia las situaciones emergentes en países vecinos se analiza e identifican las principales causas que originan una crisis.
2. Realizar un análisis de las tecnologías de transmisión de datos existentes para usuarios de dispositivos móviles, en esta actividad se hace la exploración minuciosa de las opciones de transmisión entre los smartphones o dispositivos inteligentes. Este tipo de investigación será exploratoria para desarrollar una comparativa con la finalidad de establecer el estado del arte respecto al tipo de tecnología a utilizar.
3. Analizar los protocolos de encaminamiento para establecer comunicación en redes carentes de infraestructura tecnológica; al igual que en la actividad anterior, se realiza una investigación exploratoria comparativa, de los protocolos de

comunicaciones que existen para redes inalámbricas que no dependan de una infraestructura fija de transmisión de datos.

4. Analizar, diseñar y desarrollar un sistema de comunicación de datos entre dispositivos móviles sin utilizar infraestructura de comunicaciones; esta actividad implementa el sistema de transmisión basado en diseminación epidémica de información, codificado para smartphones con sistema operativo Android y alta compatibilidad de versiones.

b. Definición de variables

Como variables independientes se tiene:

- Usuarios con dispositivos móviles.
- Tipo de interface de radio utilizada en la transmisión de datos.

Variables dependientes:

- Grado de diseminación de la información.
- Tiempo de llegada de la información al destino.
- Distancia recorrida por la información hasta su destino.

c. Medición de variables y procedimientos

Todas las variables serán medidas de acuerdo con el desempeño del sistema de transmisión de mensajes.

d. Análisis estadístico

Entre los métodos más comunes, se utilizarán el resumen y la probabilidad en cada experimentación, que corresponden a la estadística descriptiva.

3.4. Herramientas de recolección de datos

Las herramientas de recolección de datos fueron de gran ayuda al momento de obtener la información necesaria, esto con la finalidad de tener el enfoque correcto del entorno para así, elaborar las conclusiones fundamentales dirigidas al desarrollo de la propuesta.

En el trabajo de investigación correspondiente al proyecto de titulación se utilizó la técnica de observación, la cual permitió observar el problema de su realidad actual, teniendo como principal fuente de información la revisión literaria en cuanto a informes presentados por las instituciones de evaluación y seguimiento de riesgos ante desastres catastróficos a nivel nacional y mundial, además de datos recopilados por varios autores que han estudiado los fenómenos naturales que afectan a la población y la manera en que la tecnología puede colaborar para mitigar su impacto social y humano.

3.5. Fuentes de información

En este trabajo de investigación se consideraron fuentes de información primarias a los distintos artículos, estudios, informes, libros, ensayos y demás textos científicos; mismos que nos han brindado la apertura técnica y teórica de la necesidad de comunicación ante desastres naturales. A continuación, se mencionan aquellas fuentes que sirvieron de investigación documental.

- Aplicaciones de mensajería instantánea que existen en la actualidad.
- Las Redes Tolerantes a Retardos.
- Estudios y proyectos planteados por la NASA. (Mahoney, 2016)
- Repositorios digitales de consulta científica.
- Lugares propensos a desastres en los últimos años. (CEST, 2019)



Ilustración 31 Lugares que viven pendientes de próximas catástrofes

La Ilustración 31 muestra en el mapa mundial, determinando los lugares que viven pendientes de próximas catástrofes; es posible apreciar a sitios como Nepal, el Pacífico, Vesubio, Java, Maldivas, Oklahoma y Haití, regiones que sufrieron las consecuencias de fenómenos catastróficos de tipo natural en los últimos años. (Ediciones El País, 2015)

- Informes del (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2019)
- Registros del (Ministerio de Salud Pública, 2019)
- Documentación de (Senplades, 2015)
- Libros de reportes históricos referentes a desastres naturales en el país y la región.
- Entornos y aplicaciones de redes oportunistas y sus diferenciaciones.
- Proyectos similares o que siguen el mismo eje temático.
- Documentación técnica de desarrollo en Android Studio. (Developers Android, 2019)
- Documentación técnica de Bluetooth Malla. (Bluetooth, 2019f)

- Uso de redes sociales durante emergencias.



Ilustración 32 Uso de redes sociales durante emergencias.

La Ilustración 32 señala los medios de comunicación y su uso a través de redes sociales durante emergencia; este gráfico considera aplicaciones como Twitter, YouTube, Flickr, Facebook y Pinterest. (CONRED, 2019)

- Terremoto del 16 de abril del 2016. (IG, 2019; Instituto Geofísico, 2016)

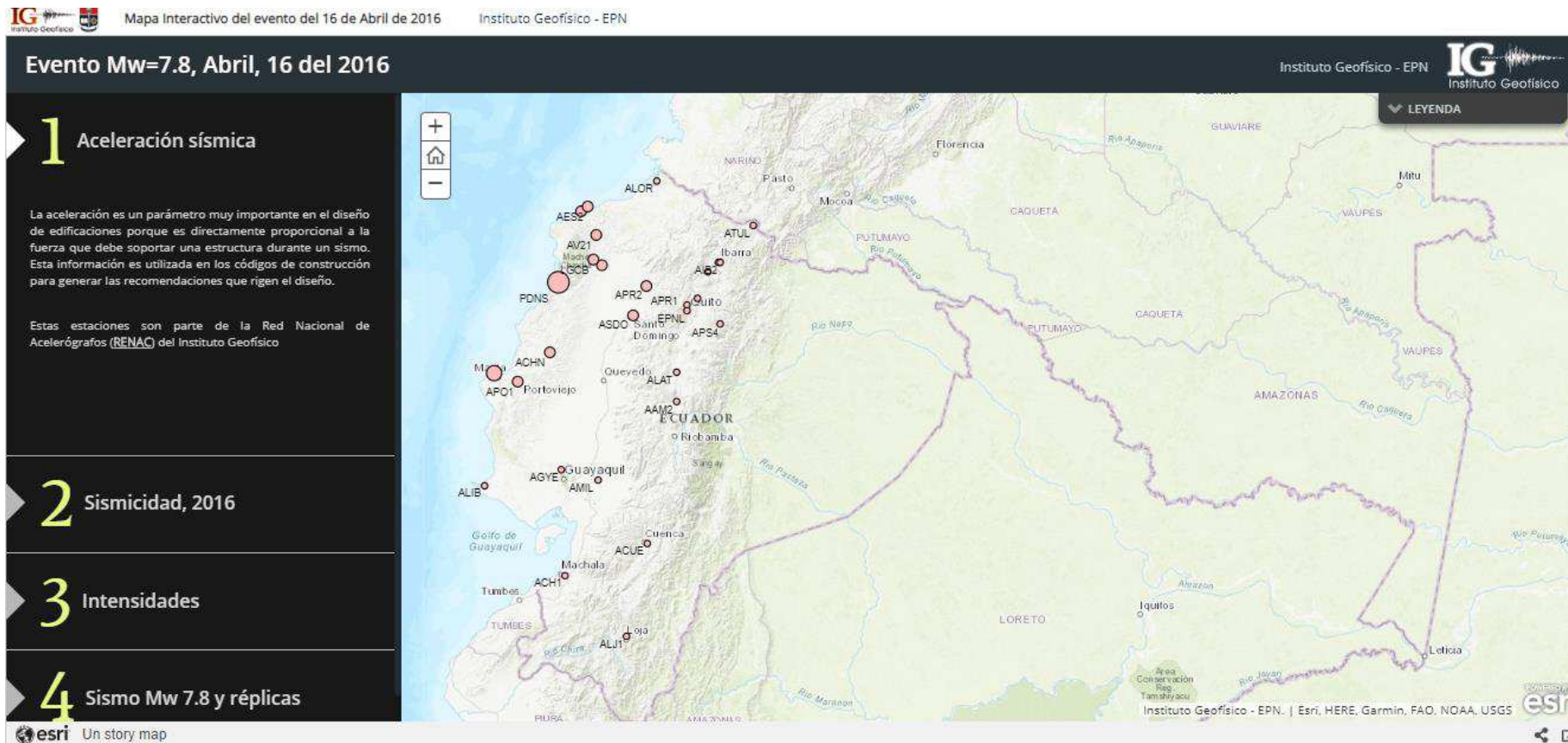


Ilustración 33 Mapa interactivo del evento del 16 de abril de 2016

La Ilustración 33 es un mapeo de datos sísmicos en el terremoto del 16 de abril del 2016, este mapa interactivo indica los eventos en magnitud e intensidad de la región. (IG, 2016b, 2016a)

- Demás artículos de estudio de desastres naturales en el Ecuador y el mundo, y cómo la tecnología ha colaborado en los eventos catastróficos.

3.6. Estrategia operacional para la recolección y tabulación de datos

Como estrategia operacional para la obtención de datos, se determina la necesidad de definir las métricas para realizar la evaluación y el desempeño de la aplicación de mensajería. Estas métricas se centran fundamentalmente en evaluar la difusión de mensajes en términos de tiempo, tanto de envío como de recepción, tasa de entrega y número de saltos que realizó la información hasta llegar al destino.

Respecto a la utilización de los dispositivos emparejados como vía de difusión y funcionamiento de los mismo como nodos, es posible obtener métricas sobre la ocupación del búfer, saturación de la red, consumo de energía, etc. Por otro lado, completada la evaluación del rendimiento de la aplicación, por lo general se cuenta con una gran cantidad de datos que deben ser procesados para obtener los resultados deseados y el análisis correspondiente; así, de esta manera por su naturaleza estadística, las métricas arrojan valores deterministas, como por ejemplo una media en la entrega de mensajes en un proceso de diseminación, o en la determinación de la distribución estocástica en la red.

La evaluación es un proceso crítico en la determinación del cumplimiento de los objetivos del proyecto y la aplicación como tal, por tanto la selección del sistema y carga ayudará a comparar los resultados de la propagación de los datos, lo cual implica que éstos deben ser evaluados en diversos escenarios y variedad de cargas, estas cargas se miden por tiempo, peso y distancia, lo cual permite determinar bajo qué circunstancias el sistema se desempeña de manera óptima, dirigido a una implementación real.

Entonces, para tema de evaluación del sistema de mensajería, se tienen tres opciones que permiten determinar la fiabilidad de las métricas mencionadas, estas opciones se aprecian en la Ilustración 34.

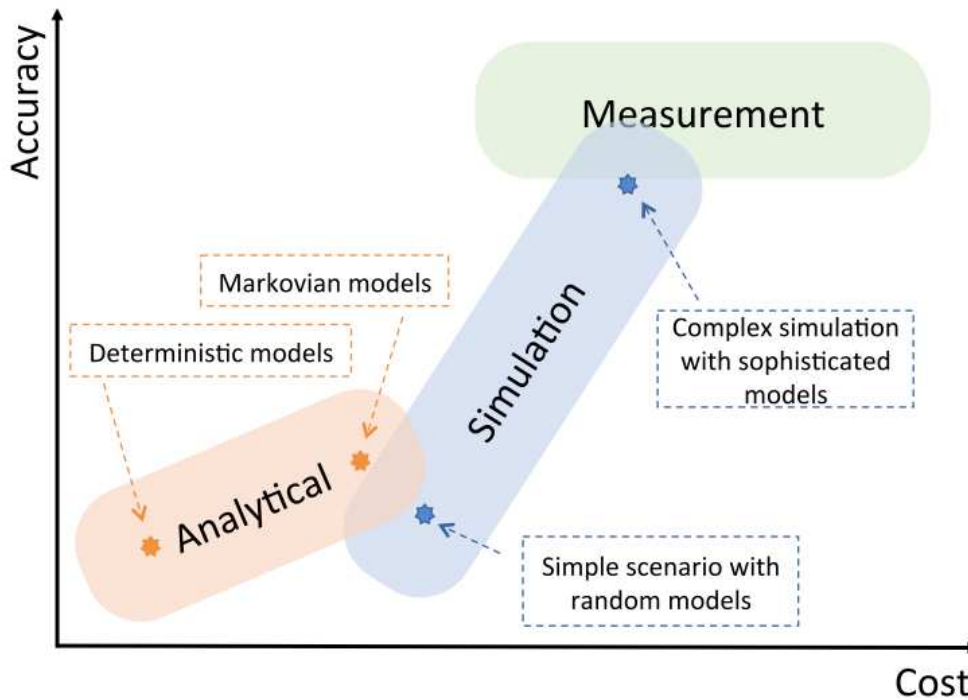


Ilustración 34 Exactitud vs costo de los distintos métodos de evaluación del desempeño

La Ilustración 34 muestra la relación entre la exactitud y el costo que emplearía cada método de evaluación del desempeño para la aplicación. (Dede et al., 2018)

Implementación real (laboratorio)

La medición en un ambiente de implementación se da en sistemas reales o mediante bancos de pruebas para obtención de datos, a través de la experimentación que se realiza en escenarios con equipos reales, mismos que pueden llegar a ser muy costosos y por ende resulta casi imposible de llevarlos a cabo; sin embargo, evaluaciones de medición pueden ser realizadas en este caso, de forma manual y con los datos obtenidos por la base de datos y registro de los dispositivos utilizados para las experimentaciones, logrando obtener resultados de ambiente en datos de distancia, saltos y localización, mediante herramientas implementadas e integradas en el sistema de mensajería.

Simulación

La simulación suele ser un modelo simplificado del sistema y de la implementación del software. Es comúnmente utilizado este método para brindar un enfoque realista al combinar una herramienta de simulación con escenarios trazados en ambientes de implementación, logrando reproducir la dinámica de flujo de recorridos y las interacciones reales de los nodos móviles en la red. Cabe destacar que las simulaciones por lo general pueden ser intensivas en el ámbito computacional, especialmente cuando se realizan cargas grandes o complejas, y su parametrización no es trivial, por ello, esta opción se encuentra equilibrada entre exactitud y costo; ya que, dependiendo de la calidad y respectivo precio de la herramienta utilizada, los datos reflejan resultados más cercanos a la realidad.

Modelo analítico

El modelo analítico es un modelo matemático del sistema. Este puede evitar algunos de los inconvenientes que presentan las simulaciones y bancos de pruebas reales, ya que proporcionan una evaluación más rápida y mucho más amplia, en las que se pueden identificar mecanismos clave de la difusión de información.

Tabla 12 Resumen de las técnicas de evaluación disponibles

	Implementación	Simulación	Modelo analítico
Sistema	Real	Depende del simulador	Sencillo, fuertes suposiciones
Carga	Real	Configurable	Consideraciones espaciales y caracterización de difusión
Métrica	Experimental	Personalizable	Valores deterministas basados en procesos
Pros	Método más cercano a la realidad	Flexible, control de trabajo	Rápido
Contras	Escenarios limitados	Puede presentar desviación de la realidad	Resultados demasiados simplificados

La Tabla 12 muestra un resumen de las técnicas de evaluación para mediciones que se encuentran disponibles, consideraciones y caracterización. (Dede et al., 2018)

Para objeto de estudio del presente proyecto de investigación, se tomaron las opciones de implementación en mediciones de campo y la simulación por las características resumidas en la Tabla 12, mismas que serán descritas en las secciones siguientes.

3.6.1. Mediciones de campo

Para esta actividad fue necesario caracterizar los escenarios posibles, dividiéndolos en dos tipos, el primero que consta de un ambiente abierto con línea de vista (tales como un campo de fútbol, parques, entre otros); y ambiente cerrado sin línea de vista (tales como edificios, casas, entre otros).

Escenario abierto, con línea de vista

Este escenario consta de un alcance visual con los dispositivos en conexión, logrando establecer comunicación directa sin interferencias físicas, depreciando factores externos ambientes, como la luz solar, el viento y la lluvia. La Ilustración 35 muestra uno de los escenarios tomados para las mediciones, mismo que tiene medidas aproximadas totales de 420 metros de largo y 150 metros de ancho.



Ilustración 35 Escenarios de medición con línea de vista en Paseo Lúdico Montecristi

La Ilustración 35 muestra las terrazas 1 y 3 del Paseo Lúdico de Montecristi, con dimensiones aproximadas de 420m x 150m, escenarios ideales para realizar mediciones de campo en ambientes abiertos. (Revista de Manabí, 2016)

En la Ilustración 36 se aprecia otro de los escenarios considerados para la medición e implementación de campo en ambientes abiertos, mismo que es el estadio universitario de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Ilustración 36 Escenario de medición con línea de vista ULEAM

La Ilustración 36 muestra el estadio universitario de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, dimensiones aproximadas de un campo de fútbol son 120m x 90m, alcanzando en este ambiente medidas aproximadas para medición con línea de vista de 200m x 150m, idóneo para fines de la investigación. (ULEAM, 2019b)

Escenario cerrado, sin línea de vista

Este escenario consta de un alcance visual limitado con los dispositivos en conexión, lo cual no permite establecer comunicación directa debido a las interferencias físicas, tales como paredes, ventanas y demás obstáculos que pueden ocasionar la pérdida de la red inalámbrica propuesta. Ambientes de este tipo son casas, departamentos, edificios grandes y pequeños, etc.



Ilustración 37 Escenario de medición sin línea de vista FACCI

La Ilustración 37 muestra la Facultad de Ciencias Informáticas de la ULEAM, misma que cuenta con varios factores internos que funcionan como interferencias y barreras física, idean en un escenario sin línea de vista. (ULEAM, 2019a)

3.6.2. Simulación

Para la evaluación del modelo de redes oportunísticas propuesto fue necesario involucrar varios elementos distintos, que en conjunto hacen que los resultados sean lo más cercanos a la realidad posible. Aspectos considerados para optar por la simulación fue el número de dispositivos a utilizar, ya que por motivos de financiamiento no es posible contar con un extenso número de smartphones para realizar las pruebas de campo en implementación, otro aspecto es la parte demográfica, siendo la simulación una herramienta muy útil a la hora de evaluar escenarios de gran extensión y escala.

Teniendo presente lo anteriormente explicado, los modelos de simulación proporcionan un resumen de la movilidad de los nodos, comportamiento del usuario con su dispositivo inteligente, saltos de mensajes, interferencias, transmisión de radio, consumo energético, tráfico, enlaces, etc., aspectos que se pueden observar en la Ilustración 38.

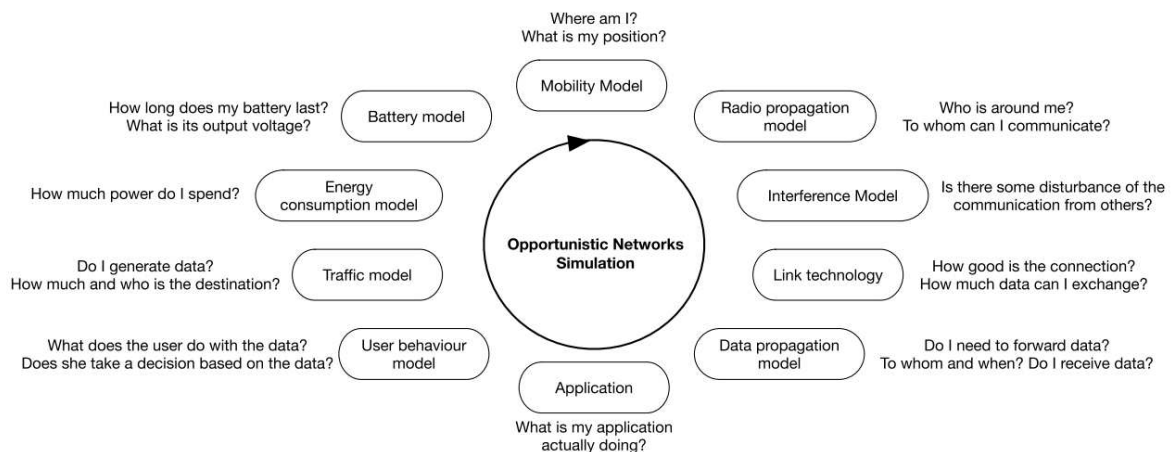


Ilustración 38 Criterios de simulación exploratoria desde la perspectiva de un nodo

La Ilustración 38 detalla los criterios de simulación en redes oportunísticas, mencionando aspecto como movilidad, batería, consumo, tráfico, propagación, interferencia, enlaces, modelo de difusión, etc. (Förster et al., 2018)

3.7. Plan de recolección, tabulación, análisis e interpretación de los datos

En la investigación, es de vital importancia la recolección de información, lo cual implica la elaboración de un plan de obtención de ésta con detalles de propósito documental. Así, se determinan las interrogantes básicas (quién, cómo, cuándo, dónde).

Tabla 13 Plan de recolección de datos. Interrogantes básicas

Interrogantes básicas	Descripción
Quién aplica los instrumentos	Los investigadores de este trabajo de titulación al ser los más involucrados en la temática son los encargados de obtener información relevante y hacer lo posible para que los datos sean los más correctos, completos y entendibles en medida de lo posible,
Cómo se recolectan los datos	El método utilizado es la observación de fuentes e informes de desastres, mediante revisión y análisis literario de la problemática, métodos de experimentación de campo e implementación, además de documentación de redes malla mediante interface de comunicación Bluetooth.
Cuando se recolectan los datos	La observación fue realizada en el período aproximado de un mes, comprendiendo finales de marzo del 2019 e inicios de abril del 2019.
Dónde se aplican los instrumentos	Los instrumentos de evaluación de métricas son aplicados a los ambientes de prueba, específicamente en áreas determinadas como escenarios abiertos (con línea de vista) y escenarios cerrados (sin línea de vista), además de los procesos de simulación exploratoria.

La Tabla 13 detalla las interrogantes básicas del proyecto de investigación, respondiendo a las preguntas del plan de recolección de datos. Autoría propia.

Así mismo, el plan de recolección de datos se compone de actividades a llevarse a cabo durante la investigación, esto se aprecia en la Tabla 14.

Tabla 14 Plan de recolección de datos. Actividades

Nº	Actividad	Descripción
1	Investigar y analizar información global de desastres naturales	En la presente investigación resultó de gran relevancia consultar medios científicos y publicaciones verificadas por revistas, para determinar información clara y precisa en beneficio de los objetivos del proyecto.
2	Determinar la importancia de la tecnología en desastres naturales	El determinar el impacto que tienen los medios tecnológicos, especialmente los sistemas de mensajería, ante situaciones catastróficas y cómo pueden ayudar a salvar vidas, fue fundamental.

3	Obtener información de protocolos de redes oportunísticas	Proyectos similares, casos en los que aplicaciones de mensajería sin infraestructura han colaborado en situaciones emergentes, fue de gran importancia analizar e implementar protocolos de redes oportunísticas en su principio epidémico de difusión de mensajes, por medio de interfaces inalámbricas de comunicación.
4	Aplicar métodos de observación y experimentación	Observar el recorrido y el flujo de los mensajes enviados a través de la aplicación desarrollada, se aplican mediante fichas de campo mediciones de conexión, alcance y rastreo posicional de los dispositivos.
5	Priorizar la información obtenida	En esta actividad se dividió toda la información obtenida de acuerdo con la clasificación de las mediciones y resultados esperados, determinando un análisis técnico, teórico y estadístico de los datos que arrojó la investigación como tal.

La Tabla 14 presenta el plan de actividades en la fase de recolección de datos, haciendo énfasis en la información técnica de los modelos de conexión y en los resultados de investigación esperados. Autoría propia.

Respecto a la tabulación de los datos, fue imprescindible el empleo de tablas en formato de fichas de campo, mismas que contienen características medibles de potencia, peso de archivos, velocidad de transmisión, ubicación GPS, saltos de información, etc.; además, en la utilización de herramientas de simulación se tomaron campos medibles de tiempos de entrega y rastreo de mensaje. En la Tabla 15 se aprecian las actividades generales llevadas a cabo para tabular los datos.

Tabla 15 Plan de tabulación de datos. Actividades

N°	Actividad	Descripción
1	Recolección y ordenamiento de los datos	La recopilación de todos los datos fue imperante, mediante la lectura y adopción de técnicas de comunicación, además del entendimiento de la funcionalidad de las interfaces de comunicación inalámbricas y su uso ante situaciones emergentes; esto fue de gran ayuda en la creación de la propuesta y solución idónea a la problemática.
2	Elaboración de tablas y fichas de campo	Fue necesario registrar los datos recopilados en tablas, para ser presentados de forma entendible y lograr mayor comprensión.

3	Presentación gráfica estadística	Cuantificados los datos obtenidos de los procesos de medición en ambiente de implementación y la simulación correspondiente de los escenarios, se realizan los respectivos gráficos, que permiten lograr un mayor entendimiento, el cual se convierte en información valiosa para los investigadores.
4	Análisis de gráficas	Las gráficas serán analizadas para obtener una comprensión total, estas constituyen el sustento visual del porqué y para qué del desarrollo de la propuesta.
5	Interpretación de datos obtenidos	La correcta interpretación de los datos, brindan los criterios adecuados para llegar a una óptima solución y mejorar las funcionalidades de la propuesta.

La Tabla 15 presenta el plan de actividades respecto a la tabulación de los datos, mismo que son obtenidos a través de modelos de medición de fichas de campo y resultados adquiridos mediante procesos de simulación de escenarios. Autoría propia.

3.8. Presentación y análisis de los resultados obtenidos

Inicialmente, se presentan como resultados del proyecto de investigación el diseño y funcionalidad de la aplicación “*SOSChat*”, demostrando su operabilidad y ejecución en los dispositivos móviles o smartphones tomando además en consideración la mayor cantidad de escenarios posibles en los que el acceso a infraestructura de red y telecomunicaciones como internet, por ejemplo, se encuentren limitados o completamente inaccesibles.

Más adelante se realiza la demostración de los modelos de conexión y sistema de mensajería por medio de protocolos de encaminamiento de redes oportunísticas, en el que la ruta epidémica o epidemic routing es el principal criterio establecido para cumplir con los objetivos propuestos; así mismo, aspectos como la seguridad y confiabilidad en referencia a los mensajes enviados son demostrados por medio de criterios estadísticos una alta tasa en entrega.

Finalmente se muestran los datos obtenidos en base al análisis estadístico que proviene de las mediciones de campo en ambientes reales y de las respectivas simulaciones, todo lo mencionado se evidencia en el capítulo V del presente documento.

Capítulo 4

Propuesta

4.1.Introducción

En este capítulo, que corresponde a la definición de la propuesta, se desarrolla un análisis de la problemática planteada, describiendo la ubicación y contextualización del problema, su génesis y el estado actual en el que se encuentra, lo cual genera una situación conflicto; seguidamente, se desarrolla el árbol de problema, caracterizando de forma gráfica la situación en cuestión, sus causas y efectos.

Luego, se describe la propuesta presentada, junto a las dimensiones modulares en la gestión de las tareas de desarrollo, el flujo general del sistema, especificaciones técnicas, la determinación de recursos y finalizando con la caracterización de la metodología ágil eXtreme Programming aplicada al proyecto en el proceso iterativo y secuencial en sus fases de desarrollo de software de análisis, diseño, codificación y pruebas.

4.1.1. Ubicación y contextualización del problema

En la actualidad, la transmisión de datos entre dispositivos móviles se ha convertido en pieza fundamental para la comunicación entre las personas, esto debido a las aplicaciones existentes que brindan al usuario la posibilidad de transferir mensajes haciendo uso de Internet y ante la necesidad de estar cada vez más conectados.

Las redes de transmisión de datos son el conjunto formado por los equipos y los medios físicos y lógicos que permiten la comunicación de información entre diferentes usuarios a cualquier distancia que se encuentren. Este tipo de redes, en su mayoría siguen un modelo cliente/servidor para lo cual será necesario que los dispositivos clientes se encuentren en la misma red o tener acceso a Internet para poder acceder a los recursos del servidor, por ende,

para lograr la transferencia de mensajes entre dispositivos móviles utilizando este tipo de arquitectura, es evidente que estos deben tener acceso a Internet.

4.1.2. Génesis del problema

Existen diversas situaciones en las cuales la comunicación entre dispositivos se encuentra comprometida, inaccesible o parcialmente limitada por causas de saturación en la red o falla en servidores de internet, lo cual provoca que no se puedan transmitir datos en forma de mensajes entre usuarios digitales. Ejemplos muy claros de estos escenarios son eventos multitudinarios o de asistencia masiva lo cual genera colapso en redes locales y de área extendida, caída en el servicio de internet ocasionado por problemas en los servidores, comunicación inaccesible por eventos correspondientes a desastres naturales, entre otros.

4.1.3. Estado actual (situación conflicto)

Al momento existen aplicaciones que permiten una comunicación directa entre dispositivos móviles, siendo opciones viables para reemplazar una infraestructura de comunicación como lo es el internet, sin embargo, la mayoría no cumplen con las totales expectativas de usuario, limitándose a una transmisión punto a punto o principio epidémico de red insuficiente; siendo lo buscado el modelo redes ad-hoc para cumplir con los requisitos de comunicación.

4.2. Definición del problema / árbol del problema

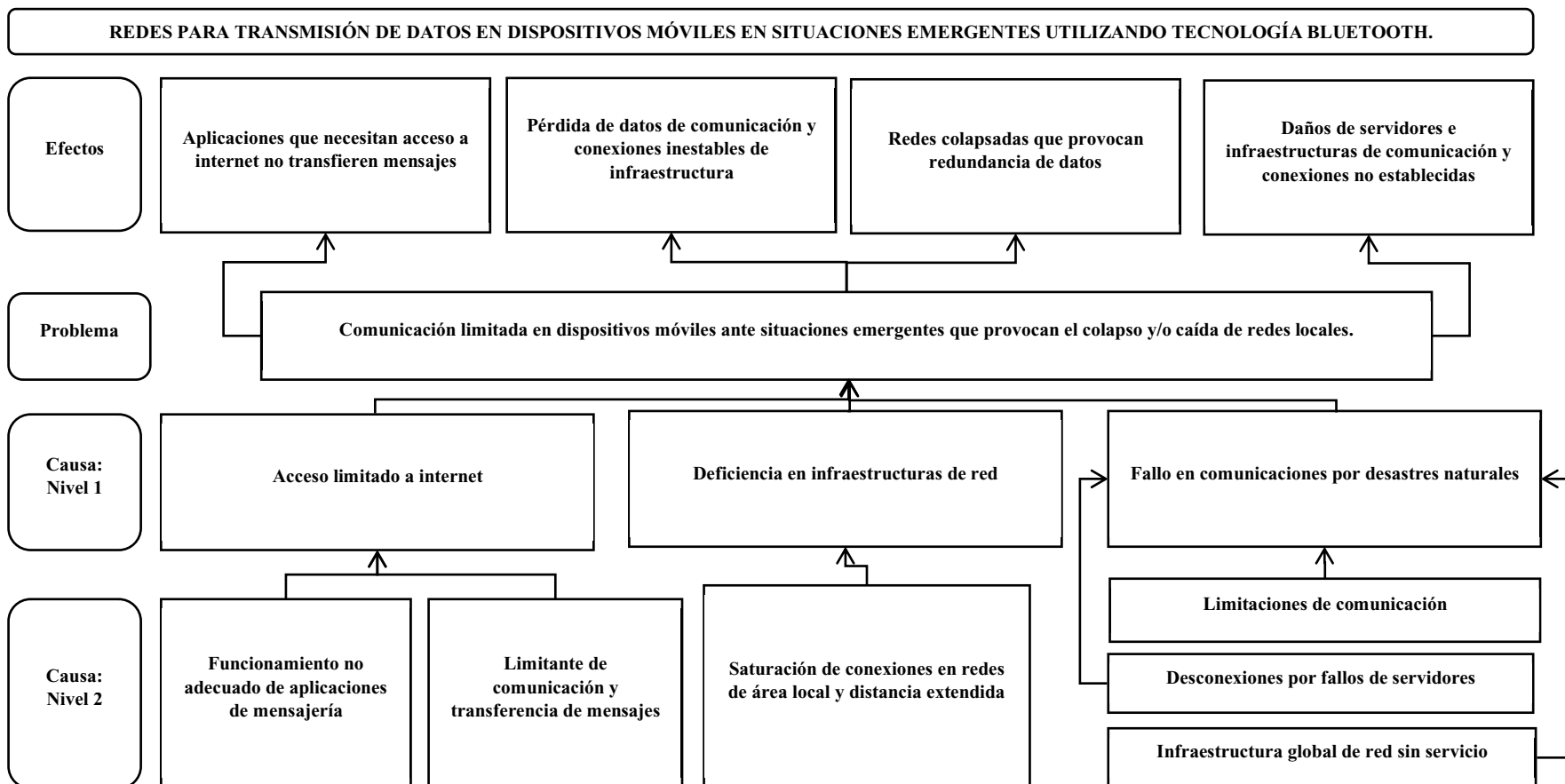


Ilustración 39 Árbol del problema del proyecto

La Ilustración 39 presenta el árbol del problema (causa y efecto) del proyecto “Redes para la transmisión de datos en dispositivos móviles en situaciones emergentes usando tecnología Bluetooth”. Autoría propia

4.3. Descripción de la propuesta

El diseño de “Redes para transmisión de datos en dispositivos móviles en situaciones emergentes utilizando tecnología Bluetooth”, es una propuesta basada en la revisión de la literatura científica y reportes generales ante situaciones emergentes, mismos que han sido de gran relevancia para la determinación de los requerimientos que se suscitan en eventos naturales de consideración catastrófica, en los cuales las mayores afecciones tecnológicas se dan en el sector de las redes y telecomunicaciones.

Esta propuesta que consiste en una aplicación para sistema operativo Android que funciona como un sistema de comunicación sin el uso de internet, ha sido planteada para brindar ayuda en eventos de desastres naturales, tomando como ejemplo un terremoto, en el que las comunicaciones se saturan o caen por daños en la infraestructura; basados en ese aspecto fueron identificadas las deficiencias y resultados esperados viables con el desarrollo de una aplicación que no dependa de servicios físicos de red y puedan establecer conexión únicamente con la utilización de las tecnologías inalámbricas que proporciona un smartphone.

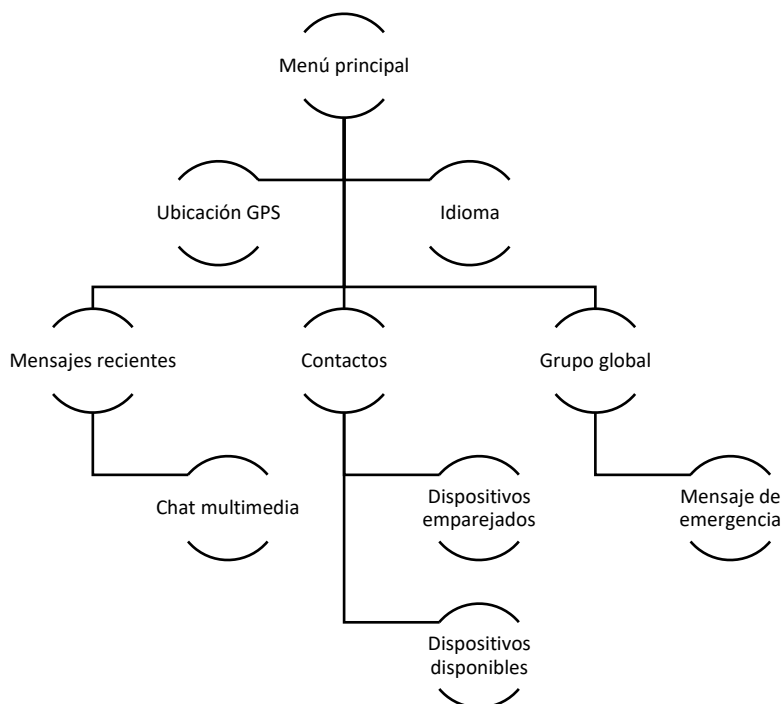


Ilustración 40 Flujo general de desarrollo de la propuesta. Esquema de funcionamiento

La Ilustración 40 muestra el esquema de funcionamiento de la aplicación propuesta. Autoría propia.

4.3.1. Objetivos de la propuesta

- a. Emplear modelos de seguimiento y control de proyectos basado en la aplicación de metodologías ágiles de desarrollo de software.
- b. Determinar los recursos del proyecto.
- c. Definir el diseño conceptual y relacional del modelo de datos aplicado, interfaces y diagramas de funcionalidad.
- d. Desarrollar un sistema de mensajería utilizando la tecnología Bluetooth como medio inalámbrico de conexión.
- e. Integrar el sistema de mensajería a proyecto externo que utiliza la tecnología inalámbrica de conexión WiFi-Direct.

Para ejecutar la propuesta, se diseñó en dimensiones modulares, que constan de tareas en desarrollo de la aplicación móvil, mismas que se mencionan a continuación:

- a. Gestión de mensajería
 - i. Modelo de red Ad-hoc peer-to-peer (punto a punto).
 - ii. Modelo de comunicación o protocolo epidémico en modo difusión de mensajes.
 - iii. Manejo de grupos (Global “*SOSChat*”).
- b. Navegación intuitiva
 - i. Menú actividad principal basado en la simplicidad.
 - ii. Características de manejo interno intuitivas (Selección de chats).
- c. Disponibilidad de conexión
 - i. Visualización de dispositivos disponibles.
 - ii. Reconexión constante o tolerante.
- d. Procesos del sistema
 - i. Verificadores de estado de envío (Estado del mensaje).

- ii. Información de procesos internos de la aplicación presente sin la intervención del usuario.
- iii. Información de procesos internos de la aplicación sin ser visibles para el usuario.
- iv. Implementación de características propias de un sistema de mensajería (distribución, control sobre el nombre), mismas que brinden una experiencia de usuario formidable.

4.3.2. Especificaciones técnicas

Las herramientas que se utilizaron para el desarrollo de la aplicación están basadas en Java, orientadas a dispositivos móviles con sistema operativo Android y utilitarios de software adicionales, a continuación, se listan dichas herramientas:

- a. Entorno de Desarrollo Integrado Android Studio 3.4
- b. Lenguaje basado en Java + XML
- c. Base de datos interna SQLite
- d. Versión desarrollada desde Android 4.2.2
- e. Application Programming Interface 21
- f. Herramienta de integración de repositorios Git v2.22.0 y manejador SourceTree de Atlassian v3.1.3
- g. Herramienta de diseño Illustrator y Photoshop

4.3.3. Determinación de recursos

En primer lugar, se tiene a los participantes del proyecto, mismo que han estado involucrados de manera directa y aportaron en gran medida al desarrollo de la propuesta del presente trabajo de titulación en su modalidad de investigación; denominado recursos humanos, se detalla el rol de cada uno a continuación.

Tabla 16 Recursos Humanos

Recursos Humanos	Función
Sr. Andy Castillo Palma	Autor y Desarrollador del presente trabajo de titulación
Sr. Pablo España Bravo	Autor y Desarrollador del presente trabajo de titulación
Ing. Jorge Herrera Tapia	Tutor del presente trabajo de titulación
Ing. Jorge Pincay Ponce	Cotutor del presente trabajo de titulación

La Tabla 16 especifica los recursos humanos de la propuesta presentada en la modalidad de trabajo de titulación. Autoría propia.

De igual manera, se consideran los recursos tecnológicos, los cuales fueron el eje fundamental para el desarrollo de la presente propuesta.

Tabla 17 Recursos tecnológicos

Recursos Tecnológicos	Función
Computador personal hp i3 4RAM	Desarrollo y documentación del sistema de mensajería (aplicación móvil para Android)
Computador personal hp i5 4RAM	Desarrollo y documentación del sistema de mensajería (aplicación móvil para Android)
Smartphone Samsung J5	Pruebas de funcionamiento, unitarias e integración. Manipulación de servicios nativos de medios inalámbricos de transmisión.
Smartphone Samsung J1 mini prime	Pruebas de funcionamiento, unitarias e integración. Manipulación de servicios nativos de medios inalámbricos de transmisión.
Smartphone Samsung ACE 3	Pruebas de funcionamiento, unitarias e integración. Manipulación de servicios nativos de medios inalámbricos de transmisión.
Smartphone Samsung S3	Pruebas de funcionamiento, unitarias e integración. Manipulación de servicios nativos de medios inalámbricos de transmisión.
Smartphone Sony Xperia M4 Aqua	Pruebas de funcionamiento, unitarias e integración. Manipulación de servicios nativos de medios inalámbricos de transmisión.
Impresora EPSON L3110	Materialización de documentación física a presentar y emisión de fichas de campo

La Tabla 17 especifica los recursos tecnológicos de la propuesta presentada en la modalidad de trabajo de titulación. Autoría propia.

Finalmente, en la consideración de recursos se realizó la estimación económica, misma que se presenta a continuación.

Tabla 18 Recursos económicos

RECURSOS TECNOLÓGICOS					
Elemento	Descripción	Uso	Cantidad	Precio unidad	Precio total
Computadores	Laptop hp i3/i5 8RAM 500HDD	Programación	2	\$ 800,00	\$ 1.600,00
Teléfonos inteligentes	Smartphones Samsung, LG, Sony	Pruebas	5	\$ 300,00	\$ 1.500,00
Impresora	Epson L3110	Impresiones	1	\$ 205,00	\$ 205,00
RECURSOS HUMANOS					
Rol	Detalle	Costo/hora	Horas/ semana	Nº semanas	Precio total
Desarrollador	Andy Castillo. Autor del trabajo	\$ 8,00	20	12	\$ 1.920,00
Desarrollador	Pablo España. Autor del trabajo	\$ 8,00	20	12	\$ 1.920,00
RECURSOS SOFTWARE					
Elemento	Descripción	Uso	Cantidad	Precio unidad	Precio total
Android Studio	Entorno de Desarrollo Integrado	Programación	2	\$ -	\$ -
SourceTree	Manejador de integración	Pruebas	2	\$ -	\$ -
Internet	Servicio	Consulta	2	\$ 50,00	\$ 100,00
GitHub	Repositorio	Repositorio	1	\$ -	\$ -
Office	Herramienta documental	Documentación	2	\$ -	\$ -
RECURSOS VARIOS					
Elemento	Descripción	Uso	Cantidad	Precio unidad	Precio total
Utilitarios de oficina	Resmas de papel, carpetas, plumas	Documental	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Viáticos	Transportación	Transportación	2	\$ 50,00	\$ 100,00
Varios	Otros recursos	Otros	1	\$ 40,00	\$ 40,00
				Subtotal	\$ 7.415,00
				IVA	\$ 889,80
				TOTAL	\$ 8.304,80

La Tabla 18 presenta los recursos económicos de la propuesta, los cuales son valores de referencia estimada contemplando los recursos humanos, tecnológicos, software y servicio, además de gastos varios en el proceso. Autoría propia.

4.4. Diseño de la propuesta

La propuesta del presente proyecto de investigación se basa en el modelo metodológico eXtreme Programming, metodología ágil de desarrollo de software. En esta sección se detalla en primer lugar conceptos básicos de la metodología aplicada, su ciclo de vida y roles; luego, se hace un análisis técnico de las etapas metodológicas, manifestando en forma de tablas las fases de planificación, diseño, codificación y pruebas.

4.4.1. eXtreme Programming

Extreme Programming abreviado XP es un marco de desarrollo de software basado en metodologías ágiles. Tiene como prioridad producir software de calidad y mejorar la calidad de vida en el ciclo de desarrollo para el equipo involucrado; XP se caracteriza por ser el más específico respecto a las prácticas de ingeniería apropiadas para los procesos de producción de software.

El éxito de la programación extrema radica en la enfatización respecto a la satisfacción del cliente, permitiendo de esta manera responder con total confianza por parte de los desarrolladores a los requisitos cambiantes del cliente, inclusive al final del ciclo de vida. XP está diseñado para entregar el software que los clientes necesitan en el momento en el que lo necesitan; enfatizando el trabajo en equipo en colaboración con los usuarios (implicación del cliente), siendo socios iguales en un equipo colaborativo.

XP define cuatro variables, misma que son el costo, el tiempo, la calidad y el alcance, las cuales se enmarcan en su filosofía de producción de calidad; esta filosofía se menciona a continuación:

- Personas por encima de herramientas.
- Creatividad por encima de estandarización.
- Calidad por encima de coste.
- Agilidad por encima de procesos.

- Iteraciones por encima de modelos.
- Código por encima de diagramas.
- Comunicación por encima de contratos.
- Flexibilidad por encima de planificaciones.

Así, la programación extrema mejora en gran medida un proyecto de software en sus formas esenciales de comunicación, simplicidad, retroalimentación, respeto y coraje.

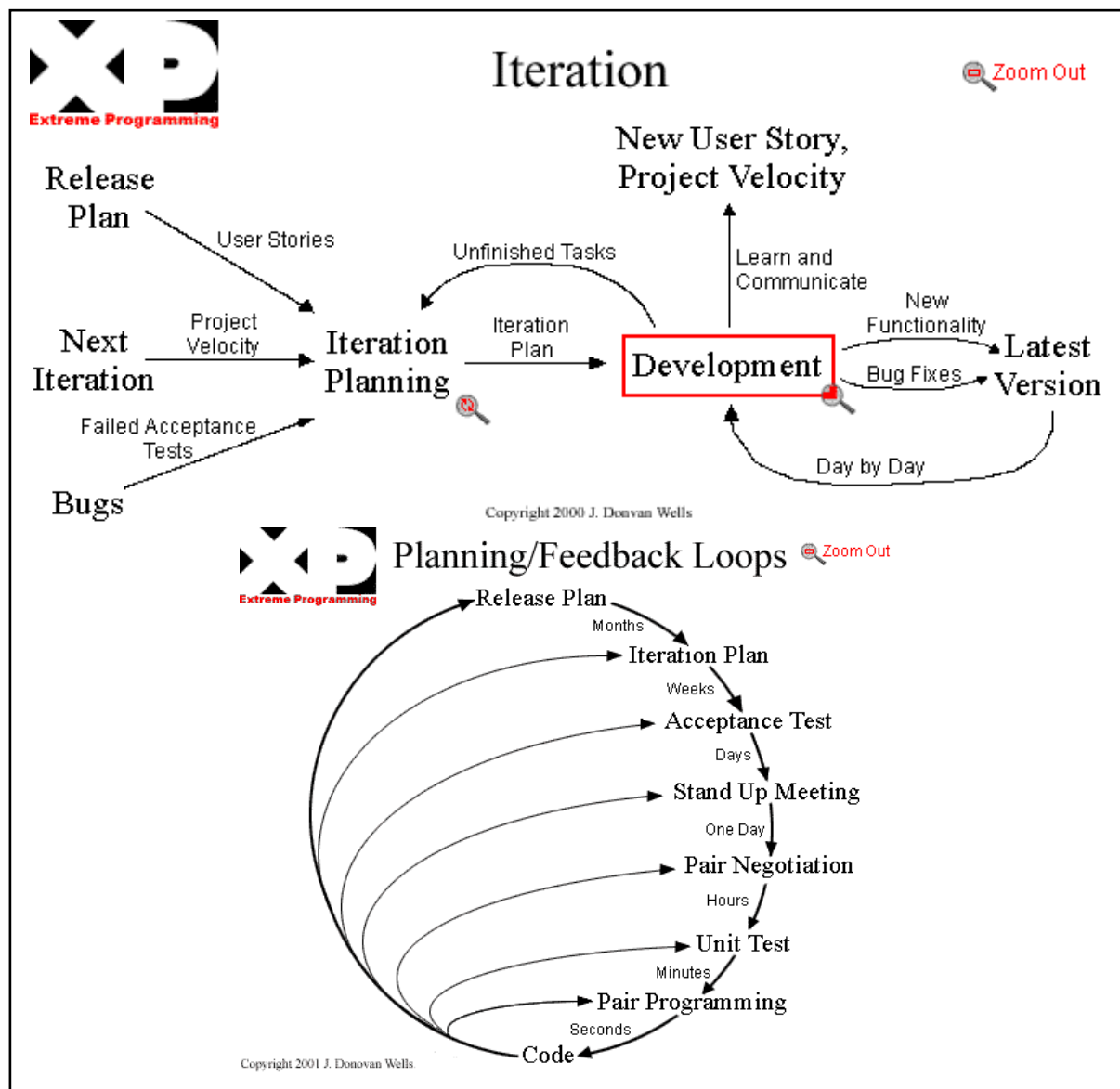


Ilustración 41 Modelo gráfico de plan de iteraciones y proceso de retroalimentación

La Ilustración 41 muestra el proceso de iteraciones y la planificación de retroalimentación secuencial de la metodología ágil eXtreme Programming. (XP, 1999, 2001)

Ciclo de vida XP

Al igual que el resto de las metodologías de gestión de proyectos, ya sean ágiles como tradicionales, el ciclo de vida de eXtreme Programming incluye:

- Una fase de planeación o exploración, en la que se busca entender lo que requiere el cliente, estimando el esfuerzo y planificando la solución.
- Una fase de diseño, en la que el modelado del sistema cumple un rol importante en la proyección del sistema o solución a desarrollar.
- Una fase de codificación o desarrollo, en la cual se crea la solución basada en las iteraciones previstas.
- Una fase de pruebas, en las cuales de acuerdo con su cumplimiento y aceptación se procede a la entrega del producto final y la puesta en marcha en ambiente de producción.

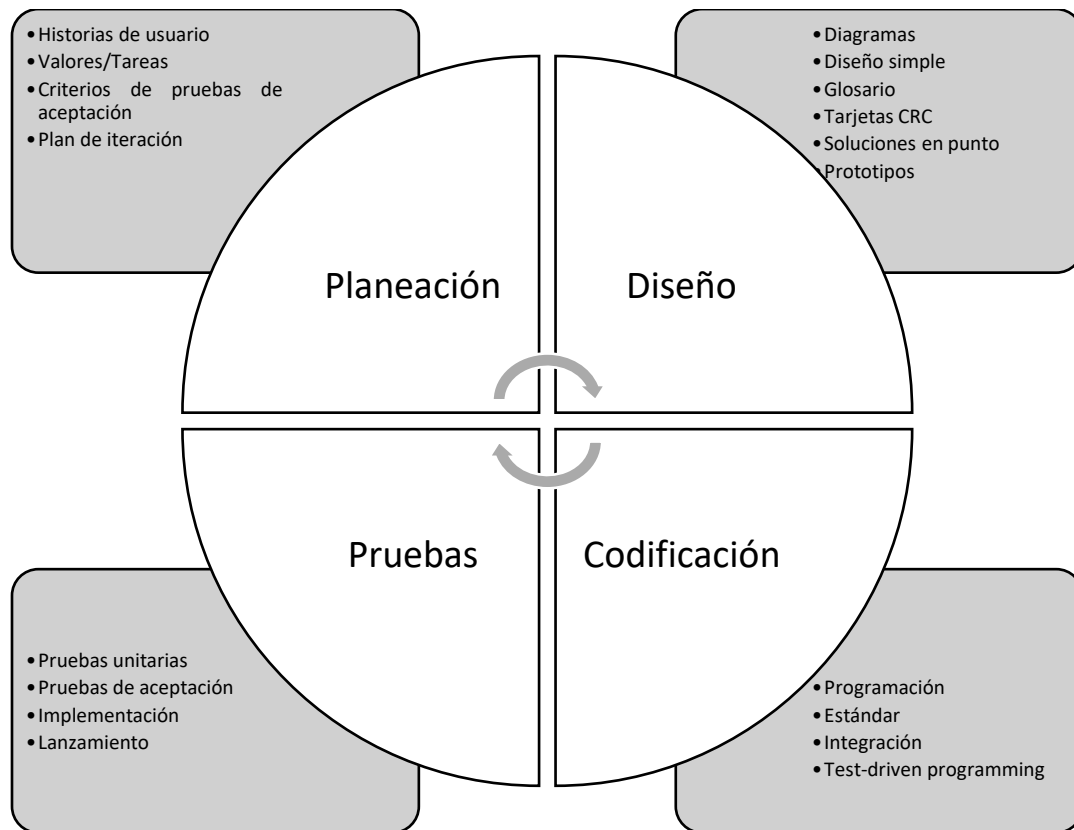


Ilustración 42 Ciclo de vida eXtreme Programming

La Ilustración 42 muestra el ciclo de vida XP del diseño metodológico del proyecto. Autoría propia.

De igual manera, en el ciclo de vida de la metodología se deben seguir un conjunto de reglas y prácticas, mismas que a continuación se agrupan en función de su ámbito de aplicación en cada fase.

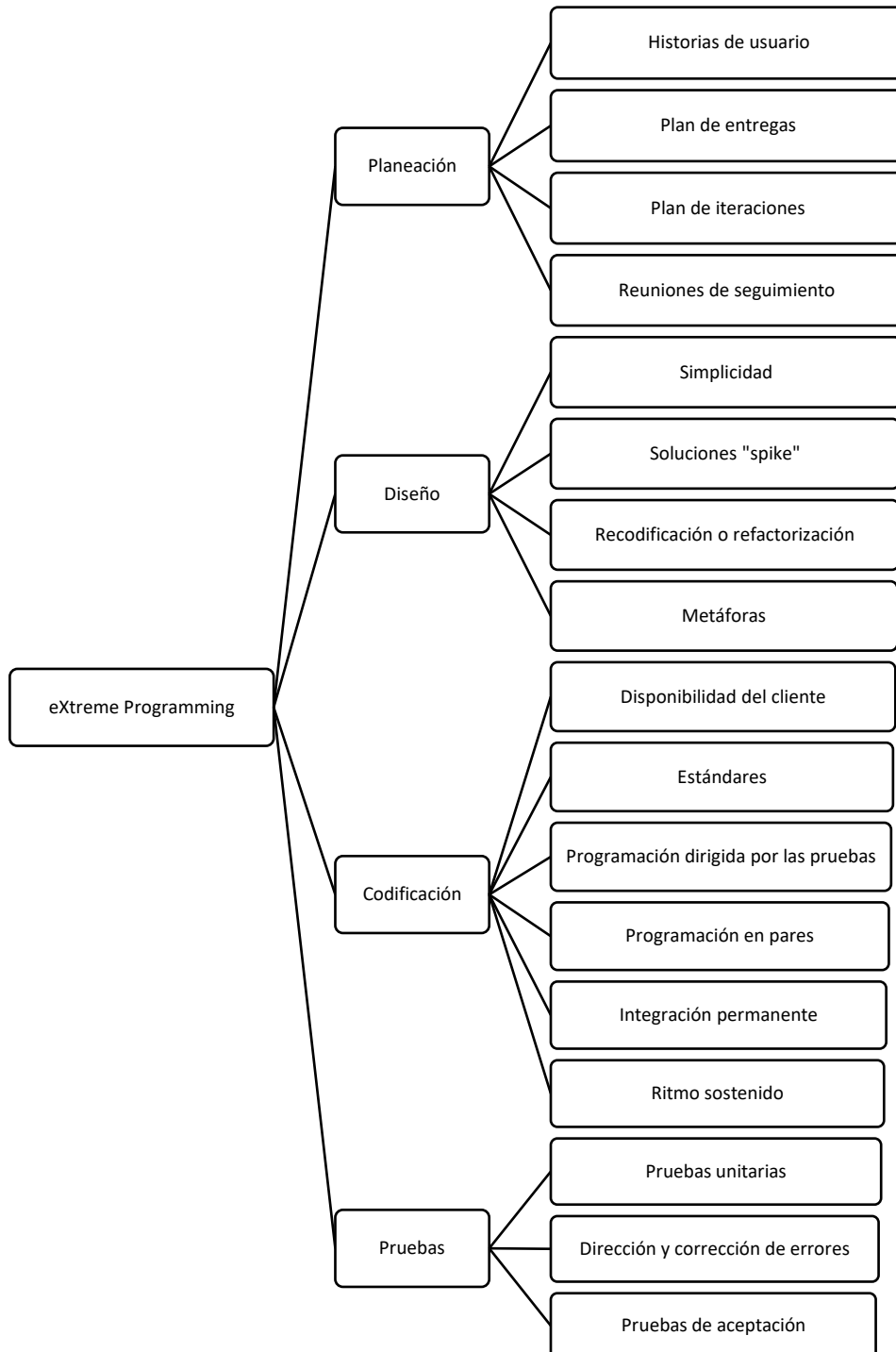


Ilustración 43 Reglas y Prácticas XP

La Ilustración 43 muestra las reglas y prácticas que deben seguirse para el desarrollo de software de calidad basado en el modelo de la metodología eXtreme Programming. Autoría Propia.

4.4.2. Etapas metodológicas

Índice de cambios

Tabla 19 Índice de cambios

Nº	Fecha	Descripción	Autor
1	22/04/2019	Inicio de proyecto	Andy Castillo/Pablo España
2	24/04/2019	Modelo de conexión. Emparejamiento	Pablo España
3	26/04/2019	Conexión estable. Actividad de Bluetooth	Pablo España
4	28/04/2019	Conexión tolerante. Evento controlado	Pablo España
5	30/04/2019	Mensajería modo ad-hoc punto a punto	Andy Castillo
6	01/05/2019	Mensajes punto a punto tolerantes a desconexión	Pablo España
7	02/05/2019	Reenvío de mensajes no entregados	Andy Castillo
8	05/05/2019	Identificadores de dispositivos	Pablo España
9	08/05/2019	Identificadores de mensajes	Pablo España
10	10/05/2019	Aplicación de modelo de datos	Andy Castillo
11	12/05/2019	Actualizar modelo de datos. Parámetros condicionales	Andy Castillo
12	15/05/2019	Almacena y muestra los mensajes de una conversación	Pablo España
13	17/05/2019	Sistema multilenguaje. Se establece inglés y español	Andy Castillo
14	18/05/2019	Creación de menú de configuración	Andy Castillo
15	20/05/2019	Funcionalidad de cambio de idioma	Andy Castillo
16	22/05/2019	Multilenguaje completo	Andy Castillo
17	25/05/2019	Almacenamiento MAC origen y destino	Pablo España
18	27/05/2019	Reenvío de mensaje por MAC	Pablo España
19	29/05/2019	Uso de objetos para envío punto a punto	Pablo España
20	03/06/2019	Ubicación GPS. Obtención de latitud y longitud	Andy Castillo
21	05/06/2019	Mensaje de emergencia. Contiene datos de ubicación	Andy Castillo
22	08/06/2019	Red malla. Diseño inicial	Andy Castillo
23	12/06/2019	Vista de chat. Lista de conversaciones	Pablo España
24	15/06/2019	Clase ChatController renombrada a BluetoothService	Pablo España
25	19/06/2019	Envío epidémico de mensajes	Pablo España
26	22/06/2019	Filtro de mensajes inicial	Pablo España
27	03/07/2019	Filtro de mensajes probado	Andy Castillo
28	10/07/2019	Multimedia. Envío de imágenes	Pablo España
29	15/07/2019	Reconexión. Pérdida de conexión	Andy Castillo
30	17/07/2019	Solución de inestabilidad. Botón de acción	Pablo España
31	21/07/2019	Refrescar aplicación. Eliminación de librería sin usar	Pablo España
32	24/07/2019	Tiempo de vida de mensaje. Asignación	Andy Castillo/Pablo España

La Tabla 19 presenta el índice de cambios dados en el desarrollo del proyecto de desarrollo, mostrando la descripción detallada por fecha de las variantes y el autor responsable correspondiente. Autoría propia.

Planificación

a. Historias de usuario

Tabla 20 Historia de Usuario 1. Conexión entre dispositivos

Historia de usuario	
Número: 1	Usuario: Autor
Nombre de historia: Conexión entre dispositivos	
Prioridad: Alto	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados:	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Castillo A., España P.	
Descripción: Emparejamiento de dispositivos mediante tecnología inalámbrica Bluetooth, es necesario que esta conexión sea estable.	
Observaciones: Análisis de versiones.	

La Tabla 20 describe la historia de usuario 1, respecto a la conexión a establecer mediante la tecnología de transmisión de datos Bluetooth. Autoría propia.

Tabla 21 Historia de Usuario 2. Mensajes punto a punto

Historia de usuario	
Número: 2	Usuario: Autor
Nombre de historia: Mensajes punto a punto	
Prioridad: Alto	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados:	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Castillo A., España P.	
Descripción: Envío de mensajes en formato texto entre dispositivos en modelo de red punto a punto.	
Observaciones: Estabilidad de conexión.	

La Tabla 21 describe la historia de usuario 2, respecto el modelo de mensajería punto a punto como prototipo inicial. Autoría propia.

Tabla 22 Historia de Usuario 3. Identificadores de dispositivos y mensajes

Historia de usuario	
Número: 3	Usuario: Autor
Nombre de historia: Identificadores de dispositivos y mensajes	
Prioridad: Alto	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados:	Iteración asignada: 1
Programador responsable: España P.	
Descripción: Determinación de identificador de dispositivo para reconocimiento de destinatario de mensaje enviado e identificadores de mensajes creados.	
Observaciones: Detección de dirección MAC.	

La Tabla 22 describe la historia de usuario 3, solicita la creación de identificadores de dispositivos. Autoría propia.

Tabla 23 Historia de Usuario 4. Modelo de datos

Historia de usuario	
Número: 4	Usuario: Autor
Nombre de historia: Modelo de datos	
Prioridad: Alto	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados:	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Castillo A., España P.	
Descripción: Se necesita que los mensajes creados puedan almacenarse y tenerlos disponibles en la aplicación.	
Observaciones: Base de datos en modelo relacional. Consideraciones:	
<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad de mensajes enviados. - Disponibilidad de mensajes recibidos. - Almacén de mensajes visibles al emisor y receptor. 	

La Tabla 23 describe la historia de usuario 4, referente a la implementación de un modelo de datos al sistema. Autoría propia.

Tabla 24 Historia de Usuario 5. Multilinguaje

Historia de usuario	
Número: 5	Usuario: Autor
Nombre de historia: Multilinguaje	
Prioridad: Medio	Riesgo en desarrollo: Bajo
Puntos estimados:	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Castillo A.	
Descripción: Se requiere tener disponible la posibilidad de usar la aplicación en dos idiomas principales: inglés y español.	
Observaciones: Obtención de texto en procesos internos.	

La Tabla 24 describe la historia de usuario 5, la cual trata de la necesidad de contar con un sistema multilinguaje dentro de la aplicación desarrollada. Autoría propia.

Tabla 25 Historia de Usuario 6. Mensajes epidémicos

Historia de usuario	
Número: 6	Usuario: Autor
Nombre de historia: Mensajes epidémicos	
Prioridad: Alto	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados:	Iteración asignada: 3
Programador responsable: Castillo A., España P.	
Descripción: Envío de mensajes a todos los dispositivos que tengan la aplicación, el modo de red epidémico es el criterio de envío óptimo.	
Observaciones:	

La Tabla 25 describe la historia de usuario 6, respecto el modelo epidémico de envío de mensajes mediante la tecnología de transmisión de datos Bluetooth. Autoría propia.

Tabla 26 Historia de Usuario 7. Ubicación GPS

Historia de usuario	
Número: 7	Usuario: Autor
Nombre de historia: Ubicación GPS	
Prioridad: Alto	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados:	Iteración asignada: 3
Programador responsable: Castillo A.	
Descripción: Obtener ubicación GPS o localización mediante datos de latitud y longitud para envío de mensaje de emergencia.	
Observaciones:	

La Tabla 26 describe la historia de usuario 7, la cual enfatiza la utilidad de obtener la ubicación del dispositivo a través de la aplicación desarrollada. Autoría propia.

Tabla 27 Historia de Usuario 8. Topología malla

Historia de usuario	
Número: 8	Usuario: Autor
Nombre de historia: Topología malla	
Prioridad: Alto	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados:	Iteración asignada: 3
Programador responsable: Castillo A., España P.	
Descripción: Implementación de modelo de topología mesh o malla para diseminar mensajes en el modelo de epidemia.	
Observaciones: Ad-hoc mesh.	

La Tabla 27 describe la historia de usuario 8, que detalla la implementación del modelo de red malla en modo epidemia. Autoría propia.

Tabla 28 Historia de Usuario 9. Filtro de mensajes

Historia de usuario	
Número: 9	Usuario: Autor
Nombre de historia: Filtro de mensajes	
Prioridad: Alto	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados:	Iteración asignada: 4
Programador responsable: España P.	
Descripción: Necesidad de que los mensajes sean visualizados sólo por el emisor y el receptor, mismo mensaje debe ser invisible para los intermediarios o saltos.	
Observaciones: Considerar identificador de dispositivo y de mensaje.	

La Tabla 28 describe la historia de usuario 9, acerca del filtrado de mensajes. Autoría propia.

Tabla 29 Historia de Usuario 10. Mensajes multimedia

Historia de usuario	
Número: 10	Usuario: Autor
Nombre de historia: Mensajes multimedia	
Prioridad: Alto	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados:	Iteración asignada: 4
Programador responsable: España P.	
Descripción: Envío y recepción de mensajes multimedia de tipo texto e imagen, finalidad de mayor detalle en los objetivos de la difusión de información.	
Observaciones: Considerar tamaño del mensaje.	

La Tabla 29 describe la historia de usuario 10, del envío de mensajes multimedia. Autoría propia.

Tabla 30 Historia de Usuario 11. Restablecer conexión

Historia de usuario	
Número: 11	Usuario: Autor
Nombre de historia: Restablecer conexión	
Prioridad: Alto	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados:	Iteración asignada: 5
Programador responsable: España P.	
Descripción: Opción de reconectar o restablecimiento de la conexión ante pérdida o retardo en el proceso de chat.	
Observaciones: Botón de acción.	

La Tabla 30 describe la historia de usuario 11, sobre la necesidad del restablecimiento de la conexión Bluetooth ante pérdida. Autoría propia.

Tabla 31 Historia de Usuario 12. Tiempo de vida de mensajes

Historia de usuario	
Número: 12	Usuario: Autor
Nombre de historia: Tiempo de vida de mensajes	
Prioridad: Alto	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados:	Iteración asignada: 6
Programador responsable: Castillo A., España P.	
Descripción: En el proceso de envío de mensaje se debe tomar en cuenta la detención del proceso, ya sea por el cambio de estado del mensaje una vez entregado o por definición de tiempo establecido.	
Observaciones: Considerar opciones para detener la diseminación.	

La Tabla 31 describe la historia de usuario 12, sobre la asignación de tiempo de vida a los mensajes. Autoría propia.

b. Valores/Tareas

Tabla 32 Tareas de desarrollo

Tarea	Nombre	Tipo	Inicio	Fin	Descripción	Responsable
1	Establecer conexión	Nueva	24/04/2019	25/04/2019	Lograr establecer conexión entre dispositivos por emparejamiento Bluetooth	Pablo España
2	Estabilizar conexión	Mejora	26/04/2019	26/04/2019	Es necesario controlar la conexión en el proceso de mensajería	Andy Castillo
3	Conexión Tolerante	Corrección	27/04/2019	28/04/2019	Ante pérdida de la conexión permanezca en uno de los dispositivos la recuperación de actividad	Pablo España
4	Mensajería punto a punto	Nueva	29/04/2019	30/04/2019	Desarrollo del modelo de mensajería punto a punto de Bluetooth	Pablo España
5	Mensajería tolerante	Mejora	01/05/2019	03/05/2019	Permanencia de mensajes para reenvío	Andy Castillo
6	Identificadores	Nueva	04/05/2019	06/05/2019	Creación de identificadores de dispositivos	Pablo España
7	Identificadores	Nueva	07/05/2019	09/05/2019	Creación de identificadores de mensajes	Pablo España
8	Modelo de datos	Nueva	10/05/2019	12/05/2019	Aplicación de base de datos SQLite	Andy Castillo
9	Modelo de datos	Mejora	13/05/2019	15/05/2019	Actualización de relaciones	Pablo España
10	Multilenguaje	Nueva	17/05/2019	19/05/2019	Aplicación multilenguaje	Andy Castillo
11	Ubicación GPS	Nueva	03/06/2019	04/06/2019	Obtención de latitud y longitud posicional	Andy Castillo
12	Mensaje de emergencia	Nueva	05/06/2019	07/06/2019	Envío de datos a todos los contactos con dato de ubicación	Pablo España
13	Malla	Nueva	08/06/2019	10/06/2019	Malla Bluetooth	Andy Castillo
14	Vista de chat	Nueva	11/06/2019	13/06/2019	Visualización de conversaciones	Pablo España
15	Filtro	Nueva	22/06/2019	24/06/2019	Filtro de mensajes	Andy Castillo

16	Filtro	Mejora	25/06/2019	27/06/2019	Filtro específico de recepción	Pablo España
17	Multimedia	Nueva	10/07/2019	12/07/2019	Envío de imágenes	Andy Castillo
18	Multimedia	Mejora	13/07/2019	15/07/2019	Calidad de imágenes	Pablo España
19	Multimedia	Corrección	16/07/2019	18/07/2019	Peso de archivo	Pablo España
20	Reconexión	Nueva	19/07/2019	21/07/2019	Botón de reconexión en diseño de chat	Andy Castillo
21	Tiempo de vida	Nueva	22/07/2019	24/07/2019	Definición de tiempo de difusión de mensaje para detención de proceso	Pablo España

La Tabla 32 muestra la asignación de tareas de desarrollo de cada uno de los componentes que integran el sistema de mensajería basado en la tecnología de transmisión de datos Bluetooth. Autoría propia.

c. Criterios de aceptación

a. Objetivos del sistema

Tabla 33 *Objetivos del sistema*

Código	Objetivo	Subobjetivos	Importancia	Urgencia	Estado
OBJ-01	Implementar sistema de mensajería en modo Ad-Hoc punto a punto y diseño de red malla mediante estándar inalámbrico Bluetooth.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar sistema malla - Establecer comunicación punto a punto - Desarrollar sistema de mensajería 	Alta	Inmediata	Finalizado
OBJ-02	Filtrar mensajes mediante identificadores de dispositivos para especificación de receptor.	<ul style="list-style-type: none"> - Crear identificadores de dispositivos - Crear identificadores de mensajes - Modelar e implementar filtrado de chat 	Alta	Inmediata	Finalizado
OBJ-03	Brindar seguridad de mensajes y rápida acción de envío de datos de ubicación en situaciones emergentes.	<ul style="list-style-type: none"> - Filtrar contenido por identificadores - Obtener ubicación de dispositivo - Envío de alerta por difusión 	Alta	Inmediata	Finalizado

La Tabla 33 muestra los objetivos del sistema, los cuales detallan las acciones a realizar como criterio de aceptación del sistema de mensajería Bluetooth. Autoría propia.

b. Requisitos de almacenamiento y restricción de información

Tabla 34 Requisitos de almacenamiento y restricción de información

Código	Requisito	Escenario	Importancia	Urgencia	Estado
IRQ-01	Almacenamiento de identificadores	En el caso de envío de mensaje con conexión o en desconexión, es necesario contar con el identificador del contacto para lograr la recepción.	Alta	Inmediata	Finalizado
IRQ-02	Almacenamiento de mensajes	En caso de que el mensaje no sea entregado, deberá guardarse en memoria para cumplir con el envío y su respectiva visualización en el chat.	Alta	Inmediata	Finalizado
IRQ-03	Almacenamiento de ubicación	En caso de emergencia, el sistema debe contar con los datos de ubicación para enviar mensaje con mencionados datos a todos sus contactos.	Alta	Inmediata	Finalizado
NRQ-01	Restricción de visualización de mensajes	En situación de chat por difusión a contacto específico, el mensaje sólo será visualizado por el emisor y el receptor.	Alta	Inmediata	Finalizado
NRQ-02	Proceso malla en ruta epidémica	En el proceso de difusión de mensajes, las actividades de la aplicación deberán correr por debajo, siendo imperceptibles al usuario.	Alta	Inmediata	Finalizado
NRQ-03	Servicios de aplicación	En el momento que se inicia la aplicación, se inician los servicios que la componen para su funcionamiento, estos deben ser imperceptibles al usuario.	Alta	Inmediata	Finalizado

La Tabla 34 presenta los criterios de prueba de aceptación reflejados en los requisitos de almacenamiento y restricción de información de la aplicación. Autoría propia.

d. Plan de entregas

Iteración 1

Planificación de entrega incremental el 8 de mayo del 2019. Aplicación con sistema de mensajería punto a punto en modo Ad-Hoc, conexión estable en tecnología de transmisión de datos Bluetooth.

Iteración 2

Planificación de entrega incremental el 22 de mayo del 2019. Aplicación implementada con modelo de datos, almacena mensajes y los muestra en conversación.

Iteración 3

Planificación de entrega incremental el 5 de junio del 2019. Aplicación contiene, ubicación GPS, multilinguaje completo y el diseño de difusión malla.

Iteración 4

Planificación de entrega incremental el 19 de junio del 2019. Vista de chat y lista de conversaciones.

Iteración 5

Planificación de entrega incremental el 10 de julio del 2019. Mensajes multimedia y filtro de mensajes para envío a receptor específico.

Iteración 6

Planificación de entrega incremental el 24 de julio del 2019. Mensaje de emergencia en difusión, contiene datos de ubicación y tiempo de vida.

Diseño / Modelado del sistema

a. Diagramas

a. Flujo del sistema

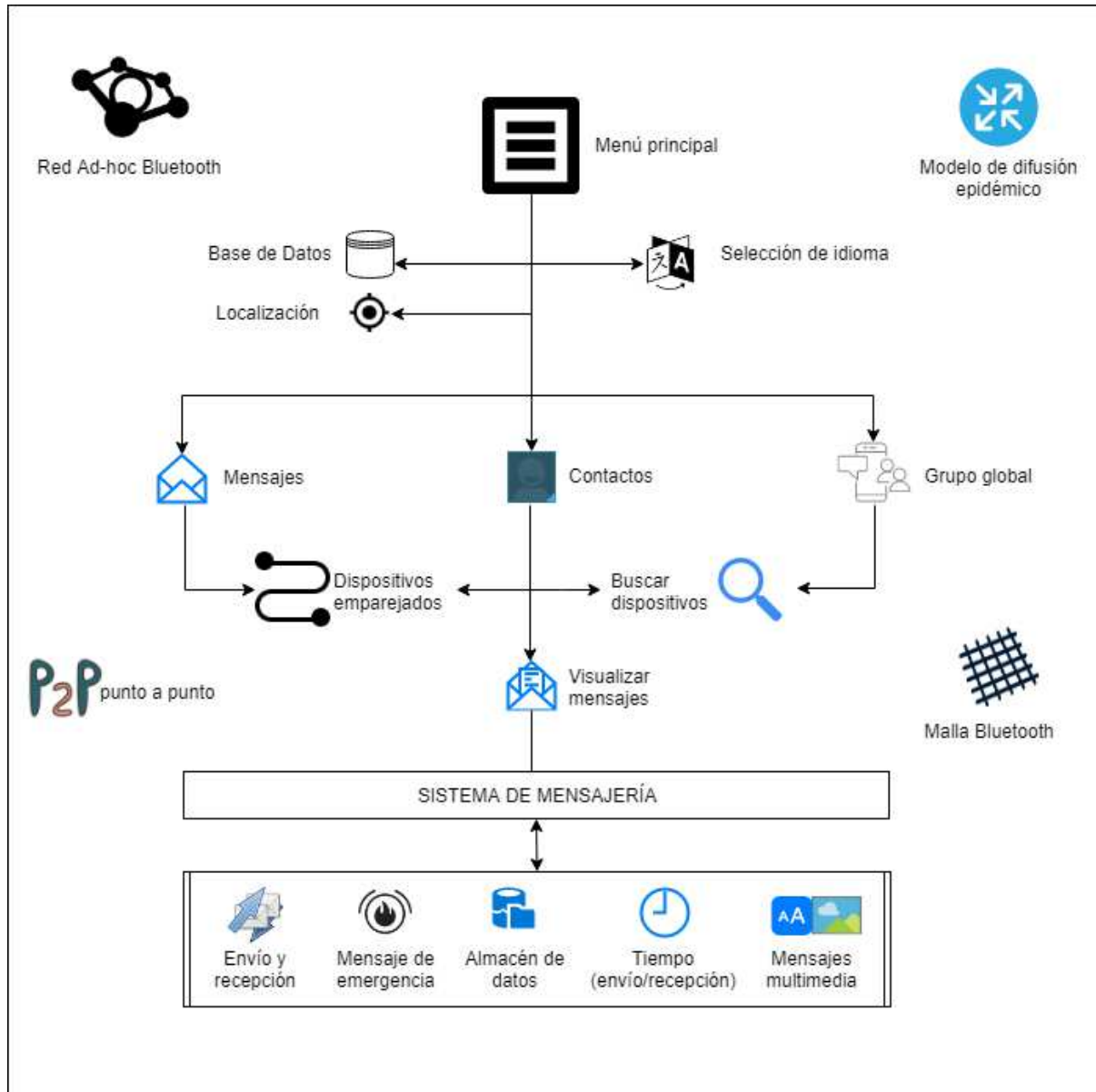


Ilustración 44 Flujo del sistema de mensajería Bluetooth

La Ilustración 44 muestra el flujo del sistema del sistema de mensajería utilizando tecnología Bluetooth, en el cual se puede apreciar en un primer nivel el menú con sus complementos del servicio, luego se tiene los módulos de mensajes, contactos y el grupo global que nos lleva a la visualización del mensaje y, por último, el sistema de mensajería como tal. Autoría propia.

b. Entidad-relación

Seguidamente, se presenta el diagrama entidad-relación de la aplicación, el cual se lo tomó como un modelo EDR de diagrama de flujo en el que se ilustra la forma en que las entidades se relacionan entre sí dentro del sistema de mensajería que hace uso de la tecnología de transmisión inalámbrica Bluetooth. En este caso, se lo utiliza para mostrar el diseño de la base de datos relacional dentro del campo de ingeniería de software en la metodología propuesta.

Realizando un análisis se tiene que existe relación entre las entidades Chat y Mensaje (uno a muchos), Usuario y Chat (uno a muchos) y, Usuario y Contactos (uno a muchos); lo que nos revela que un usuario puede tener múltiples contactos, un usuario puede tener varios chats y un chat puede contener muchos mensajes.

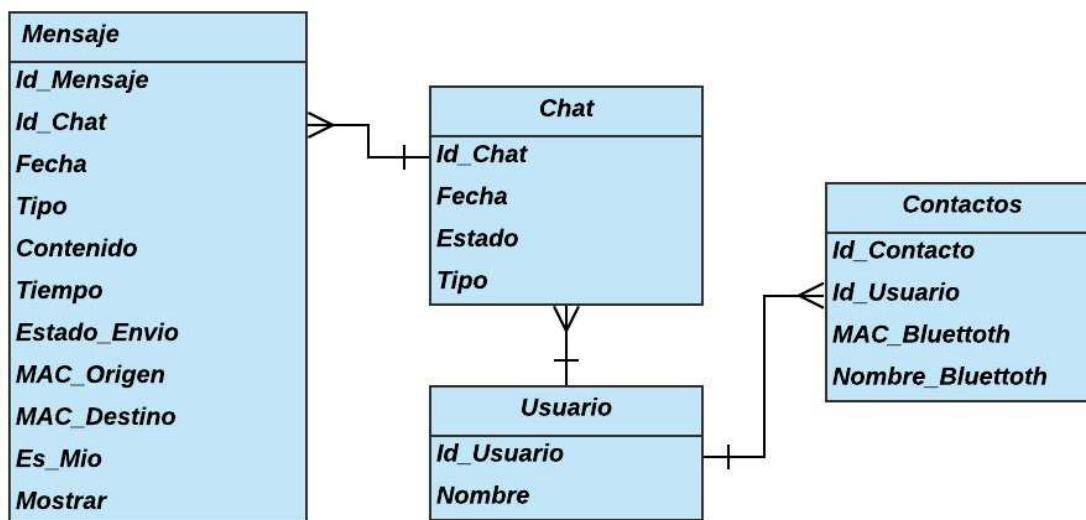


Ilustración 45 Modelo de datos del sistema

La Ilustración 45 presenta el modelo de datos del sistema, en el que se aprecian las entidades de aplicación mensaje, chat, usuario y contactos. Autoría propia.

c. Estados

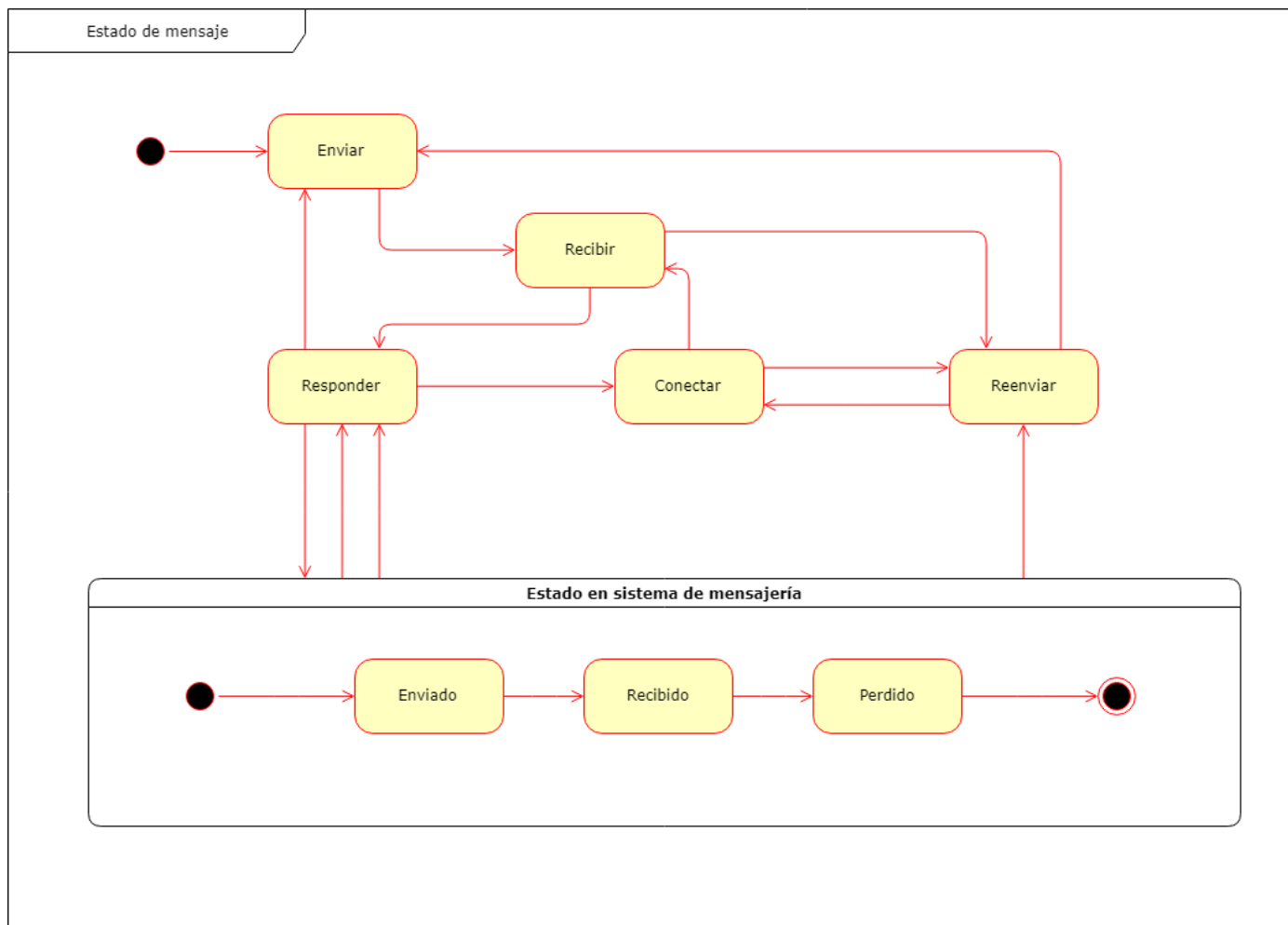


Ilustración 46 Diagrama de estado del mensaje

La Ilustración 46 muestra los estados por los cuales atraviesa el mensaje desde el momento en el que es enviado, teniendo como prioridad garantizar su llegada. Autoría propia.

d. Actividades

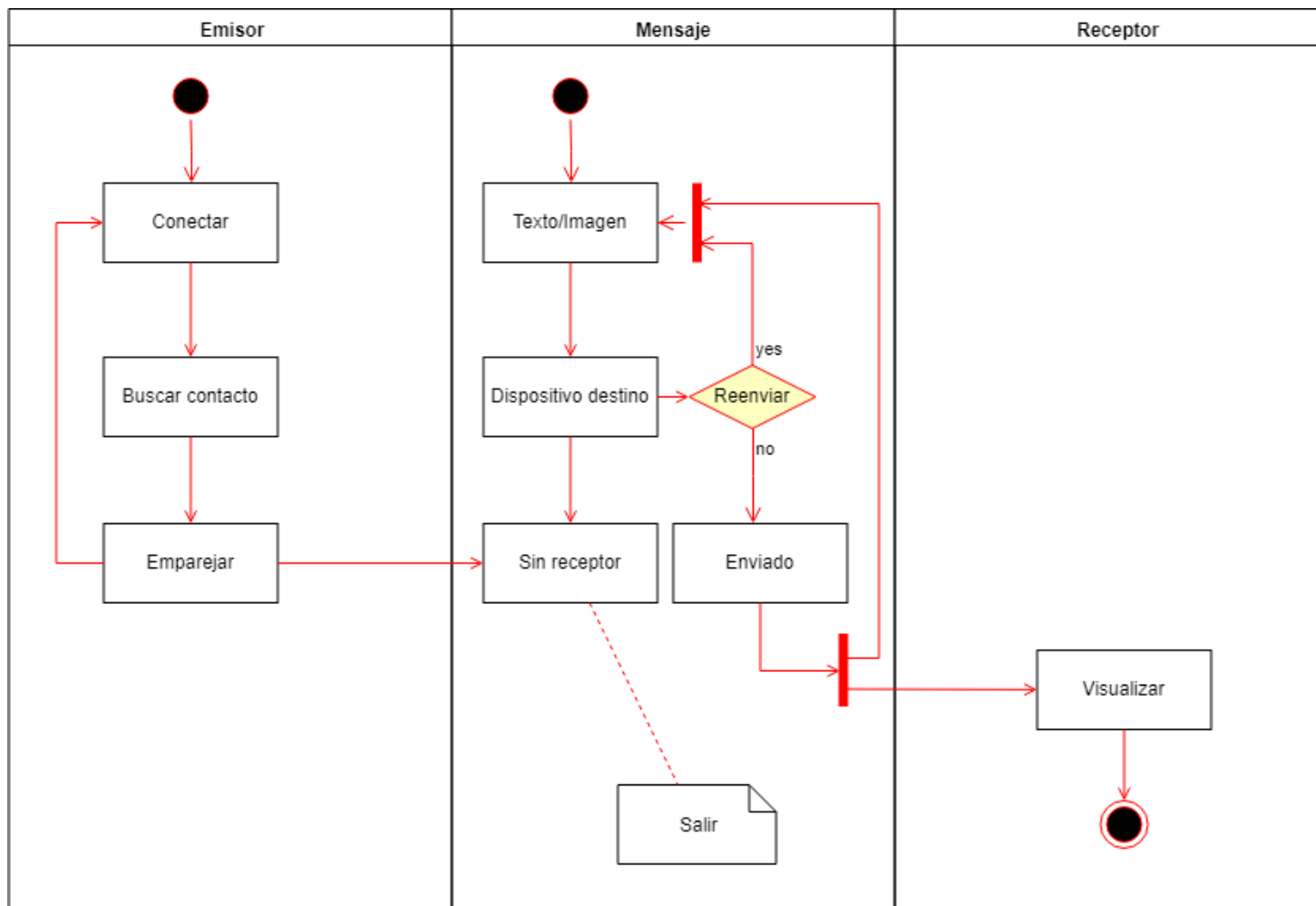


Ilustración 47 Actividades del sistema de mensajería

La Ilustración 47 muestra las actividades que lleva a cabo el sistema de mensajería respecto a los procesos que sigue hasta su llegada al destinatario. Autoría propia.

b. Diseño simple / Vistas del sistema

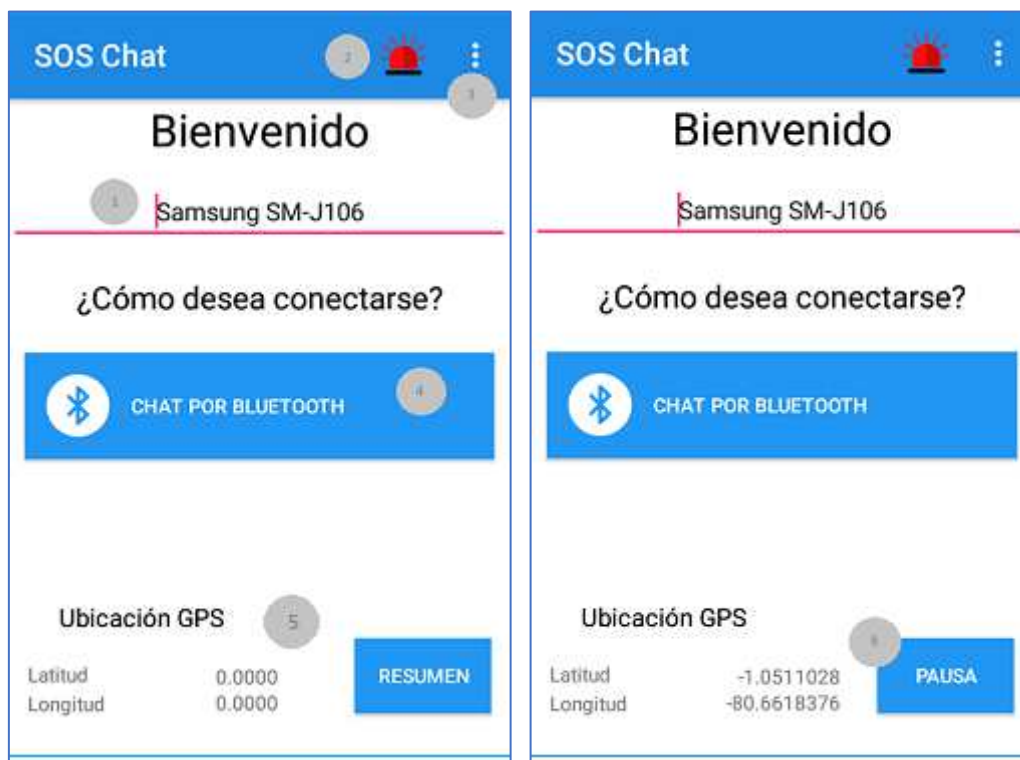


Ilustración 48 Vista principal. Inicio

La Ilustración 48 muestra la pantalla de inicio del sistema de mensajería basado en Bluetooth. Autoría propia.

Campo Nombre de Usuario (1): Este nos permite modificar el nombre del dispositivo en el sistema.

Botón emergencia (2): Utilizado para enviar un mensaje de emergencia con los datos de la ubicación del dispositivo.

Menú (3): Contiene la configuración del sistema y la selección de idioma.

Botón tecnología de transmisión (4): Con este botón accedemos al sistema de mensajería haciendo uso de la tecnología de transmisión Bluetooth.

Ubicación GPS (5): Con el botón, se inicia el proceso de localización mediante GPS, obteniendo datos de latitud y longitud.

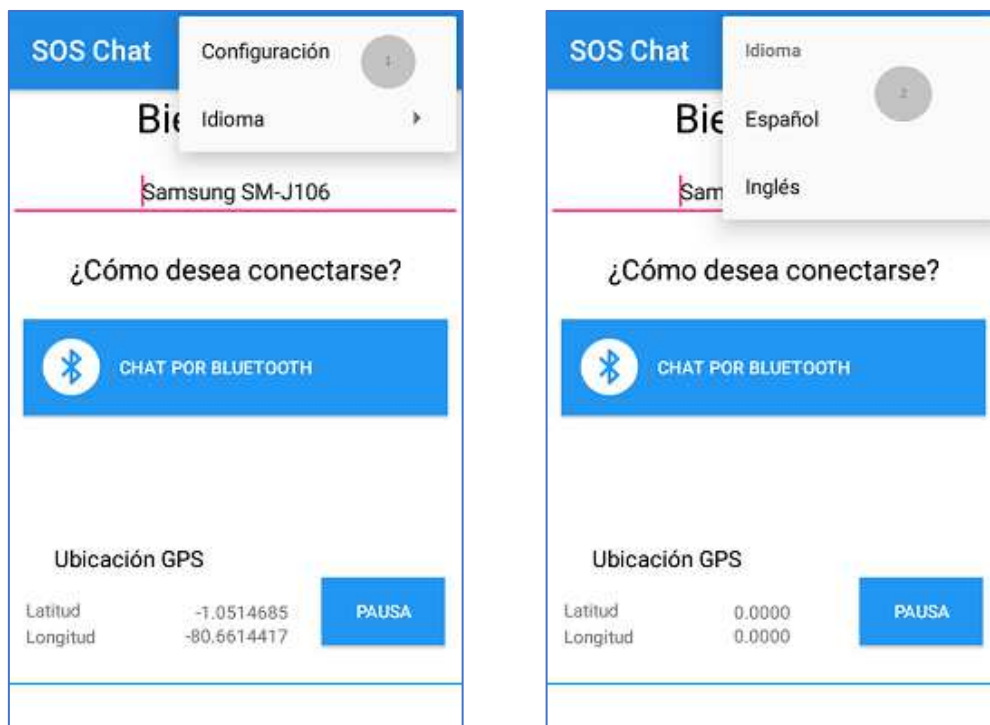


Ilustración 49 Vista principal. Menú

La Ilustración 49 muestra el menú contenido en la vista principal del sistema. Autoría propia.

Menú de configuración (1): Este menú de configuración contiene herramientas adicionales necesarias en el sistema de mensajería.

Selección de idioma (2): En la selección del sistema multilinguaje se puede escoger entre las opciones inglés y español como idiomas base.

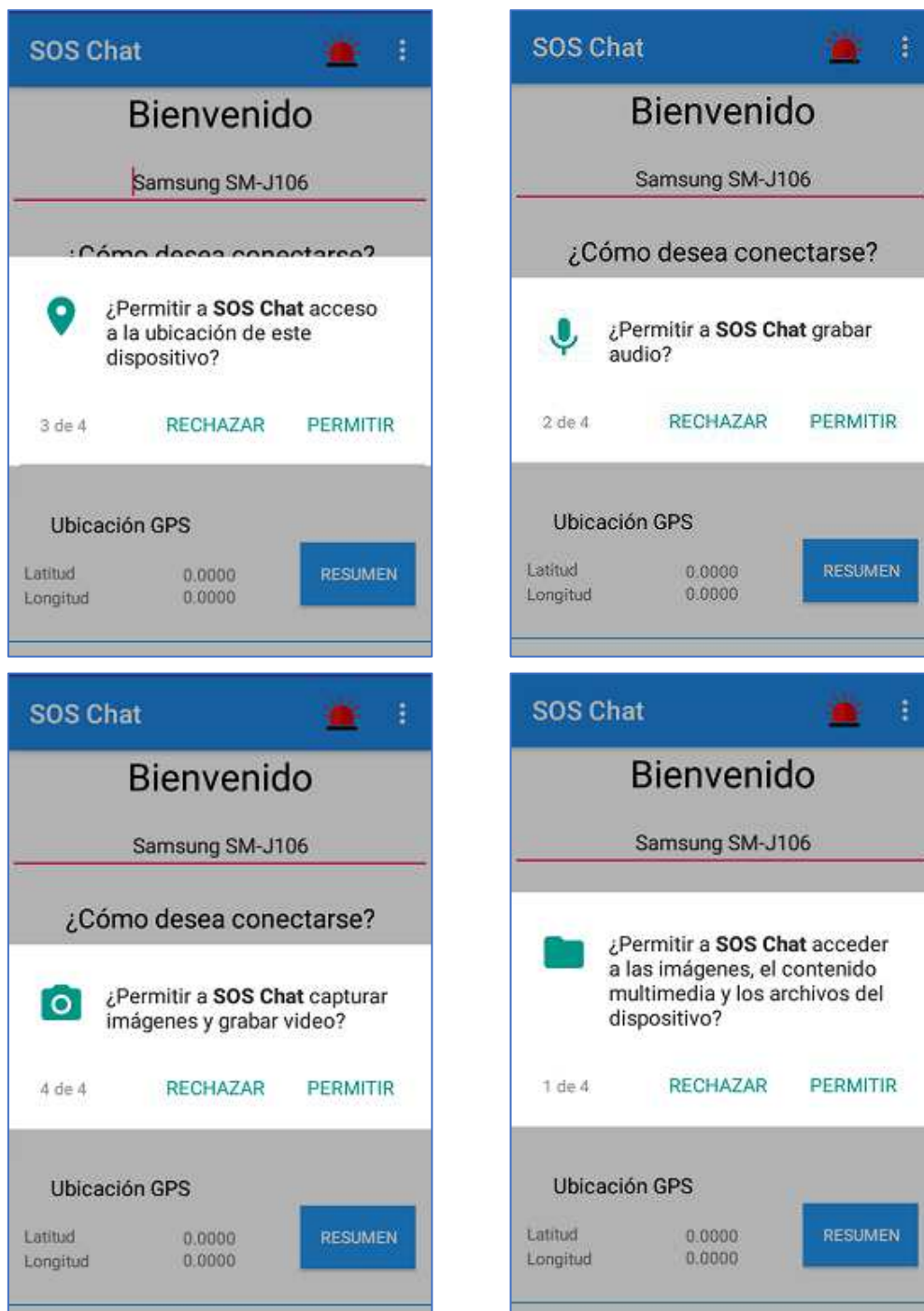


Ilustración 50 Vistas de permisos de la aplicación

La ilustración 50 muestra las vistas de los permisos que solicita la aplicación al ser instalada. Autoría propia.

Los permisos que solicita la aplicación al ser instalada son el acceso a contenido multimedia, ubicación, archivos, etc.

A continuación, se visualiza la pestaña dispositivos, en la que se encuentran los smartphones disponibles para iniciar una conversación.

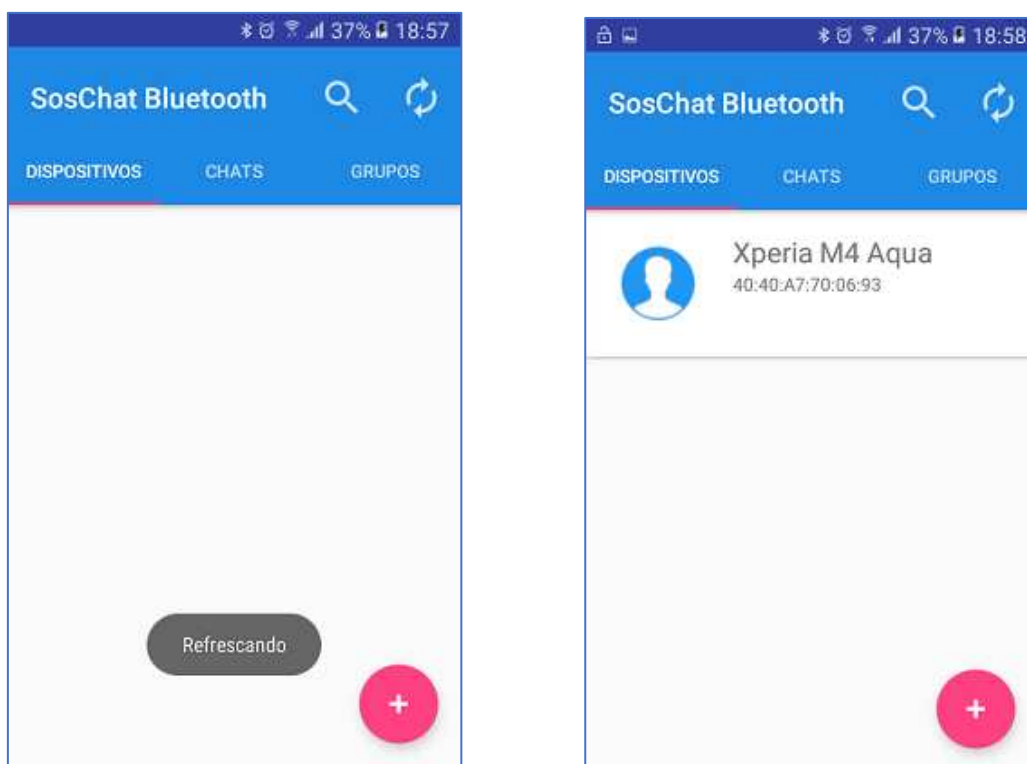


Ilustración 51 Pestaña Dispositivos

En la Ilustración 51 se aprecia la pestaña dispositivos, en la cual se pueden observar aquellos teléfonos inteligentes que están disponibles para iniciar un proceso de mensajería. Autoría propia.

Así mismo, en la vista de chats (1) se encuentran las conversaciones guardadas en la base de datos, la aplicación cuenta también con la acción de refrescar (2) que permite actualizar las vistas y visualizar las últimas actividades realizadas. En la parte inferior se tiene el botón de añadir (3), mismo que permite descubrir nuevos dispositivos que se encuentren en el rango de alcance y, por último, está la pestaña grupos (4) en la que se puede observar los mensajes enviados al grupo Comunidad SOS chat mismo que será recibido por todos los dispositivos emparejados o contactos de la aplicación.

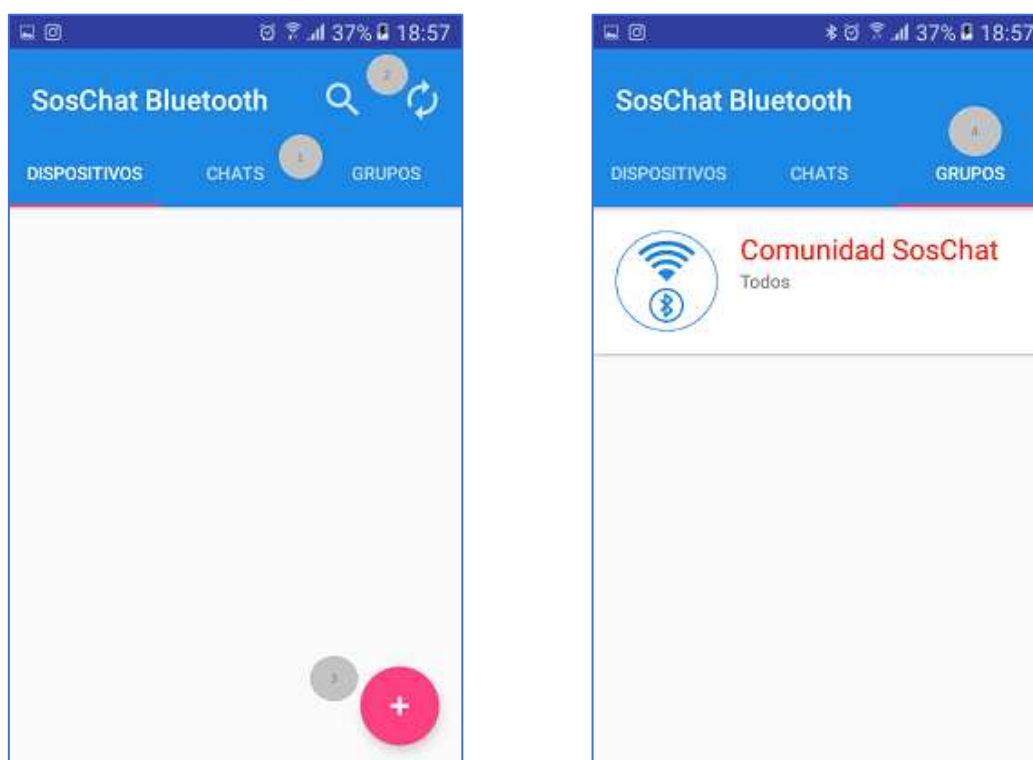


Ilustración 52 Vista de chats y grupo

La Ilustración 52 muestra la vista de chats que contiene las conversaciones realizadas y el grupo global. Autoría propia.

Finalmente, están las vistas del sistema de mensajería, en las que se aprecia en primer lugar el nombre del dispositivo y estado de la conexión (1), un botón para actualización de la conexión (2), el campo de texto para el envío de mensajes (3), el botón enviar (4), la muestra del cambio de estado de la conexión en el chat (5) y el botón de selección de imagen (6).

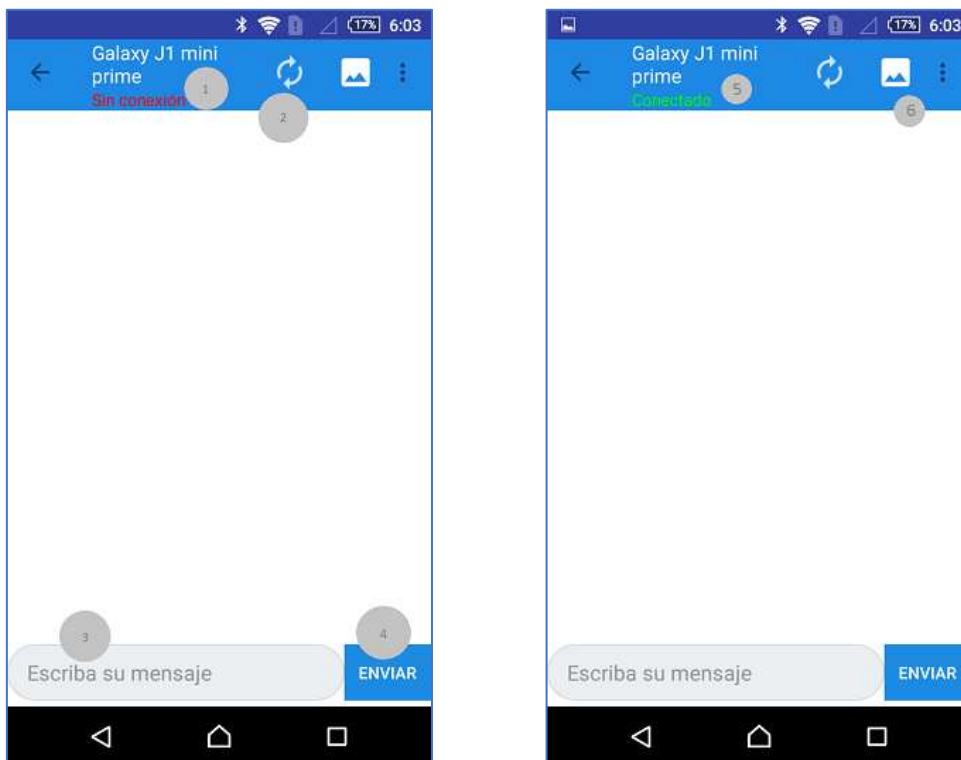


Ilustración 53 Vistas del sistema de mensajería. Chat

La Ilustración 53 presenta las vistas del sistema de mensajería dentro del proceso de chat. Autoría propia.

c. Tarjetas CRC

Tabla 35 Tarjetas Clase-Responsabilidades-Colaboradores

Clase: Actividades	
Responsabilidades:	Colaboradores: Castillo A., España P.
<ul style="list-style-type: none"> - MainActivity - ChatIndividual - ChatGrupal 	
Clase: Adaptadores	
Responsabilidades:	Colaboradores: Castillo A., España P.
<ul style="list-style-type: none"> - Chat - Emparejados - MsgArray - SectionsPage 	
Clase: DB	
Responsabilidades:	Colaboradores: Castillo A., España P.
<ul style="list-style-type: none"> - ChatDB - MainDB - MensajeDB 	
Clase: Entidades	
Responsabilidades:	Colaboradores: Castillo A., España P.
<ul style="list-style-type: none"> - Chat - Mensaje 	
Clase: Fragments	
Responsabilidades:	Colaboradores: Castillo A., España P.
<ul style="list-style-type: none"> - Chats - Emparejados - Grupos 	
Clase: Servicios	
Responsabilidades:	Colaboradores: Castillo A., España P.
<ul style="list-style-type: none"> - BluetoothService - BluetoothDevices 	

La Tabla 35 muestra las responsabilidades de las clases del sistema y sus colaboradores. Autoría propia.

d. Soluciones rápidas

Tabla 36 Soluciones rápidas

Problema	Solución	Fecha	Responsable
Conexión Bluetooth inestable, se pierde continuamente	Creación de método de reconexión	27/04/2019	Pablo España
Mensajes enviados en desconexión no son recibidos	Creación de método de reenvío por estado	03/04/2019	Pablo España
A partir de la versión 6 en adelante de Android la MAC del dispositivo no es visible por motivos de seguridad	Detección de MAC de dispositivo receptor, solución inmediata para identificadores	11/05/2019	Andy Castillo
Modelo de datos con falencias	Actualización del modelo de datos	14/05/2019	Andy Castillo
Variables de texto incompletas en implementación de multilinguaje	Se completó el cambio de textos en su totalidad en la carpeta Strings	21/05/2019	Andy Castillo
Desconexión frecuente en el modelo mesh	Reenvío por cambio de estado del mensaje desde el modelo de datos	10/06/2019	Pablo España
Filtro de mensajes fallido, todos los usuarios ven los mensajes enviados a un destinatario específico	Mejora en la identificación del receptor	25/06/2019	Pablo España
La aplicación no actualiza los contactos, se necesita además un botón de reconexión	Se implementa un botón de acción que permite restablecer la conexión dentro de la aplicación	19/07/2019	Andy Castillo
Colapso de la aplicación en el envío de imágenes	Manejo de excepciones controlados ante situaciones inesperadas en los procesos de la aplicación	22/07/2019	Pablo España

La Tabla 36 detalla las soluciones spike o rápidas de los problemas presentados en el transcurso del proceso de desarrollo. Autoría propia.

e. Prototipos

En el manejo de prototipos de diseño, se establecieron las vistas presentadas como el punto de partida inicial al funcionamiento general en cumplimiento con los objetivos planteados; sin embargo, se considera que por motivo de entregas incrementales y cambios en los requerimientos funcionales específicos pueden presentarse en el proceso de desarrollo cambios no significativos en el diseño de las vistas finales del proyecto, por lo que la refactorización tanto de los modelos de los fragmentos manejados y del código desarrollado es un criterio aceptado en beneficio del cliente o usuario final, asegurando la satisfacción y entrega de software de calidad.

Codificación

a. Programación

El Entorno de Desarrollo Integrado de Android Studio, fue la herramienta de desarrollo utilizada para la creación del código que permite la funcionalidad de la aplicación de mensajería basada en la tecnología de transmisión inalámbrica Bluetooth. Este software de desarrollo de aplicaciones para dispositivos Android proporcionó características factibles dirigidas al presente proyecto, entre las que se mencionan una excelente integración de código, mucha más especificación en el proceso de desarrollar la aplicación, el renderizado en tiempo real, una consola de desarrollador muy amigable, refactorización específica, contiene un editor de diseño enriquecido, entre otras características que resultan ventajosas.

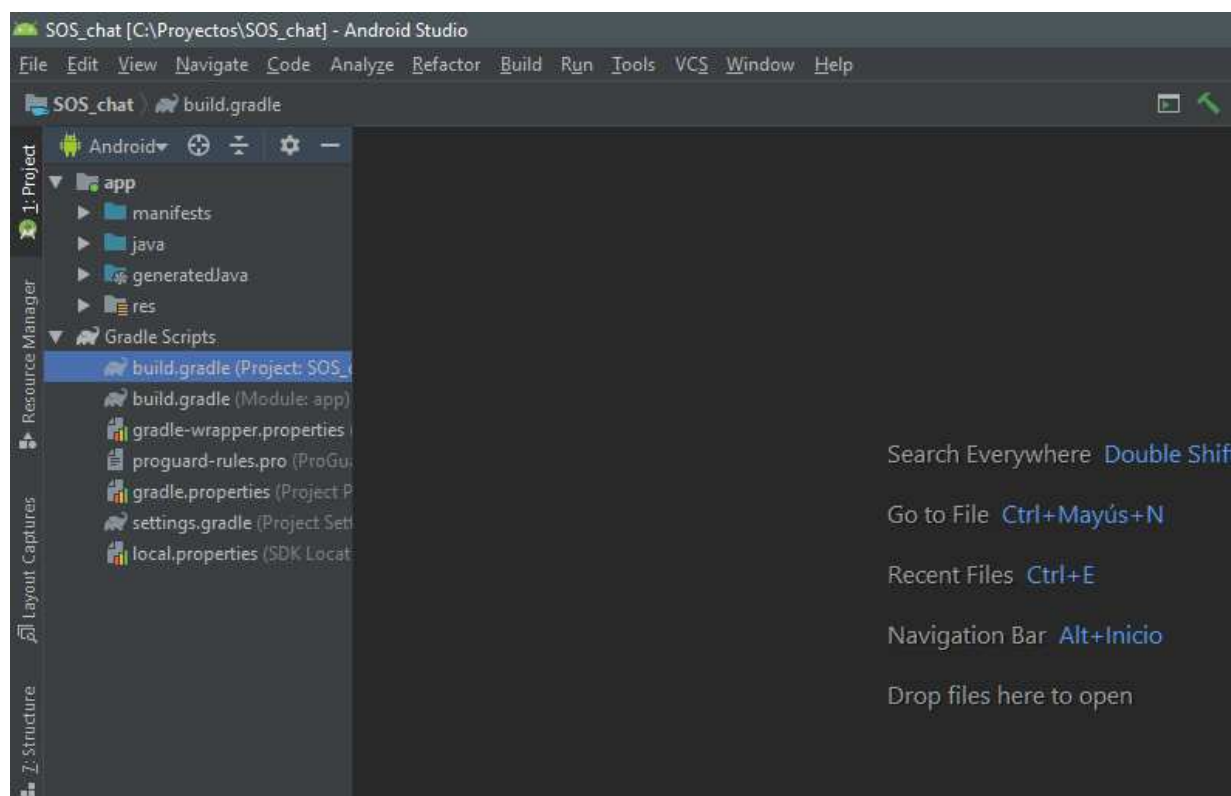


Ilustración 54 Entorno de Desarrollo Integrado de Android Studio

La Ilustración 54 muestra la pantalla de desarrollo de Android Studio como Entorno de Desarrollo Integrado para la creación de aplicaciones móviles para la plataforma Android. Autoría propia.

A continuación, se muestran las especificaciones de desarrollo de la aplicación desde el compilador de soluciones en el Gradle y los permisos utilizados para finalidades de la solución.

```

apply plugin: 'com.android.application'
android {
    compileSdkVersion 28
    defaultConfig {
        applicationId "juanmanuelco.facci.com.soschat"
        minSdkVersion 21
        ext.enableCrashlytics = false
        targetSdkVersion 28
        versionCode 1
        versionName "1.0"
        testInstrumentationRunner "android.support.test.runner.AndroidJUnitRunner"
    }
    buildTypes {
        release {
            minifyEnabled false
            proguardFiles getDefaultProguardFile('proguard-android.txt'), 'proguard-
rules.pro'
        }
        debug{
            ext.enableCrashlytics = false
            ext.alwaysUpdateBuildId = false
        }
    }
}
}

```

Ilustración 55 Especificaciones de desarrollo

La Ilustración 55 muestra un fragmento del desarrollo de la aplicación en la que se aprecia la especificación del desarrollo en cuanto a las versiones de compilación del producto. Autoría propia.

```

<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_WIFI_STATE" />
<uses-permission android:name="android.permission.CHANGE_WIFI_STATE" />
<uses-permission android:name="android.permission.GET_TASKS" />
<uses-permission android:name="android.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE" />
<uses-permission android:name="android.permission.READ_EXTERNAL_STORAGE" />
<uses-permission android:name="android.permission.RECORD_AUDIO" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_NETWORK_STATE" />
<uses-permission
    android:name="android.permission.SET_TIME"
    tools:ignore="ProtectedPermissions" />
<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH" />
<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH_ADMIN" />
<uses-permission
    android:name="android.permission.CAMERA"
    android:required="true" />

```

Ilustración 56 Permisos de la aplicación

La Ilustración 56 muestra los permisos brindados a la aplicación, los cuales se aprecian en el fragmento del código del archivo Manifest del proyecto. Autoría propia.

Por último, en esta sección correspondiente a la codificación como etapa de la metodología, se muestra el código del archivo principal del proyecto, mismo que se encarga de llamar a cada uno de los métodos usados por la aplicación para cumplir con sus funcionalidades.

```

package juanmanuelco.facci.com.soschat.BLUETOOTH;
import android.support.design.widget.TabLayout;
import android.support.v4.view.ViewPager;
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.os.Bundle;
import android.support.v7.widget.Toolbar;
import android.view.Menu;
import java.text.SimpleDateFormat;
import java.util.Date;
import juanmanuelco.facci.com.soschat.BLUETOOTH.Adapters.SectionsPagerAdapter;
import juanmanuelco.facci.com.soschat.BLUETOOTH.DB.ChatDB;
import juanmanuelco.facci.com.soschat.BLUETOOTH.Entidades.Chat;
import juanmanuelco.facci.com.soschat.BLUETOOTH.Fragments.FragmentChats;
import juanmanuelco.facci.com.soschat.BLUETOOTH.Fragments.FragmentEmparejados;
import juanmanuelco.facci.com.soschat.BLUETOOTH.Fragments.FragmentGrupos;
import juanmanuelco.facci.com.soschat.R;

public class MainActivityBT extends AppCompatActivity {
    BluetoothConnect bluetoothConnect = new BluetoothConnect();
    private SectionsPagerAdapter sectionsPagerAdapter;
    private ViewPager viewPager;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.bt_activity_main);
        bluetoothConnect.comprobarBluetooth();
        bluetoothConnect.habilitarBluetooth();
        sectionsPagerAdapter = new SectionsPagerAdapter(getSupportFragmentManager());
        viewPager = (ViewPager) findViewById(R.id.container);
        configurarViewPager(viewPager);

        // Agregando soporte action bar a toolbar
        Toolbar toolbar = (Toolbar) findViewById(R.id.toolbar);
        setSupportActionBar(toolbar);

        // Configuración de pestañas
        TabLayout tabs = (TabLayout) findViewById(R.id.tabs);
        tabs.setupWithViewPager(viewPager);
        SimpleDateFormat simpleDateFormat = new SimpleDateFormat("dd-MM-yyyy");
        Chat comunidad = new Chat(getString(R.string.SOSCHAT_COMUNITY),
        simpleDateFormat.format(new Date()),1);
        ChatDB.Insert(this, comunidad);
    }
    // Este método configura el menú de la aplicación
    private void configurarViewPager(ViewPager viewPager){
        SectionsPagerAdapter adapter = new
SectionsPagerAdapter(getSupportFragmentManager());
        adapter.addFragment(new FragmentEmparejados(), getString(R.string.DEVICES_BT));
        adapter.addFragment(new FragmentChats(), getString(R.string.CHATS_BT));
        adapter.addFragment(new FragmentGrupos(), getString(R.string.GROUPS_BT));
        viewPager.setAdapter(adapter);
    }
}

```

Ilustración 57 Actividad principal Bluetooth

La Ilustración 57 presenta MainActivityBT como clase principal del sistema de mensajería Bluetooth que se compone de los métodos específicos para su funcionamiento. Autoría propia.

b. Estándar

La aplicación móvil de “Redes para la transmisión de datos en dispositivos móviles en situaciones emergentes usando tecnología Bluetooth”, estandariza la utilización del aplicativo desarrollado en dispositivos con sistema operativo Android, debido a ser el más usado habitualmente por los usuarios de teléfonos inteligentes o smartphones; considerando esto, se busca lograr una compatibilidad amplia y estable con la mayoría de las versiones de esta mencionada plataforma.

c. Integración continua

Para cumplir con la integración continua de código en el proceso de desarrollo, se usó la plataforma GitHub, creando un repositorio privado en <https://github.com/> con el nombre “chatinmediatomultimedia”, con la finalidad de poder subir cambios estables de acuerdo con las versiones de la aplicación desarrollada.

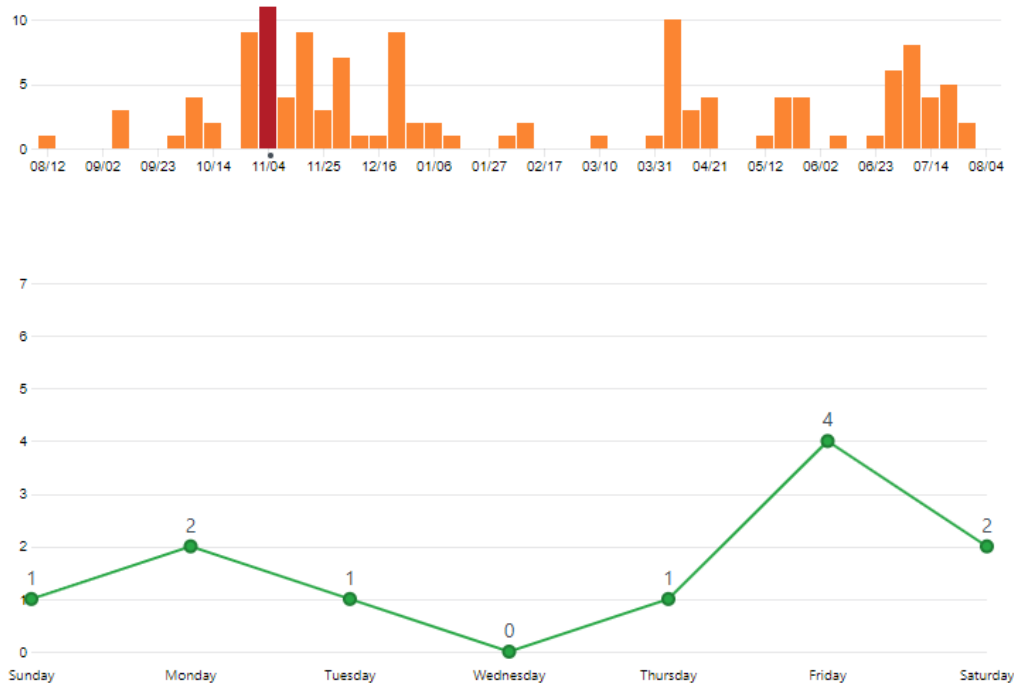


Ilustración 58 Seguimiento de contribuciones

La Ilustración 58 muestra el seguimiento de contribuciones y cambios realizados en el repositorio, considerando las fechas en que se subieron cambios y los días de frecuencia. Autoría propia.

d. Test-driven Programming

La programación dirigida por pruebas fue de importancia, debido a que cada método debió ser ejecutado y probado respectivamente para realizar cambios en el repositorio utilizado para la integración continua, por ello se utilizaron herramientas de seguimiento tales como Sourcetree que permite identificar versiones de cambios y el detalle de estos.

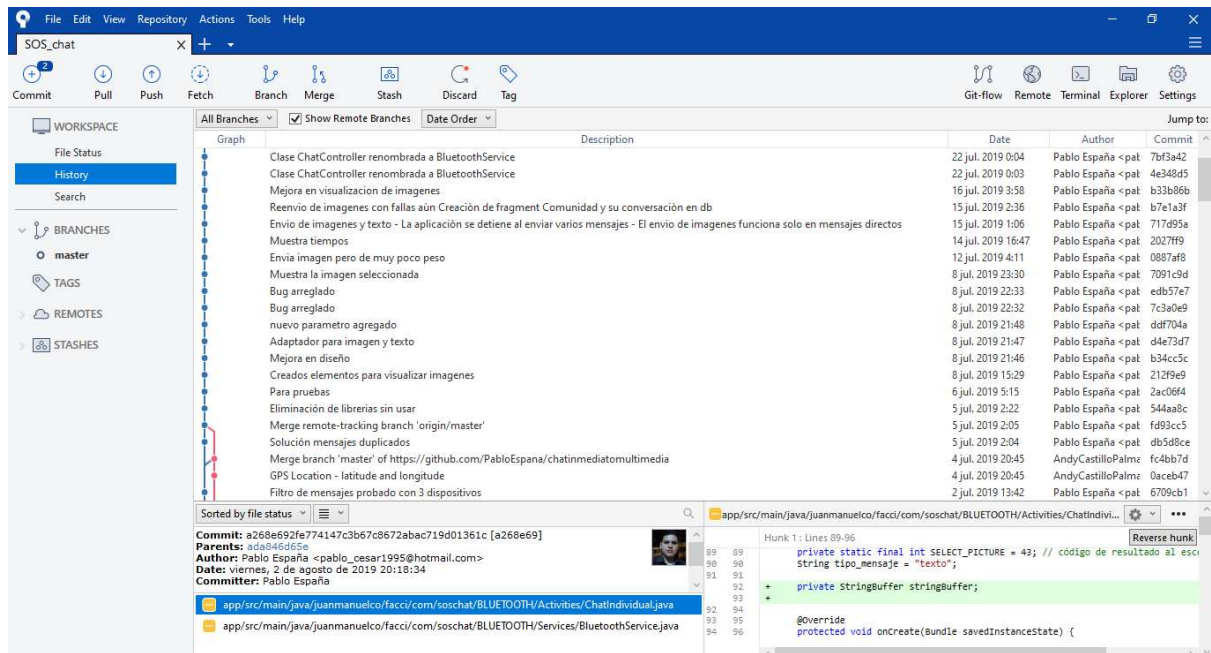


Ilustración 59 Herramienta de publicación de código SourceTree

La Ilustración 59 presenta el seguimiento de los cambios aprobados y publicados en el repositorio de integración continua, mostrando detalles de cada versión estable. Autoría propia.

Pruebas

a. Pruebas unitarias

Las pruebas unitarias del desarrollo de la aplicación de mensajería basada en la tecnología de transmisión de datos Bluetooth evalúan los métodos principales de las actividades, mismas que se centran en la conexión estable entre los dispositivos para establecer comunicación. Entre los métodos probados se tienen:

Comprobar Bluetooth

La aplicación al iniciarse comprueba que el dispositivo en el cual se encuentra instalada, cuenta con la tecnología Bluetooth, caso contrario con cumple con las especificaciones necesarias para el correcto funcionamiento.

Habilitar Bluetooth

Una vez comprobado que el dispositivo cuenta con Bluetooth la aplicación lo activa automáticamente, sin que el usuario intervenga en esta acción.

Estado de conexión

En la vista de chat, para finalidad de verificación visual se tienen tres estados de conexión “Conectado”, “Conectando” y “Sin conexión”, con el objetivo de determinar si el otro dispositivo se encuentra activo en la aplicación.

Estado mensaje

En el modelo de aplicación de la base de datos, cada mensaje con identificador único cuenta con el estado “1” y “0”, que representan si el mensaje ha sido entregado o no a su destinatario.

b. Pruebas de aceptación

Tabla 37 Prueba de aceptación de conexión Bluetooth

Caso de Prueba de Aceptación	
Código: ConexiónBT	Historia de usuario: 1,2,3,4,9,10,11
Nombre: Prueba conexión Bluetooth	
Descripción: Se pretende probar que el sistema de mensajería funcione acorde a las especificaciones, así como no se presente algún error al momento de que suceda desconexión.	
Condiciones de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - El usuario envía un mensaje a un contacto conectado - El usuario envía un mensaje a un contacto desconectado - El usuario desactivó Bluetooth - El sistema reenvía el mensaje 	
Entrada/Pasos de ejecución	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario accede al chat 2. El usuario desarrolla el mensaje (texto o imagen) 3. El usuario envía el mensaje a un contacto específico 4. El contacto recibe el mensaje 	
Resultado esperado:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema activa Bluetooth automáticamente 2. El sistema conecta al dispositivo destino 3. El sistema acepta el envío independientemente del estado de la conexión 4. El sistema garantiza la recepción del mensaje, reenviando en caso de que no haya llegado 	
Evaluación de la prueba: Se aprueba afirmativamente la secuencia de actividades	

La Tabla 37 presenta el caso de prueba de aceptación del sistema de mensajería tolerante a desconexión. Autoría propia.

Tabla 38 Prueba de aceptación de mensaje de emergencia

Caso de Prueba de Aceptación	
Código: MensajeEmergencia	Historia de usuario: 1,5,6,7,8,12
Nombre: Prueba de envío epidémico de mensaje de emergencia	
Descripción: Se pretende probar que el sistema de mensajería funcione acorde a las especificaciones, así como no se presente algún error al momento de que suceda desconexión.	
Condiciones de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - El usuario obtiene la ubicación - El usuario envía un mensaje de emergencia - El usuario detiene el envío - El sistema envía el mensaje 	
Entrada/Pasos de ejecución	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario accede a la aplicación 2. El usuario obtiene la ubicación 3. El usuario envía el mensaje a todos los contactos 4. El usuario detiene el envío 	
Resultado esperado:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema activa Bluetooth automáticamente 2. El sistema obtiene latitud y longitud donde se encuentra el dispositivo 3. El sistema envía el mensaje de emergencia en modo difusión epidémica a todos los emparejados con el dispositivo 4. El sistema detiene el proceso epidémico 	
Evaluación de la prueba: Se aprueba afirmativamente la secuencia de actividades	

La Tabla 38 presenta el caso de prueba de aceptación del envío de mensaje de emergencia en modo difusión epidémica. Autoría propia.

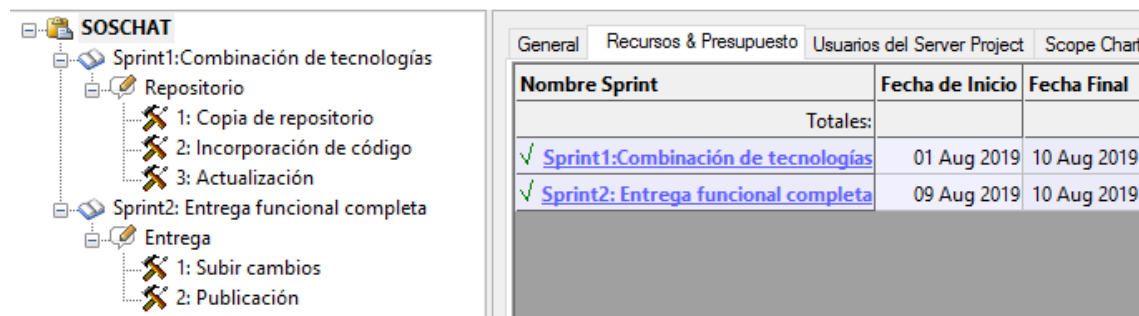
4.5. Sistema integrado SOSChat

Los prototipos de desarrollo de un sistema de mensajería que no dependa de infraestructura física de red, denominados ChatInmediato, mismos que están basados en las tecnologías de transmisión de datos WiFi y Bluetooth respectivamente, se integran en sus principios de difusión de mensajes, otorgando al usuario la posibilidad de escoger el medio por el cual desea hacer funcionar la aplicación realizando el envío de información en forma de mensajes.

Para ello, se nombra al proyecto integrado como “SOSChat”, haciendo uso de una metodología híbrida entre SCRUM y XP, tomando de cada modelo de desarrollo ágil de software sus principios primordiales de análisis y entrega de productos de calidad, obteniendo resultados satisfactorios que permitan cumplir con los objetivos principales del proyecto de investigación. La combinación de estas metodologías es frecuentemente utilizada entre profesionales, siendo a nivel global aceptada en un 14% dentro del entorno empresarial, cuyos principios dinámicos, entrega rápida y cumplimiento de requerimientos, la hacen idónea para el presente trabajo. (Moniruzzaman & Hossain, 2013)

4.5.1. Análisis o Planificación (Sprint e iteraciones)

Pila del producto



Nombre Sprint	Fecha de Inicio	Fecha Final
Totales:		
✓ Sprint1:Combinación de tecnologías	01 Aug 2019	10 Aug 2019
✓ Sprint2: Entrega funcional completa	09 Aug 2019	10 Aug 2019

Ilustración 60 Lista de productos de la aplicación SOSChat

La Ilustración 60 muestra el detalle de los Sprint manejados en el trabajo de integración del software, destacando la combinación de las tecnologías y la entrega funcional del producto. Autoría propia.

Historias de Usuario

Tabla 39 Historia de Usuario 1. Integración de diseño

Historia de usuario	
Número: 1	Usuario: Autor
Nombre de historia: Integración de diseño	
Prioridad: Alto	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados:	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Grupo desarrollador “SOSChat”	
Descripción: Combinar las pantallas de inicio en una sola, manteniendo la selección de tecnología inalámbrica de comunicación deseada por el usuario.	
Observaciones: Pruebas de integración continua, en el diseño de la pantalla principal se conserva el rastreo de ubicación de dispositivo, el evento multilenguaje y la opción de establecer un nombre de usuario dentro de la aplicación.	

La Tabla 39 especifica la historia de usuario 1, en la que se hace énfasis en la integración del diseño, las cuales son las vistas del sistema de mensajería. Autoría propia.

Tabla 40 Historia de Usuario 2. Integración de funciones

Historia de usuario	
Número: 2	Usuario: Autor
Nombre de historia: Integración de funciones	
Prioridad: Alto	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados:	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Grupo desarrollador “SOSChat”	
Descripción: Realizar las acciones respectivas en los repositorios contenedores del proyecto a fin de conservar las funciones que cumplen con los objetivos del sistema, cumpliendo con todas las características de integración correspondientes.	
Observaciones: El código contenido se combina por separado, conservando las características del sistema de mensajería de ambos modelos de transmisión.	

La Tabla 40 especifica la historia de usuario 2, en la que se hace énfasis en la integración de funciones, esto con la finalidad de proveer al usuario de la selección de tecnología de transmisión. Autoría propia.

Asignación de Tareas

Tabla 41 Tareas de integración

Tarea	Nombre	Tipo	Inicio	Fin	Descripción	Responsable
1	Copia de repositorio	Nueva	01/08/2019	02/08/2019	Se realiza una copia del repositorio que se integrará	Grupo SOSChat
2	Incorporación de código	Nueva	05/08/2019	07/08/2019	Se agrega el código del repositorio que se integra	Grupo SOSChat
3	Actualización	Nueva	08/08/2019	08/08/2019	Se actualizan los cambios del repositorio máster	Grupo SOSChat
4	Subir cambios	Nueva	09/08/2019	09/08/2019	Se combinan los cambios de los repositorios	Grupo SOSChat
5	Publicación	Nueva	10/08/2019	10/08/2019	Commit y posterior push	Grupo SOSChat

La Tabla 41 muestra las tareas de integración asignadas a los participantes del proyecto de investigación. Autoría propia.

Plan de entregas

- Primera entrega

Planificación de entrega incremental del sprint 1 en modo iteración para el 7 de agosto del 2019. Diseño integrado funcional, prototipo de vistas y navegación.

- Segunda entrega

Planificación de entrega incremental del sprint 1 en modo iteración para el 12 de agosto del 2019. Aplicación integrada funcional, cumple con especificaciones y características de un sistema de mensajería (Sin dependencia de infraestructura física de red).

4.5.2. Diseño del sistema integrado

Flujograma

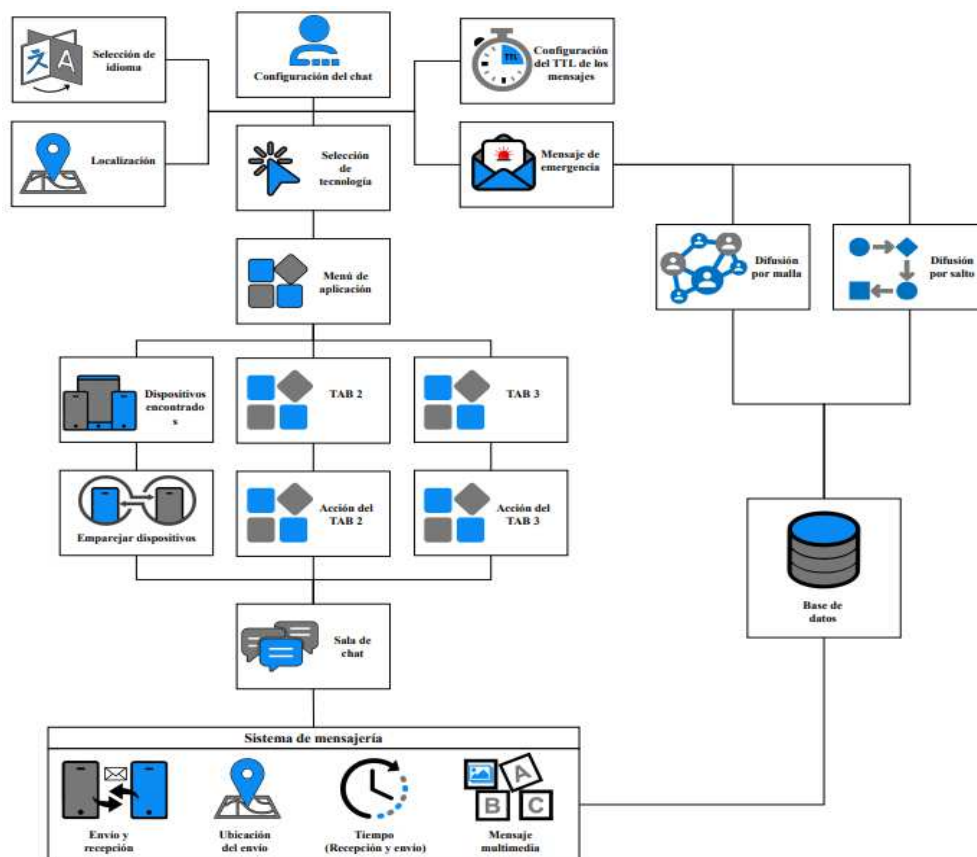


Ilustración 61 Flujograma del sistema integrado

La Ilustración 61 presenta el flujo general del sistema integrado SOSChat. Autoría propia.

Vista del sistema integrado

El sistema integrado SOSChat, contiene una única vista o pantalla inicial en el cual el usuario hace uso de la libre elección de escoger el tipo de tecnología inalámbrica de comunicación a utilizar, en la siguiente ilustración se aprecia esta característica, donde se conservan los rasgos esenciales de inicio de ambos proyectos, procurando que los procesos de selección no interfieran con las actividades con el dispositivo.

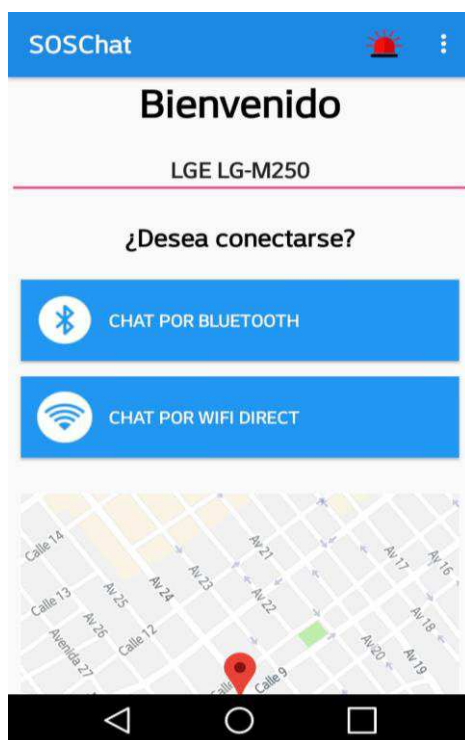


Ilustración 62 Vista del sistema integrado

La Ilustración 62 es el diseño general del sistema integrado SOSChat, mostrando dos botones en la parte central que permiten escoger el medio inalámbrico de transmisión de mensajes. Autoría propia.

4.5.3. Herramientas de integración

GitHub

Esta es una plataforma web de desarrollo colaborativo basada en Git, la cual ofrece todas sus funcionalidades además de integrar variedad de herramientas de control de acceso,

colaboración, trazabilidad, gestión de tareas y control de proyectos. (Lopez-Pellicer, Béjar, Latre, Noguerras-Iso, & Zarazaga-Soria, 2015)

En la ilustración a continuación se detalla la contribución referencial en las colaboraciones totales y parciales del proyecto en cuestión.

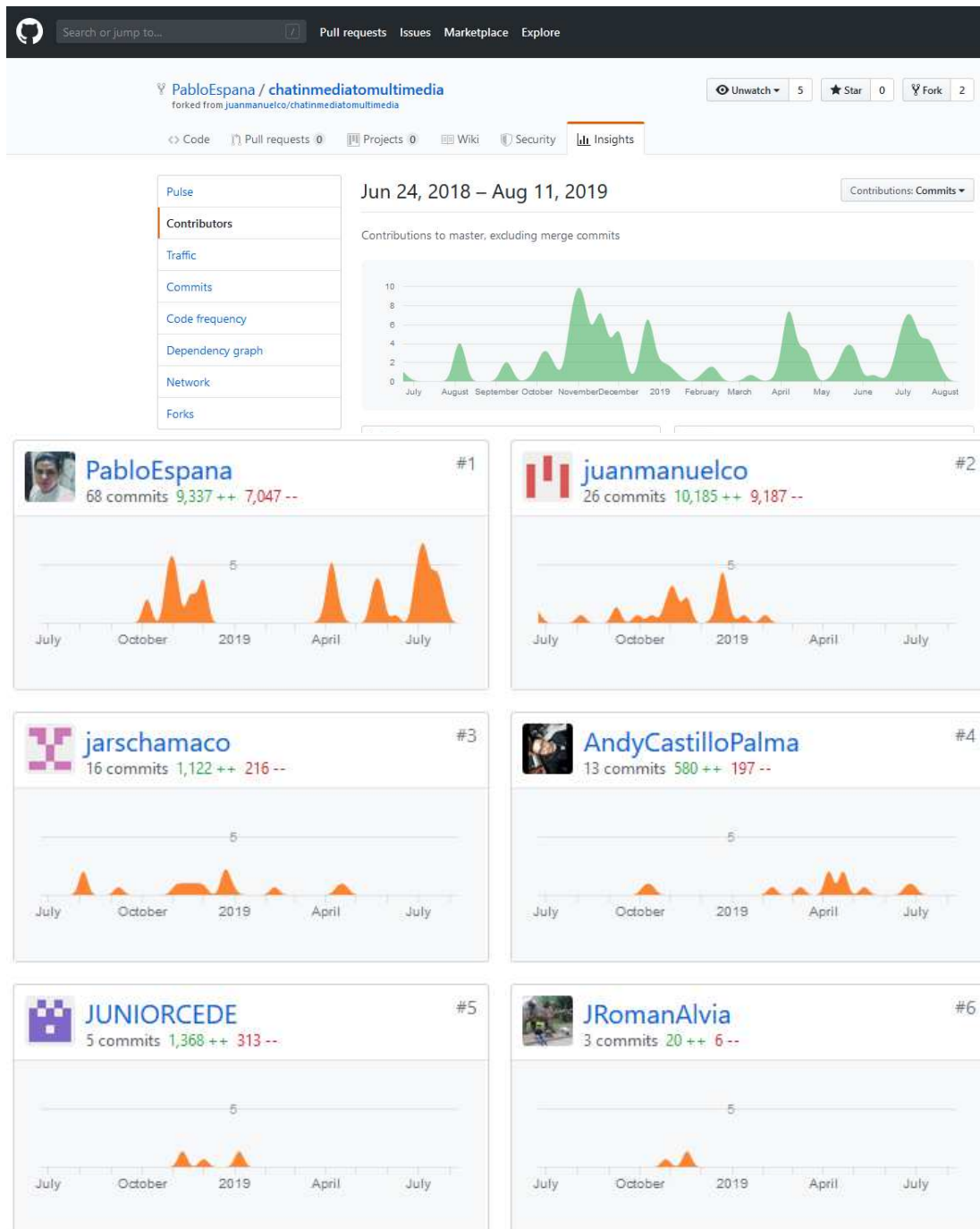


Ilustración 63 Contribuciones totales y parciales del proyecto

La Ilustración 63 muestra la colaboración en la plataforma de integración del sistema, datos que son referenciales de actividad. Autoría propia.

SourceTree

SourceTree es una aplicación de escritorio que permite gestionar los aspectos del repositorio de los proyectos de software, permitiendo crear diferentes ramas destinadas al desarrollo de una parte en concreto del código. (Aldeguez Silvero, 2017)

GitBash

Un bash, desde el punto de vista informático, es un programa informático que tiene la función de interpretar órdenes, basado en la shell de Unix. Gitbash es una consola desde la cual se interpretan los comandos de Git. Además, en esta consola se pueden ejecutar los comandos más habituales de Linux como, ls, cd, mkdir, rm, pwd, etc. (Bautista Perales, 2014)

4.5.4. Pruebas

Navegabilidad

SOSChat utiliza dos tecnologías de transmisión de datos similares, como lo son WiFi y Bluetooth; sin embargo, su funcionamiento en la aplicación es independiente e indistinto una de otra, por ello se definen las clases generales de las actividades dentro del sistema, dividiendo los métodos que permiten el correcto flujo de acuerdo con el estándar de transmisión empleado.

- Actividad principal WiFi. La clase InicioActivity contenida en los métodos de funcionamiento del sistema de mensajería.
- Modelo de datos WiFi. Se contiene en la clase DB_SOSCHAT con las tablas de mensajes y usuarios.
- Actividad principal Bluetooth. La clase MainActivityBT contenida en los métodos de funcionamiento del sistema de mensajería.
- Modelo de datos Bluetooth. Se contiene en las clases ChatDB, ContactosDB, MainDB, MensajeDB, MiChatDB y UsuarioDB.

Rendimiento y consumo energético

SOSChat tiene un bajo consumo energético en modo pasivo, aun cuando sus servicios están siendo ejecutados por debajo de la aplicación. El sistema operativo de Android Studio proporciona información referente al consumo de la batería dependiendo del tiempo de uso; sin embargo, estos datos varían sustancialmente de acuerdo con el tipo de dispositivo utilizado, por lo que se recomienda como trabajo futuro el realizar un estudio de rendimiento energético de la aplicación desarrollada.

En la ilustración mostrada a continuación, se aprecia información que proporciona el propio dispositivo en relación con la instalación de SOSChat. A nivel general se denota un espacio moderado, de igual manera se observan los permisos de la aplicación.

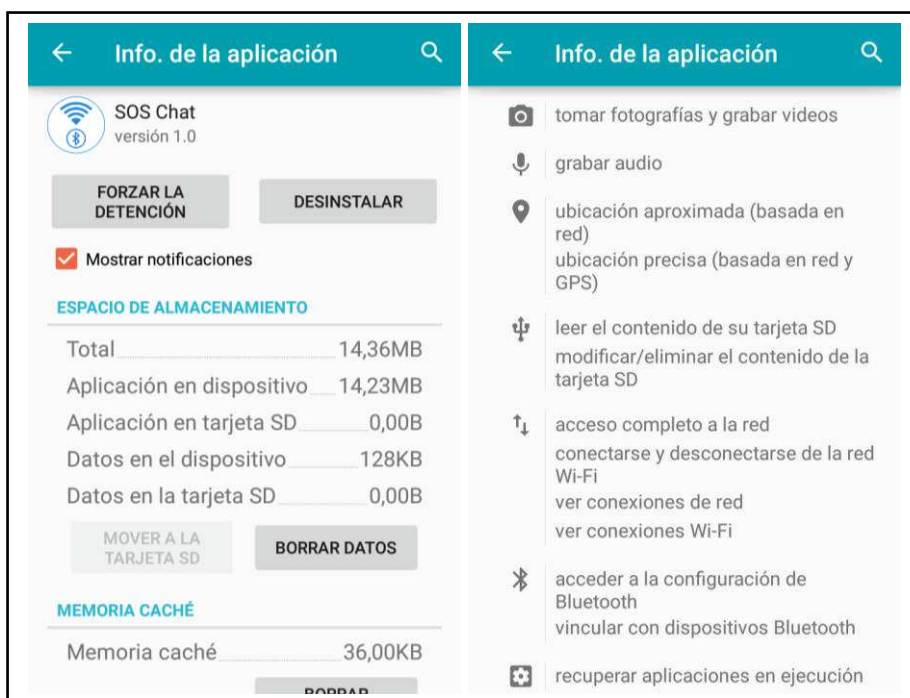


Ilustración 64 Información de la aplicación instalada

La Ilustración 64 muestra la información de la aplicación instalada y su rendimiento. Autoría propia.

Capítulo 5

Resultados

5.1. Introducción

Esta sección de se encuentra estructurada de forma que se evidencien los resultados esperados en este proyecto de investigación, mediante datos arrojados en diversos escenarios de funcionalidad y comparación estadística de criterios de prueba. De esta manera se tiene inicialmente un análisis de usabilidad de la aplicación mediante la utilización de la plantilla de Escala de Usabilidad del Sistema, misma que nos permitirá determinar el grado de interacción que tiene el usuario con el producto desarrollado. Posteriormente se presentan resultados de conexión en diversos escenarios, considerando la distancia y los obstáculos presentes en el radio de transmisión.

Luego, se realiza un análisis de la efectividad de entrega de mensajes de tipo texto, abarcando múltiples sesiones en ambiente de prueba. De igual manera, se presentan los resultados obtenidos del tiempo de entrega de mensajes de tipo imagen de acuerdo con el peso del archivo y la distancia entre los dispositivos involucrados. Seguidamente, se presentan e interpretan los datos recopilados de las simulaciones realizadas en base a parámetros establecidos, lo cual permite inferir generalidades del funcionamiento del producto desarrollado.

Finalmente, se realiza una comparación entre los resultados obtenidos de la tecnología de transmisión de datos Bluetooth y WiFi-Direct, con la finalidad de proveer al usuario un criterio de relevancia al momento de escoger la tecnología adecuada de acuerdo con la circunstancia de utilización del sistema.

5.2. Análisis de usabilidad de la aplicación

Para estudiar la usabilidad del sistema fue necesaria la utilización de la plantilla de Escala de Usabilidad del Sistema SUS, del inglés System Usability Scale; la cual permite realizar la medición de cualquier sistema y aplicación, tal como es el caso del presente proyecto que entrega un producto software en versión móvil.

Las razones de elección de esta plantilla de evaluación son variadas, mencionando las más importantes:

- Se encuentra fácilmente disponible, no es necesario elaborar nuestro propio cuestionario.
- Es económica, ya que puede ser administrada de forma sencilla y sin demasiado esfuerzo.
- SUS es probado y confiable.

5.2.1. Cálculo del puntaje de la escala de usabilidad del sistema

Para el cálculo del puntaje para cada uno de los encuestados, se realizó lo siguiente:

- Paso 1: Convertir la escala en número para cada una de las 10 preguntas
 - Totalmente en desacuerdo: 1 punto
 - En desacuerdo: 2 puntos
 - Neutro: 3 puntos
 - De acuerdo: 4 puntos
 - Muy de acuerdo: 5 puntos
- Paso 2: Calcular

$X = \text{Suma de los puntos para todas las preguntas impares} - 5$

$Y = 25 - \text{Suma de los puntos para todas las preguntas pares}$

$\text{Puntaje SUS} = (X + Y) \times 2.5$

La razón detrás del cálculo es muy intuitiva. La puntuación total es 100 y cada una de las preguntas tiene un peso de 10 puntos.

Como las preguntas impares están en un tono positivo, si la respuesta está totalmente de acuerdo, querrá darles el punto máximo, que es 10 para cada pregunta. Si la respuesta está muy en desacuerdo, querrá darles el punto mínimo que es 0. Restando 1 de cada una de las preguntas impares, se asegura de que el mínimo sea 0. Después de lo cual, al multiplicar por 2.5, se asegura de que el máximo es 10 para cada una de las preguntas.

Viceversa, para las preguntas pares en un tono negativo, si la respuesta está muy de acuerdo, querrá darles el punto mínimo que es 0 para cada pregunta. Si la respuesta está totalmente en desacuerdo, querrá darles el punto máximo que es 10. Como tal, al restar los puntos de cada pregunta de 5, se asegura de que el mínimo sea 0. Después de lo cual, al multiplicar por 2.5, se asegura que el máximo es 10 para cada una de las preguntas.

5.2.2. Interpretación de la escala de usabilidad del sistema (SUS)

El puntaje podrá decirle su rendimiento de usabilidad en los aspectos de efectividad, eficiencia y facilidad de uso general. Cada respuesta arroja un puntaje en una escala de 0 a 100, no se debe confundir como un porcentaje o percentil.

El puntaje promedio es de 68. Esto simplemente significa que un puntaje de 68 simplemente lo ubicará en el percentil 50. En la Tabla 42 se muestra la guía general sobre la interpretación de la puntuación:

Tabla 42 Escala de las puntuaciones de SUS

Puntuación	Grado	Calificación
>80.3	A	Excelente
68-80.3	B	Buena
68	C	Regular
51-68	D	Pobre
<51	F	Deficiente

La Tabla 42 presenta la escala de puntuaciones de SUS. (Jordan, Thomas, McClelland, & Weerdmeester, 2014)

Tabla 43 Escala de Usabilidad del Sistema

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1. Creo que me gustaría usar esta aplicación con frecuencia					X
2. La aplicación me pareció innecesariamente compleja	X				
3. Pensé que la aplicación es fácil de usar					X
4. Creo que necesitaría el apoyo de una persona técnica para poder usar la aplicación	X				
5. Encontré que las diversas funciones en esta aplicación estaban bien integradas				X	
6. Pensé que había demasiada inconsistencia en esta aplicación				X	
7. Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar esta aplicación muy rápidamente					X
8. La aplicación me pareció muy engorroso de usar		X			
9. Me sentí muy seguro usando la aplicación móvil				X	
10. Necesitaba aprender muchas cosas antes de comenzar a utilizar este sistema			X		

La Tabla 43 presenta el formato de la plantilla SUS de evaluación. (Jordan et al., 2014)

5.2.3. Interpretación de resultados SUS

De acuerdo con los datos obtenidos en las respuestas de cinco usuarios que utilizaron el sistema de mensajería SOSChat, se evidencia una puntuación promedio de 75,5 lo que le da a la aplicación una calificación de “BUENA” referente a su grado de usabilidad.

Esta calificación implica que a nivel general el diseño y sus funciones son intuitivas, resultando amigable a los usuarios, por lo que en una situación emergente es viable su utilización por el rápido aprendizaje de su manejo.

Tabla 44 Interpretación de resultados SUS

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5
Pregunta 1	5	5	4	5	4
Pregunta 2	1	1	2	1	1
Pregunta 3	5	5	3	4	4
Pregunta 4	1	2	1	2	1
Pregunta 5	4	4	5	4	5
Pregunta 6	4	5	4	4	5
Pregunta 7	5	4	5	4	4
Pregunta 8	2	1	3	2	3
Pregunta 9	4	5	5	4	5
Pregunta 10	3	2	3	3	3
Puntuación	80	80	72,5	72,5	72,5
Promedio			75,5		

La Tabla 44 presenta el resultado tabulado de la respuesta de cinco usuarios que llenaron la plantilla SUS en base a su interacción con la aplicación. Autoría propia.

5.3. Presentación de resultados en pruebas de implementación y simulaciones

En sesiones de recolección de datos a través de fichas y anotaciones de campo, se inició con la obtención de resultados del alcance de conexión de la tecnología Bluetooth, obteniendo la información presente en esta sección.

5.3.1. Alcance de la conexión en escenario con línea de vista

Tabla 45 Alcance de conexión en línea de vista

Origen		Destino		Metros	Estado
Latitud	Longitud	Latitud	Longitud		
-0.95356	-80.74429	-0.95368	-80.74495	20	1
-0.95356	-80.74429	-0.95383	-80.74509	30	1
-0.95356	-80.74429	-0.95394	-80.74510	40	1
-0.95356	-80.74429	-0.95397	-80.74506	50	1
-0.95356	-80.74429	-0.95403	-80.74507	60	1
-0.95356	-80.74429	-0.95408	-80.74508	70	1
-0.95356	-80.74429	-0.95383	-80.74508	80	1
-0.95356	-80.74429	-0.95387	-80.74509	90	1
-0.95356	-80.74429	-0.95385	-80.74507	100	1
-0.95356	-80.74429	-0.95386	-80.74506	110	0
-0.95356	-80.74429	-0.95386	.80.74509	120	0

La Tabla 45 muestra los datos de 11 sesiones de medición en este escenario abierto empezando desde los 20 metros en conexión estable y perdiendo la conexión desde los 100 metros. Autoría propia.

En la Tabla 45, se aprecia la información obtenida respecto a la distancia en metros que alcanza la conexión Bluetooth en un escenario sin obstáculos; la conexión establecida se midió a través

de una prueba de campo realizada en la ubicación registrada en la misma tabla, obteniendo así datos de latitud y longitud para referencia de este análisis. El resultado de la conexión se refleja en el campo “estado”, el cual varía entre 1 (que representa conexión activa) y 0 (que representa la desconexión). De esta manera, en la ilustración 65 se visualiza una caída notoria de la conexión de Bluetooth dentro de la aplicación a partir de los 100 metros, dato que es de relevancia para la creación de los métodos que minimicen esta limitante.

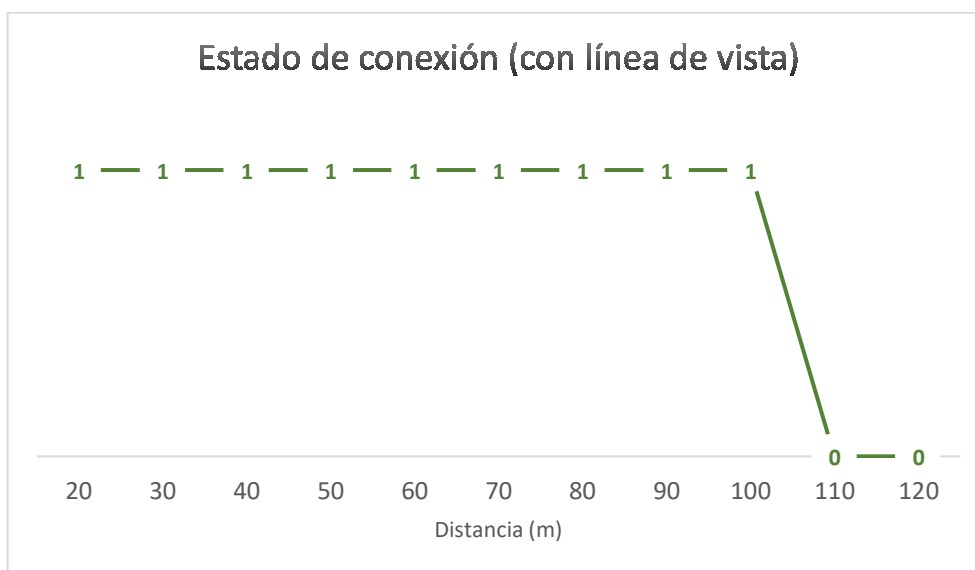


Ilustración 65 Estado de conexión con línea de vista

La Ilustración 65 muestra el cambio de estado de conexión en un escenario con línea de vista. Autoría propia.

5.3.2. Alcance de la conexión en escenario sin línea de vista

Tabla 46 Alcance de conexión sin línea de vista

Origen		Destino		Metros	Estado
Latitud	Longitud	Latitud	Longitud		
-1.05135	-80.66140	-1.05145	-80.74495	20	1
-1.05135	-80.66140	-1.05145	-80.66126	30	1
-1.05135	-80.66140	-1.05136	-80.66127	40	1
-1.05135	-80.66140	-1.05110	-80.66183	50	1
-1.05135	-80.66140	-1.05132	-80.66114	60	0
-1.05135	-80.66140	-1.05135	-80.66121	70	0

La Tabla 46 muestra los datos de 6 sesiones de medición en este escenario con obstáculos, empezando desde los 20 metros en conexión estable y perdiendo esta conexión desde los 50 metros. Autoría propia.

En la Tabla 46, se aprecia la información obtenida respecto a la distancia en metros que alcanza la conexión Bluetooth en un escenario sin línea de vista, es decir, con obstáculos; la conexión

establecida se midió a través de una prueba de campo realizada en la ubicación registrada en la misma tabla, obteniendo así datos de latitud y longitud para referencia de este análisis.

Los obstáculos que interfieren en la línea de visión del escenario son paredes de concreto y otros materiales que obstaculizan la transmisión directa. El resultado de la conexión se refleja en el campo “estado”, el cual varía entre 1 (que representa conexión activa) y 0 (que representa la desconexión).

De esta manera, en la Ilustración 66 se visualiza una caída notoria de la conexión de Bluetooth dentro de la aplicación a partir de los 50 metros, dato que es de relevancia para la creación de los métodos que minimicen esta limitante.

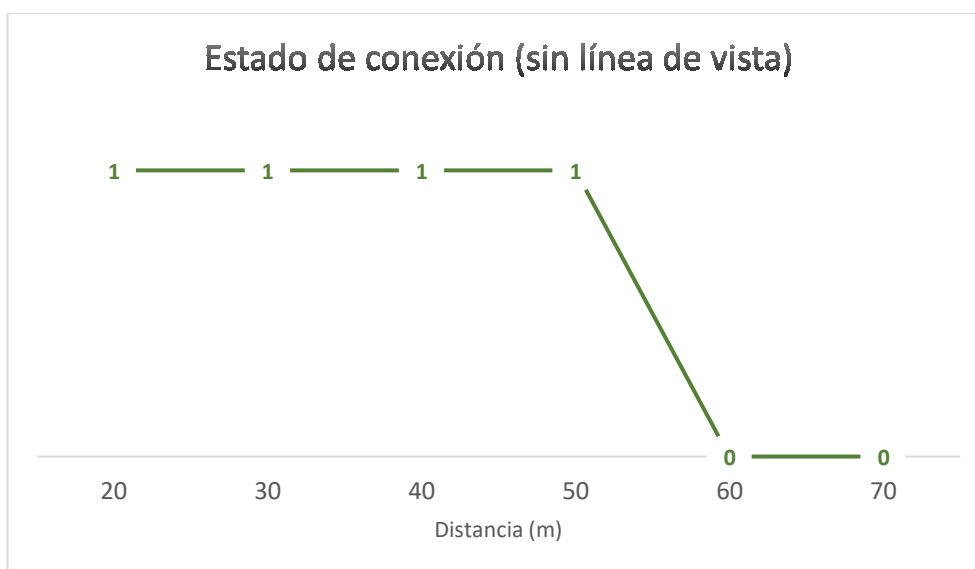


Ilustración 66 Estado de conexión sin línea de vista

La Ilustración 66 muestra el cambio de estado de conexión en un escenario sin línea de vista. Autoría propia

5.3.3. Efectividad de entrega de mensajes de tipo texto según saltos

A continuación, se tienen 30 sesiones de envío de mensajes, en las que se tomó registro de los saltos que realizó dicho mensaje hasta llegar a su destino. El número máximo de saltos realizado es 3, debido a que para pruebas en ambiente de campo tan sólo se contó con 5

teléfonos inteligentes. En el presente análisis, se tiene el estado de envío en el cual se encuentra a “1” como mensaje enviado y “0” como mensaje no enviado.

Tabla 47 Registro de saltos en envío de mensajes

ID_mensaje	ID_chat	Tipo	Contenido	Salto	Estado
msg-3642303	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Hola LG	1	1
msg-1700827	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Prueba de envío	1	1
msg-240649	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Desconexión	1	1
msg-2182125	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Buenos días	1	1
msg-4123601	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Un salto	1	0
msg-6065077	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Emoji	1	1
msg-8006553	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Emoji	1	1
msg-9948029	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Sin conexión	1	1
msg-11889505	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Emoji	1	1
msg-13830981	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Salto	1	1
msg-15772457	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Hola LG	2	1
msg-17713933	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Prueba de envío	2	1
msg-19655409	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Desconexión	2	1
msg-21596885	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Buenos días	2	1
msg-23538361	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Dos saltos	2	1
msg-25479837	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Emoji	2	1
msg-27421313	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Emoji	2	1
msg-29362789	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Sin conexión	2	1
msg-31304265	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Emoji	2	0
msg-33245741	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Salto	2	0
msg-35187217	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Hola LG	3	1
msg-37128693	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Prueba de envío	3	1
msg-39070169	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Desconexión	3	1
msg-41011645	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Buenos días	3	1
msg-42953121	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Tres saltos	3	1
msg-44894597	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Emoji	3	1
msg-46836073	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Emoji	3	0
msg-48777549	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Sin conexión	3	1
msg-50719025	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Emoji	3	1
msg-52660501	LGE LG-M25048:60:5F:C7:35:56	texto	Salto	3	0

La Tabla 47 muestra el registro de varias sesiones de envío de mensajes y el respectivo estado de recepción. Autoría propia.

En la Ilustración 67 se aprecia el escenario de transmisión de datos de tipo texto, este fue utilizado para realizar las pruebas de efectividad de entrega de mensajes según los saltos desde el origen hasta llegar al destino. Por ello, se consideró el espacio entre los dispositivos que actúan como nodos, teniendo una distancia de 0 a 70 metros entre cada uno.

Así, se logró establecer un total aproximado de 200 metros de recorrido de mensajes en relación con el escenario establecido.

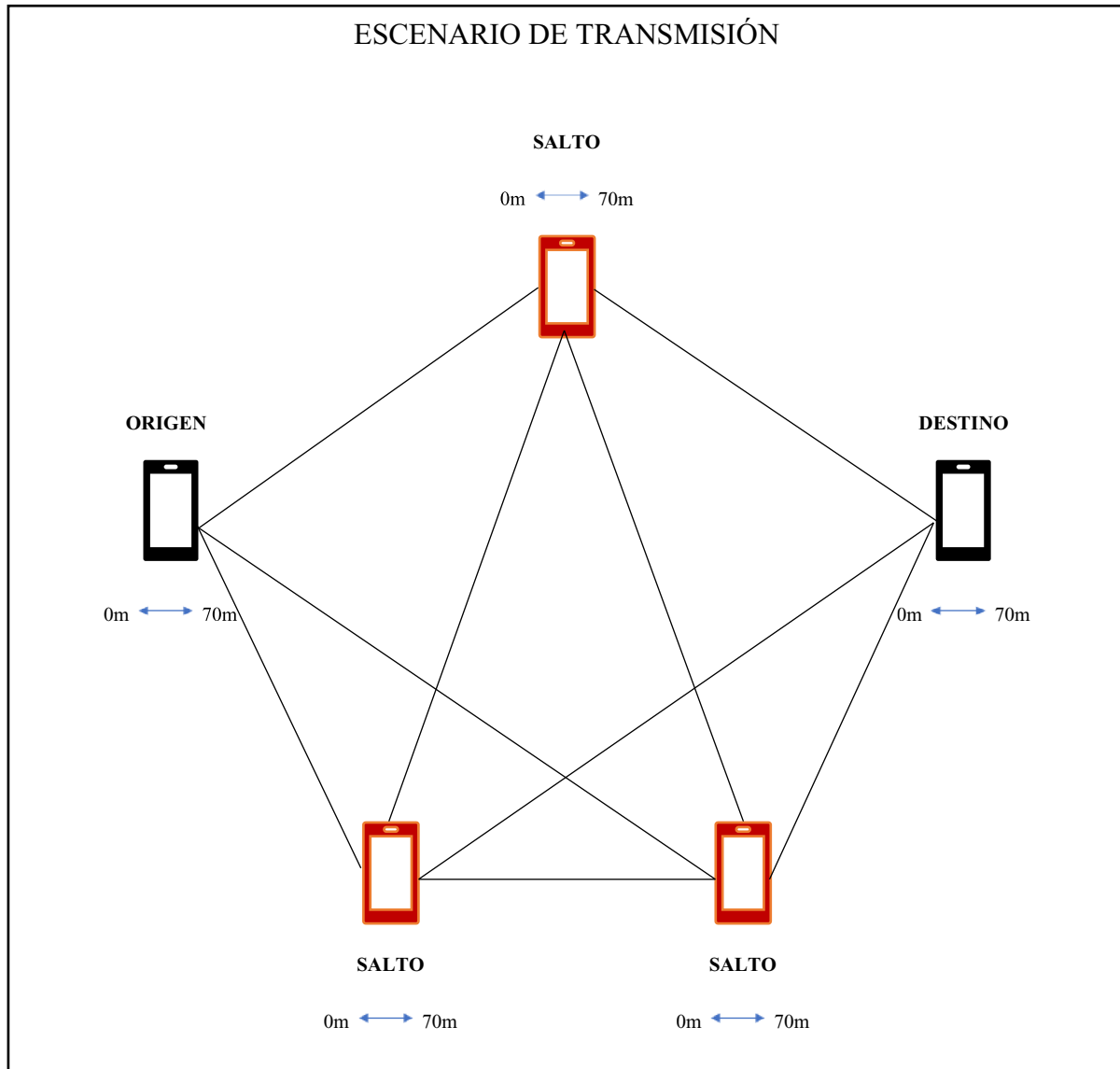


Ilustración 67 Escenario de transmisión de mensajes

La Ilustración 67 muestra el escenario de transmisión de mensajes en las pruebas de envío de texto según saltos. Autoría propia.

Respecto a las sesiones de prueba, vistas en detalle en la Tabla 47 se realizó un resumen de la información obtenida, logrando comprender que la aplicación tiene un porcentaje de efectividad del 90% de entrega de mensaje enviado cuando existe sólo un dispositivo intermedio que actúa como salto; sin embargo, esa efectividad disminuye de manera progresiva hasta un 10% menos cuando se aumenta el número de teléfonos intermedios, cabe

destacar que este porcentaje puede variar dependiendo de la estabilidad de la conexión entre los dispositivos involucrados, dando a conocer así que los datos presentados en la Tabla 48 son estimaciones de funcionamiento del sistema de mensajería.

Tabla 48 Resumen del registro de saltos en envío de mensajes

Saltos	Enviados	Recibidos	Perdidos	Efectividad
1	10	9	1	90%
2	10	8	2	80%
3	10	8	2	80%

La Tabla 48 muestra el resumen de la recolección de datos en el envío de mensajes detallado en la Tabla 47. Autoría propia.



Ilustración 69 Envío de mensajes

La Ilustración 68 muestra el proceso de envío de mensajes a través de la aplicación. Autoría propia.



Ilustración 68 Recepción de mensajes

La Ilustración 69 muestra el proceso de recepción de mensajes a través de la aplicación. Autoría propia.

5.3.4. Tiempo de envío de archivos tipo imagen

En esta sección, se muestran las pruebas realizadas en el sistema de mensajería en el modo multimedia, calculando el tiempo que toma una imagen de determinado peso, en llegar a su destino en el modo punto a punto, considerando también la distancia a la que se encuentran los dispositivos involucrados. En estas sesiones, además de las características lógicas del sistema

como peso de imagen y distancia de la conexión, estuvo presente también el escenario sin línea de visión sobre el cual fueron realizadas mencionadas pruebas; por lo que el rango máximo alcanzado fue de 25 metros. Consideraciones que se aprecian en la Tabla 49.

Tabla 49 Tiempo de envío de archivos tipo imagen

Distancia: 1 metro									
Prueba	1KB	32KB	64KB	120KB	256KB	512KB	1MB	2MB	5MB
1	782	403	174	240	999	2359	4623	7340	22062
2	757	700	169	250	1133	2320	4576	7347	22065
3	862	544	174	221	910	2393	4689	7291	22057
4	848	367	196	237	921	2327	4523	7260	22150
5	824	535	161	273	1161	2455	4667	7308	22136
Distancia: 10 metros									
Prueba	1KB	32KB	64KB	120KB	256KB	512KB	1MB	2MB	5MB
1	452	511	683	715	1319	2120	2239	5764	20788
2	454	514	689	763	1377	2053	2408	5897	20838
3	454	541	692	754	1311	2147	2527	5846	20829
4	448	547	688	721	1354	2159	2555	5857	20770
5	466	535	680	726	1357	2152	2550	5821	20847
Distancia: 20 metros									
Prueba	1KB	32KB	64KB	120KB	256KB	512KB	1MB	2MB	5MB
1	455	639	287	404	526	1426	4232	7014	68609
2	459	624	321	404	540	1483	4242	7025	69346
3	460	641	339	401	536	1423	4291	7013	68719
4	455	626	298	411	603	1446	4274	7029	68357
5	456	635	321	408	533	1486	4238	7075	68403
Distancia: 25 metros									
Prueba	1KB	32KB	64KB	120KB	256KB	512KB	1MB	2MB	5MB
1	496	431	293	603	1397	2860	4155	7649	21966
2	494	469	291	610	1319	2857	4201	7668	22016
3	501	466	301	623	1383	2835	4184	7612	22033
4	492	441	302	606	1369	2842	4180	7644	22097
5	496	475	340	630	1322	2794	4160	7671	22020

La Tabla 49 muestra en detalle el envío de archivos de tipo imagen, obteniendo el tiempo de transmisión en milisegundos. Autoría propia.

Tabla 50 Resumen de pruebas de envío de archivos tipo imagen

Metros	1KB	32KB	64KB	120KB	256KB	512KB	1MB	2MB	5MB
1	0,815	0,510	0,175	0,244	1,025	2,371	4,616	7,309	22,094
10	0,455	0,530	0,686	0,736	1,344	2,126	2,456	5,837	20,814
20	0,457	0,633	0,313	0,406	0,548	1,453	4,255	7,031	68,687
25	0,496	0,456	0,305	0,614	1,358	2,838	4,176	7,649	22,026

La Tabla 50 presenta un resumen de los datos de prueba de mensajes de tipo imagen en una zona con obstáculos, obteniendo como resultado el tiempo en segundos que demoró en llegar la información. Autoría propia.

En la Tabla 50 se aprecia el resumen de las pruebas, considerando que la distancia en metros para las mediciones fue de 1, 10, 20 y 25 metros respectivamente; mientras que los pesos de archivo estimados fueron en un rango de 1 a 512 en Kilobytes y de 1 a 5 en Megabytes.

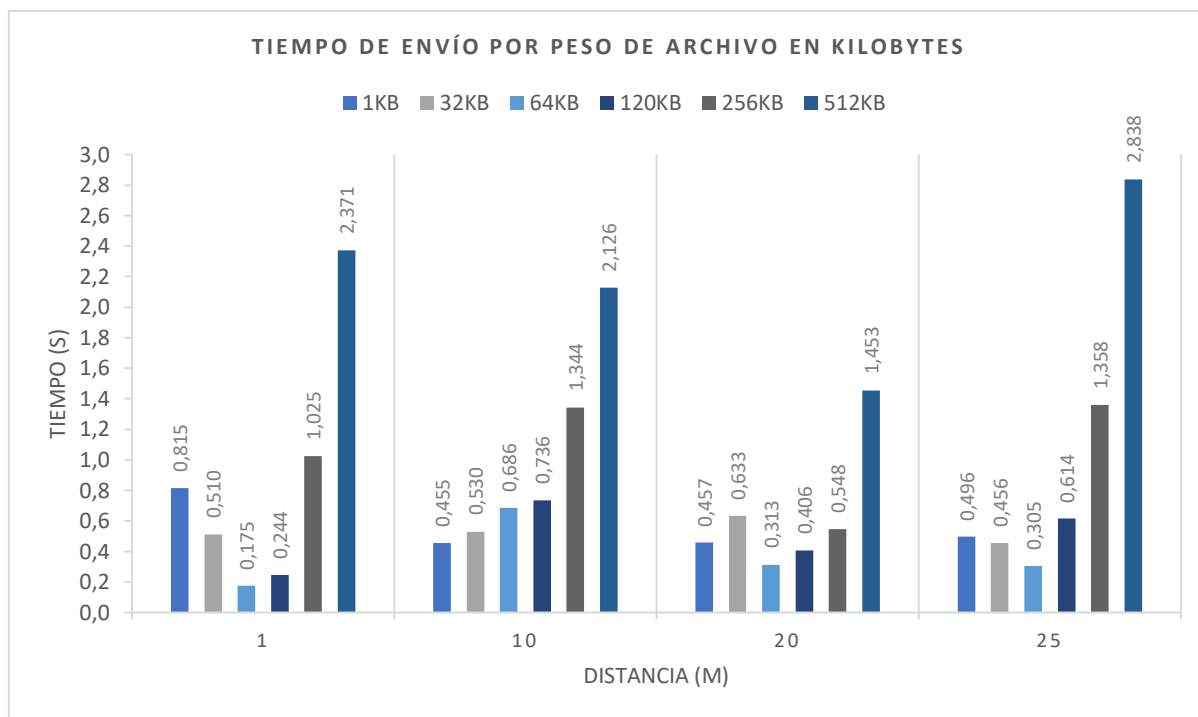


Ilustración 70 Gráfica tiempo de envío por peso de archivo en Kilobytes

La Ilustración 70 muestra el análisis comparativo de los tiempos que toma un mensaje en llegar según su peso en Kilobytes y distancia, el eje X expresado en metros y el eje Y expresado en segundos. Autoría propia.

El análisis que se aprecia del tiempo que un mensaje tarda en llegar según su peso y la distancia que recorre en un escenario con obstáculos (sin línea de visión), muestra la relación que existe entre estos datos de caracterización, observando que en tamaños dados menores a 1MB los tiempos se mantienen; sin embargo, en sesiones con archivos de peso mayor a 1MB la diferencia entre los tiempos de entrega varían considerablemente.

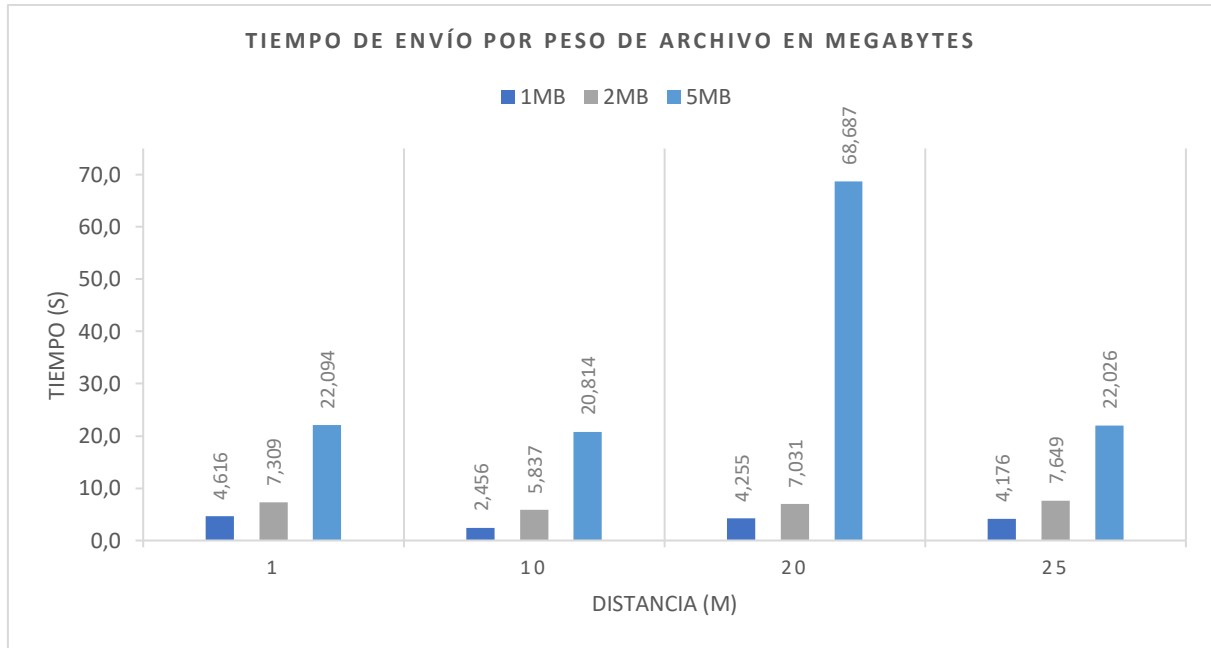


Ilustración 71 Gráfica tiempo de envío por peso de archivo en Megabytes

La Ilustración 71 muestra el análisis comparativo de los tiempos que toma un mensaje en llegar según su peso en Megabytes y distancia, el eje X expresado en metros y el eje Y expresado en segundos. Autoría propia.

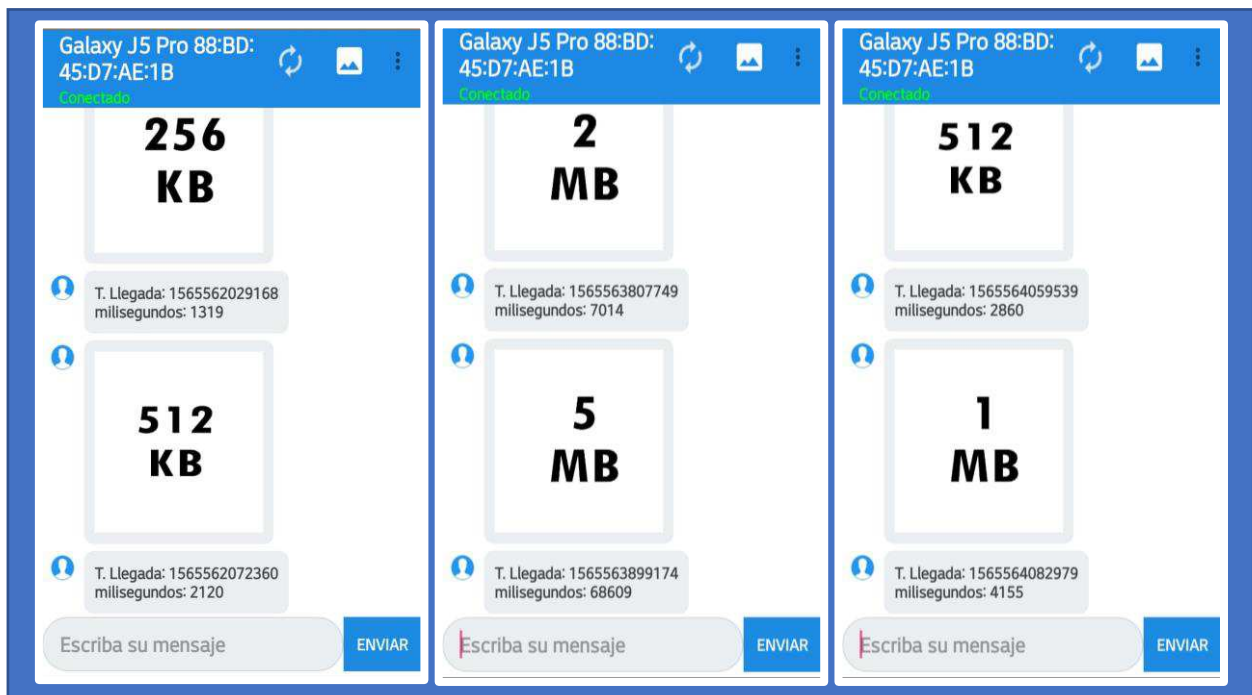


Ilustración 72 Sistema de mensajería multimedia, envío de imágenes

La Ilustración 72 muestra captura de pantalla de una porción de las pruebas realizadas en sesiones de medición del tiempo de entrega de mensajes según su peso y distancia. Autoría propia.

5.3.5. Simulaciones

La simulación de escenarios con la finalidad de predecir el funcionamiento de la aplicación fue de gran relevancia para determinar datos referenciales en cuanto a los resultados de su utilización en un ambiente real. Para esto, se empleó el software The-ONE-1.6.0 DTN simulator, el cual es un entorno de simulación capaz de realizar la generación de movimiento de nodos en la utilización de diversos modelos, enrutamiento de mensajes entre nodos con varios algoritmos de redes tolerantes al retardo además de ofrecer la visualización de la movilidad en el envío de mensajes en tiempo real mediante su interfaz gráfica de usuario. (SINDTN & CATDTN, 2015b, 2015a)

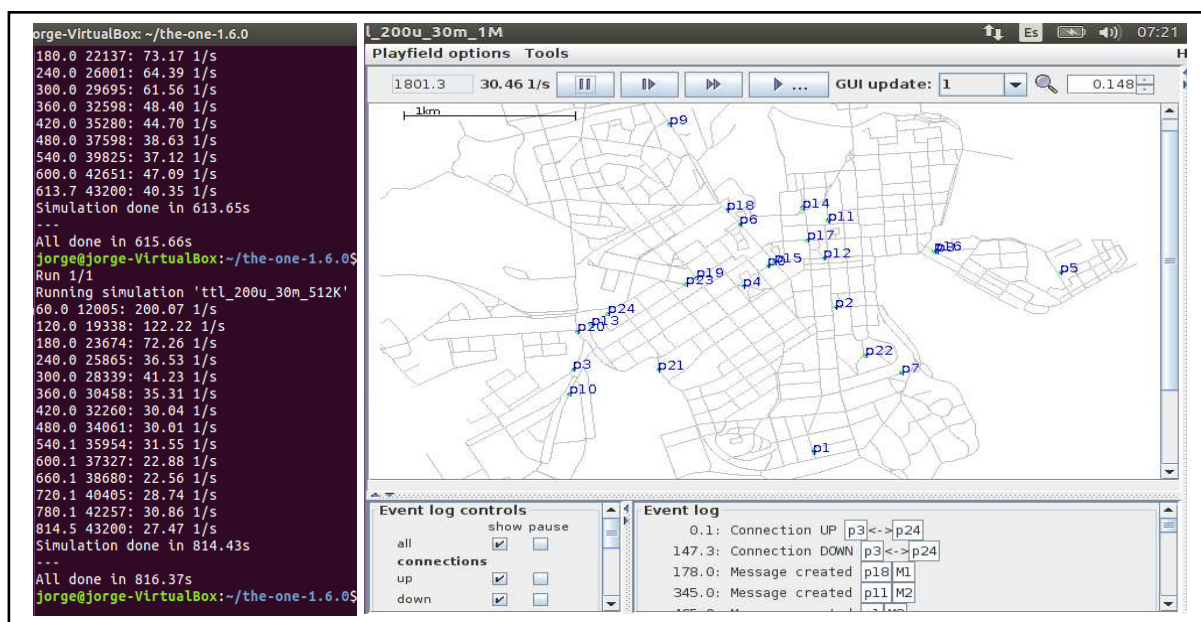


Ilustración 73 Entorno de funcionamiento y ejecución The ONE simulator

La Ilustración 73 muestra el entorno de funcionamiento y ejecución del simulador de nodos en redes DTN The ONE, el cual se basa en su principio de software no propietario, ejecutándose en una plataforma como Ubuntu. Autoría propia.

Este software, como un entorno real de simulación oportunista brindó resultados específicos y de importancia al proyecto, tales como tiempos de envío, porcentaje de entrega y los saltos en el modelo de difusión de mensajes; datos que se visualizan en las secciones siguientes.

Parámetros de simulación

A continuación, en la Tabla 51 se detallan los parámetros de simulación respectivos.

Tabla 51 Parámetros de simulación

Parámetro	Valor
Tiempo de simulación	12 horas
Área de simulación	4500m x 3400m
Ancho de banda	2Mbps
Velocidad de los nodos	0,25m/s – 1,5m/s
Interfaz	Bluetooth
Grupos de nodos	1
Protocolo	Epidémico
Tiempo de vida del mensaje	12 horas
Espacio de memoria	1000M
Hosts	25; 50; 100; 200
Rango de hosts	0 – 24; 0 – 49; 0 - 99; 0 - 199
Peso del mensaje	64B; 128B; 256B; 512B; 1K; 32K; 64K; 128K; 256K; 512K; 1M; 2M; 5M; 10M
Número de reportes	1 por cada simulación
Simulaciones	56 en total

La Tabla 51 muestra los criterios considerados en las simulaciones. Autoría propia.

Cantidad de mensajes entregados

En esta simulación se obtuvo como resultados la cantidad de mensajes entregados de acuerdo con el número de envíos realizados. Así se tiene que la cantidad de envíos o mensajes creados por el simulador fueron aproximadamente 370.

En la Tabla 52 se encuentran la cantidad de mensajes entregados, esta información es de relevancia para determinar el nivel de entrega promedio y medir su fiabilidad.

Tabla 52 Cantidad de mensajes entregados

	64B	128B	256B	512B	1K	32K	64K	128K	256K	512K	1M	2M	5M	10M
25	295	295	295	295	295	292	279	257	230	197	166	125	42	15
50	315	315	315	315	315	315	312	308	280	232	210	173	51	15
100	326	326	326	326	326	324	324	322	317	304	262	224	102	18
200	348	348	348	348	348	348	348	348	347	345	319	252	122	34

La Tabla 52 muestra la cantidad de mensajes entregados en relación con el número de mensajes creados y envíos realizados. Autoría propia.

En la Ilustración 74 se evidencia la relación que existe entre la cantidad de mensajes entregados con el peso del archivo, mostrando un equilibrio notorio en relación con el número de dispositivos, los cuales son 25, 50, 100 y 200 representados en las series 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

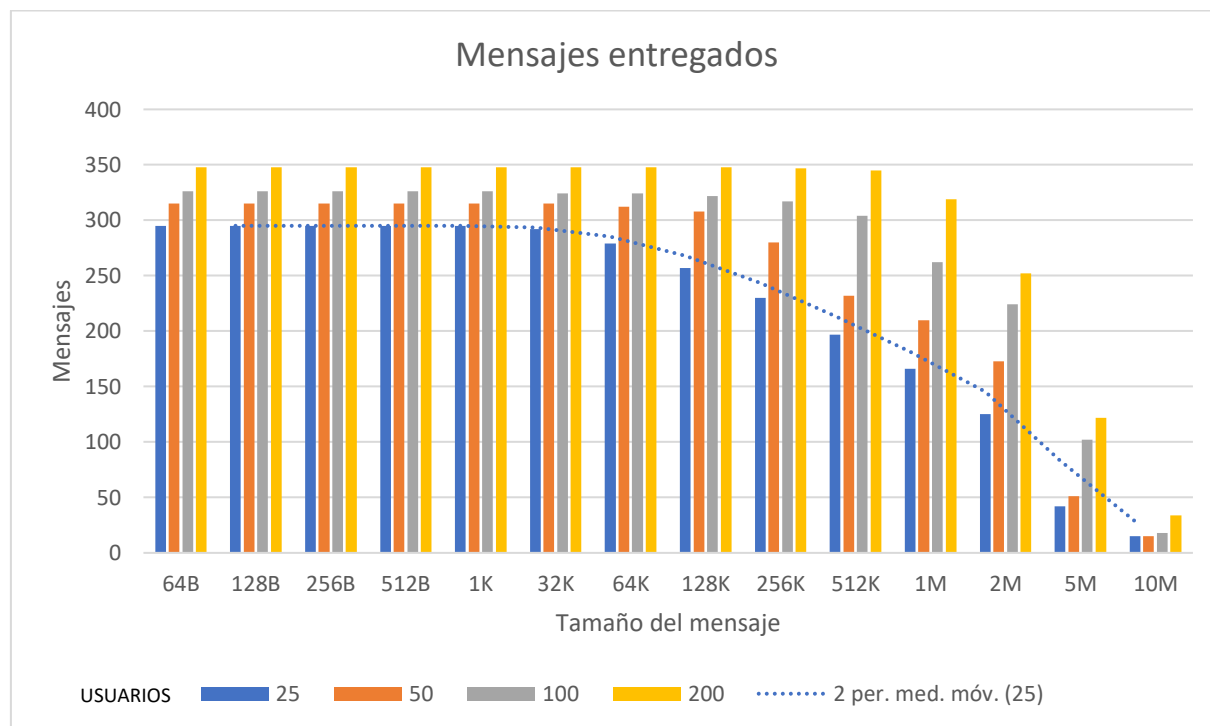


Ilustración 74 Relación de entrega de mensajes y características de envío

La Ilustración 74 muestra la relación de entrega de mensajes de acuerdo con sus características de envío, tales como el número de usuarios y el peso del mensaje. Autoría propia.

Entrega promedio de mensajes en porcentaje

La entrega promedio de mensajes, dada en porcentaje brinda un análisis de aceptación del sistema, teniendo una alta cantidad de entrega en archivos de peso inferior a 1 MB, mayores a este la efectividad disminuye considerablemente.

Tabla 53 Entrega promedio de mensajes expresado en porcentaje

	64B	128B	256B	512B	1K	32K	64K	128K	256K	512K	1M	2M	5M	10M
25	79,09	79,09	79,09	79,09	79,09	78,28	74,80	68,90	61,66	52,82	44,50	33,51	11,26	4,00
50	86,07	86,07	86,07	86,07	86,07	86,07	85,25	84,15	76,50	63,39	57,38	47,27	13,93	4,00
100	89,32	89,32	89,32	89,32	89,32	88,77	88,77	88,22	86,85	83,29	71,78	61,37	27,95	5,00
200	93,30	93,30	93,30	93,30	93,30	93,30	93,30	93,30	93,03	92,49	85,52	67,56	32,71	9,12

La Tabla 53 muestra en porcentaje la entrega promedio de mensajes, mostrando una aceptada efectividad en el proceso. Autoría propia.

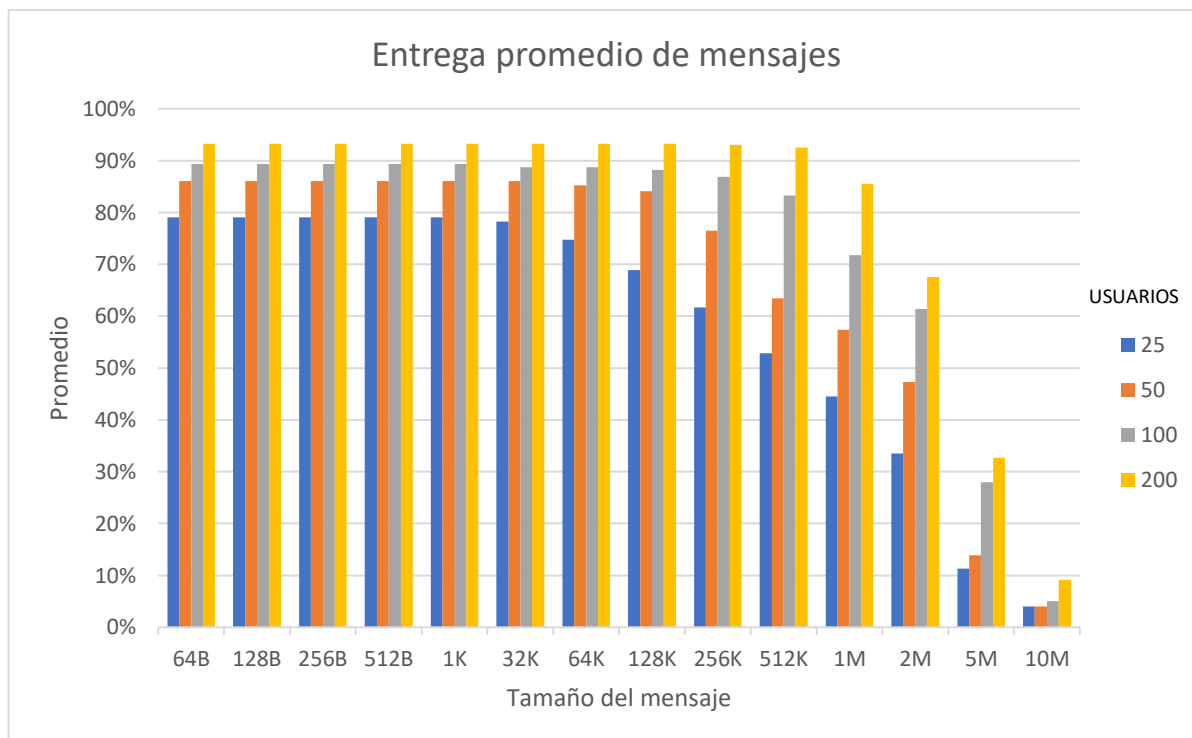


Ilustración 75 Promedio de entrega de mensajes expresado en porcentaje

La Ilustración 75 muestra el porcentaje de entrega de mensajes en la simulación. Autoría propia.

Claro está que, en situaciones emergentes, los mensajes enviados son de poco tamaño, por lo que con los datos de la simulación es posible predecir una alta efectividad de ayuda en esas circunstancias.

Tiempo promedio de entrega de mensajes entre nodos

A continuación, en la Tabla 54 se muestra el tiempo promedio que dura un mensaje en pasar entre nodo y nodo, notando la relación directa que existe entre el tiempo expresado en segundos y el tamaño del mensaje según el número de dispositivos involucrados.

Tabla 54 Tiempo promedio de entrega de mensajes entre nodos

	64B	128B	256B	512B	1K	32K	64K	128K	256K	512K	1M	2M	5M	10M
25	8,63	8,63	8,63	8,63	8,63	8,81	9,45	10,39	11,2	12,61	13,46	14,32	16,05	15,31
50	6,1	6,1	6,1	6,1	6,12	6,12	6,24	6,73	8,27	10,4	11,68	14,02	18,22	17,42
100	4,23	4,22	4,22	4,23	4,23	4,22	4,23	4,29	4,6	5,67	8,31	10,55	18,42	21,39
200	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,04	3,12	3,35	4,72	7,91	13,65	21,33

La Tabla 54 presenta el tiempo promedio de entrega de mensajes entre nodos, dado en segundos, existe una relación notoria junto al peso del archivo establecido, existiendo una variación circunstanciada del proceso. Autoría propia.

Como análisis de la Ilustración 76 que muestra el comportamiento del tiempo de entrega de mensajes, es posible deducir que la simulación dio como resultado que a mayor número de dispositivos que se encuentren en la red, menor es el tiempo que toma llegar un mensaje de un nodo a otro, esto debido a la densidad del escenario en el cual, la interacción de los usuarios es más cercana.

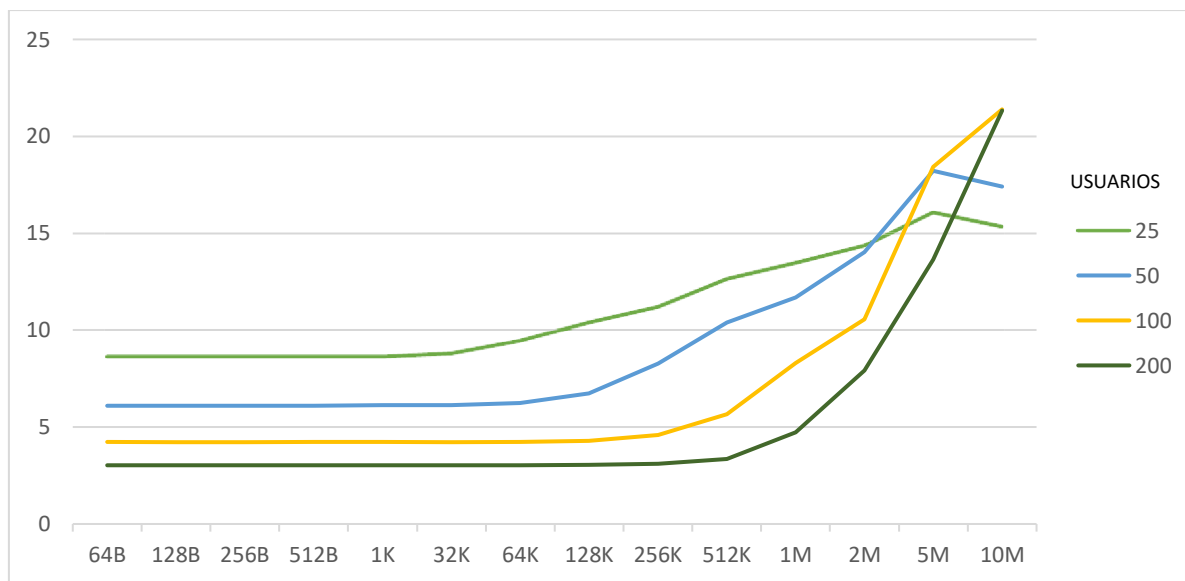


Ilustración 76 Tiempo promedio de entrega de mensajes entre nodos

En la Ilustración 76 se aprecia el tiempo promedio que dura la transmisión de mensajes entre nodos. Autoría propia.

Saltos promedio del sistema de mensajería

Respecto a los saltos promedio en el sistema de mensajería, considerando el origen y el destino, en la Tabla 55 se muestra la relación de este proceso con el tamaño del dato enviado hasta llegar al receptor respectivo.

Tabla 55 Saltos promedio del sistema de mensajería

	64B	128B	256B	512B	1K	32K	64K	128K	256K	512K	1M	2M	5M	10M
25	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	2,87	2,85	2,65	2,46	2,14	1,79	1,56	1,26	1,07
50	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,47	3,46	3,32	3,15	2,64	2,19	2	1,65	1,13
100	3,79	3,79	3,79	3,79	3,79	3,78	3,79	3,78	3,74	3,58	2,89	2,42	2,27	1,56
200	4,26	4,26	4,26	4,26	4,26	4,25	4,24	4,19	4,23	4,29	3,87	3,03	2,72	2,82

La Tabla 55 presenta el número de saltos realizado por el mensaje hasta llegar a su destino, los datos mostrados son el promedio general de acuerdo con la cantidad de mensajes enviados y recibidos respectivamente. Autoría propia.

De esta manera, en la Ilustración 77 se logra apreciar que los saltos promedio de acuerdo con los parámetros de simulación establecidos, varían entre 2 y 5 aproximadamente; esta variación sucede debido a la densidad del escenario, en el que, a mayor cantidad de dispositivos involucrados en la red menor cantidad de saltos habrá en el sistema desde el envío hasta la recepción del mensaje.

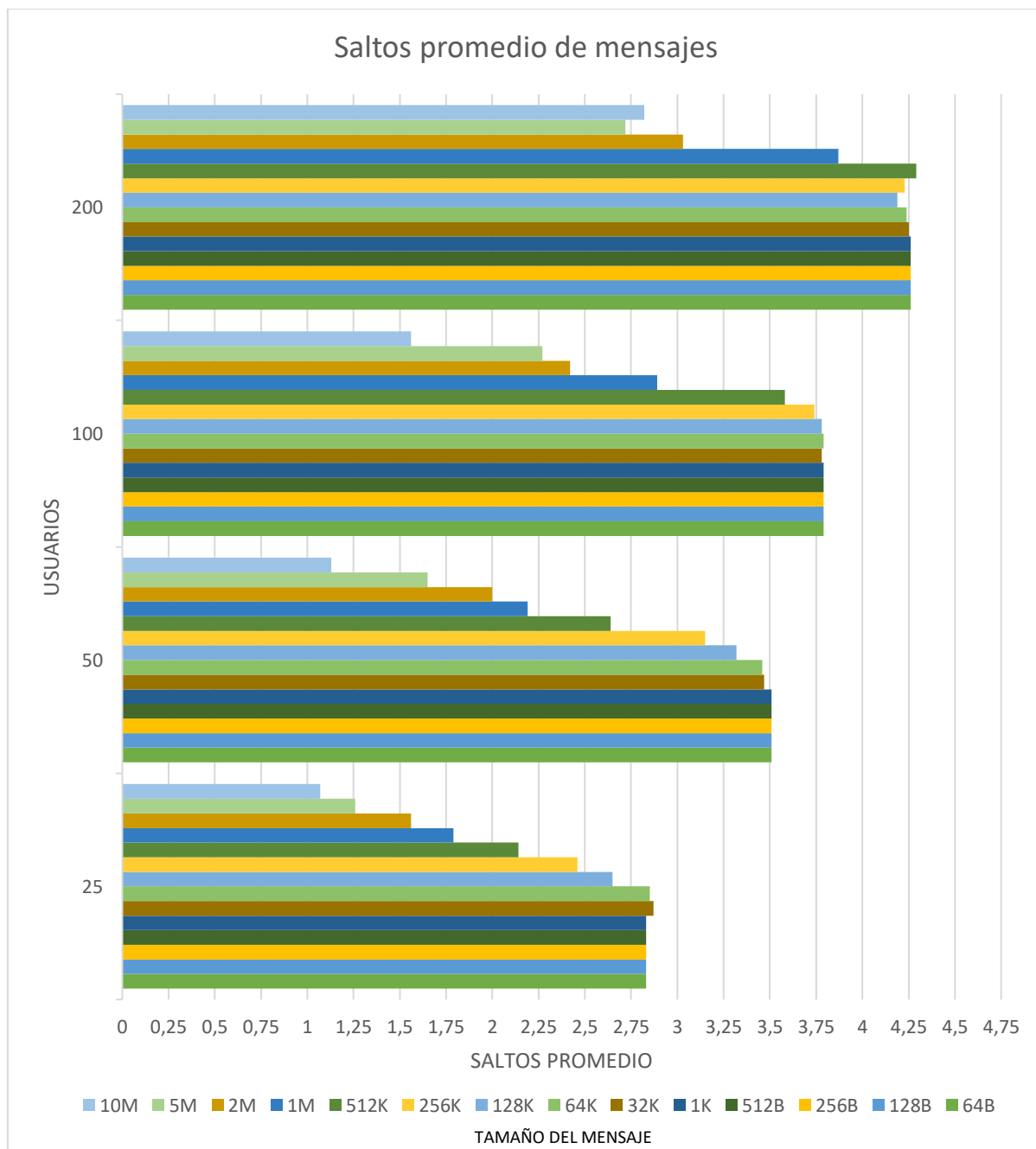


Ilustración 77 Saltos promedio del sistema de mensajería

La Ilustración 77 muestra el número de saltos promedio entre el dispositivo origen hasta el dispositivo destino del mensaje. Autoría propia.

5.4. Comparación de resultados entre Bluetooth y WiFi

A continuación, en la Tabla 56 se detallan los datos del promedio de mensajes entregados expresado en porcentaje, esto según el número de usuarios y el tamaño de los datos enviados, con la finalidad de establecer una comparativa de resultados entre las tecnologías de transmisión de datos Bluetooth y WiFi-Direct.

Tabla 56 Comparación de resultados de promedio de entrega expresado en porcentaje

TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN DE DATOS BLUETOOTH														
	64B	128B	256B	512B	1K	32K	64K	128K	256K	512K	1M	2M	5M	10M
25	79,09	79,09	79,09	79,09	79,09	78,28	74,80	68,90	61,66	52,82	44,50	33,51	11,26	4,00
50	86,07	86,07	86,07	86,07	86,07	86,07	85,25	84,15	76,50	63,39	57,38	47,27	13,93	4,00
100	89,32	89,32	89,32	89,32	89,32	88,77	88,77	88,22	86,85	83,29	71,78	61,37	27,95	5,00
200	93,30	93,30	93,30	93,30	93,30	93,30	93,30	93,30	93,03	92,49	85,52	67,56	32,71	9,12
TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN DE DATOS WIFI-DIRECT														
	64B	128B	256B	512B	1K	32K	64K	128K	256K	512K	1M	2M	5M	10M
25	80,97	80,97	80,97	80,97	80,97	80,97	75,34	71,58	80,97	53,08	78,55	62,73	39,14	86,89
50	19,84	86,89	86,89	86,89	86,89	86,89	86,89	84,70	77,60	86,07	63,93	90,68	49,73	90,68
100	90,68	90,68	86,59	90,68	90,68	32,51	90,14	89,86	88,77	90,14	81,10	93,57	90,68	93,57
200	93,57	93,57	48,77	64,93	93,57	93,57	93,57	93,57	93,57	93,57	93,57	93,57	93,57	93,57

La tabla 56 muestra los resultados del promedio de entrega de mensajes de simulación de Bluetooth y WiFi-Direct. Autoría propia.

El análisis de los datos presentados, se muestran gráficamente en la Ilustración 78, en donde es posible apreciar que, WiFi-Direct tiene un promedio de entrega de mensajes mayor a la tecnología Bluetooth, esto debido su velocidad de transferencia de datos, en la que para WiFi se presenta como una ventaja significativa al momento de implementar su funcionamiento en ambientes de alta concurrencia. Sin embargo, en la contraparte del análisis expuesto, cabe destacar que en escenarios de alta densidad la recomendación de uso es Bluetooth, debido a su potencia de conexión en la que permite establecer comunicación entre dispositivos con un mayor alcance en ambientes con obstáculos.

Los criterios presentados son análisis de simulación de ambientes reales, por lo que queda a criterio del usuario la preferencia de tecnología de comunicación a utilizar.

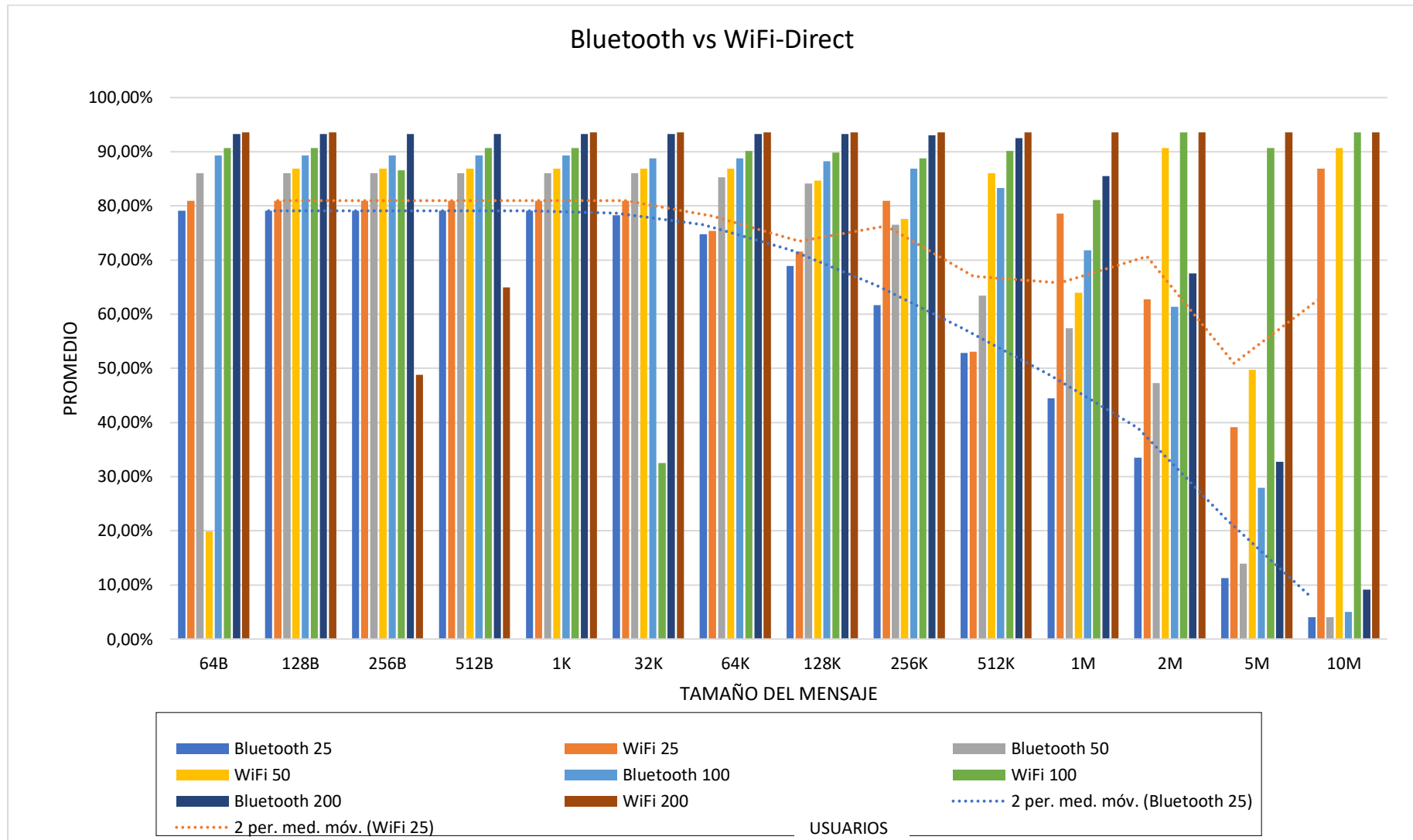


Ilustración 78 Comparación de promedio de entrega de mensajes

La ilustración 78 muestra el análisis gráfico de la comparación de entrega de mensajes entre las tecnologías de transmisión de datos Bluetooth y WiFi-Direct. Autoría propia.

5.5. Conclusiones

Bluetooth como tecnología de comunicación inalámbrica, la cual no depende de una infraestructura de red fija para su funcionamiento, presenta poderosas características de transmisión, las cuales son de gran utilidad en situaciones emergentes. Estas mencionadas características son el rango de conexión en escenarios sin línea de vista, es decir con obstáculos tales como paredes, personas, entre otros; lo cual la hace un medio de difusión de información importante en diversas situaciones, en especial las acaecidas por desastres naturales.

Fundamentados en estas afirmaciones, el desarrollo de una aplicación que cuente con un sistema de mensajería que permita la comunicación entre dispositivos mediante nodos oportunistas en un modelo epidémico de transmisión de mensajes, permitió el enfoque necesario para la utilización del estándar Bluetooth como una tecnología viable ante la problemática planteada. Así mismo, la utilización de una metodología de desarrollo que brinde las pautas necesarias en el proceso de análisis, diseño, codificación y pruebas de la aplicación, fue de gran importancia para el seguimiento del proyecto; de esta manera se escogió eXtreme Programming como metodología ágil por su manifiesto y principios de entrega de producto de calidad, misma que dividió el trabajo en seis iteraciones fundamentado en la asignación de tareas por su modelo de programación en parejas y pruebas de software constantes.

Por ello, se puede concluir que los resultados obtenidos en ambientes de prueba respecto al alcance de la conexión en diversos escenarios, la cantidad de mensajes entregados en relación con los saltos contados en implementación real, la fiabilidad de la conexión y recepción de información en base al peso del archivo enviado como lo son imágenes y texto; y, los datos recopilados en las simulaciones que sirvieron para realizar las comparaciones respectivas entre factores lógicos del desarrollo y funcionamiento de la aplicación además la comparativa entre tecnologías de transmisión, son favorables a los objetivos de la propuesta planteada.

Conclusiones del proyecto

Al finalizar el proyecto de investigación que involucró un estudio teórico y práctico de un modelo de comunicación como es el diseño de una red de un sistema de mensajería que no dependa de infraestructura física y que hace uso de la tecnología de transmisión Bluetooth basada en Internet de las Cosas, se llegan a las siguientes conclusiones:

- El diseño de un sistema de transmisión de mensajes para dispositivos móviles en situaciones emergentes brinda importantes bondades y ventajas al aplicar protocolos de difusión de datos en circunstancias en las que no existe una infraestructura física de red.
- Al caracterizar los escenarios de emergencia y crisis que han existido en el Ecuador y países vecinos, se logró determinar una solución factible a las problemáticas de comunicación digital acaecidas y originadas por desastres naturales.
- Con el estudio de tecnologías de transmisión de datos se obtuvo información importante para seleccionar los modelos de comunicación idóneos para satisfacer las necesidades del servicio de mensajería en situaciones emergentes.
- La caracterización de los protocolos de comunicación de datos en redes carentes de infraestructura física de red proporcionó datos de funcionamiento ante diversos escenarios en los que está presente la desconexión de dispositivo, tal es el caso de la pérdida de la conexión por la presencia de obstáculos.
- El diseño y desarrollo de un sistema de comunicación de datos sin utilizar infraestructura de transmisión de datos, es una alternativa de comunicación digital, siendo factible su uso con tecnologías tan extendidas como es Bluetooth y WiFi-Direct, dirigidas a colaborar activamente en situaciones emergentes.
- Este trabajo se sustenta con la publicación de el artículo “Diseño de una aplicación para la transmisión de mensajes multimedia basada en el Internet de las Cosas”, en el II Congreso Internacional de Tecnologías de la Información y Computación.

Recomendaciones del proyecto

El potencial de este proyecto de investigación es amplio, por lo que requiere de continuar mejorando sus bondades y desarrollando a partir de este trabajo base, nuevas maneras de mitigar las afectaciones en las telecomunicaciones en situaciones emergentes, dicho esto los autores recomendamos lo siguiente:

- Luego de haber desarrollado el sistema de mensajería, es necesario como trabajo futuro realizar el estudio del consumo energético en relación con su funcionamiento, con la finalidad de obtener datos de rendimiento en diversos escenarios.
- Para colaborar en situaciones de emergencia o en eventualidades en las que las redes locales se saturan o se vuelven inaccesibles, se recomienda difundir la aplicación para ser considerada como una alternativa de comunicación digital entre dispositivos.

Referencias bibliográficas

- Aalto University. (2019). Delay-tolerant Networking @ TKK Comnet. Retrieved July 1, 2019, from <https://tinyurl.com/yxe7mtnq/>
- Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones. (2017). Internet móvil. *ARCOTEL*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y2ax65t5>
- Aldeguer Silvero, C. (2017). *Desarrollo de un sistema de información de servicios de líneas de autobuses*.
- Almeida Cruz, Y. (2011). *Modelo para la difusión proactiva de información en sistemas distribuidos basado en enfoques epidémicos*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y5893t9q>
- Andreu, J. (2019). Redes inalámbricas (Servicios en red). Retrieved June 29, 2019, from Google Libros website: <https://tinyurl.com/redesinal-bricas>
- Andrew, M. R. G. (1983). Cómo entender los desastres naturales. In PREDES (Ed.), *Los desastres no son naturales* (Documento). Retrieved from <https://tinyurl.com/yy8hpsy9>
- Android. (2019). Android. Retrieved June 24, 2019, from https://www.android.com/intl/es_es/
- Anna-kaisa Pietiläinen, C. D. (2009). *Experimenting with Opportunistic Networking*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y24saakf>
- Aprendiendo Arduino. (2019). Redes LPWAN. Retrieved July 8, 2019, from <https://tinyurl.com/y5cxf8xh>
- Arduino. (2019). Arduino - Home. Retrieved June 24, 2019, from <https://www.arduino.cc/>
- Aruba. (2010). *Aruba wireless mesh network supports video surveillance system at Lakewood Center mall*. Retrieved from <http://www.arubanetworks.com/>
- Audefroy, J. (2003). La problemática de los Desastres en el Hábitad Urbano en América Latina. *Revista INVI*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y4ks4r7v>
- Awirelesslife. (2019). Wireless Technology: Bluetooth, WiFi, WiMAX. Retrieved July 2, 2019, from <http://www.awirelesslife.com/wireless.html>
- Bautista Perales, I. (2014). *Aplicación Web de bases de datos usando el Framework Ruby on Rails*.
- BBC News Mundo. (2015). Proyecto Loon: los globos con los que Google quiere llevar internet a todo el mundo. Retrieved July 2, 2019, from <https://tinyurl.com/yxwgc74z>
- Belloso Chacín, R. (2003). Tecnología inalámbrica Bluetooth sobre los servicios de comunicaciones en los ámbitos social y empresarial. *Redalyc*, 2. Retrieved from <http://www ldc.usb.ve>
- Bibling. (2019). *Capítulo 3 Redes Wireless Ad-Hoc 3.1 Ad-hoc Network y Mobile Ad-hoc Network (MANET)*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y2lk4nmt>
- BlackBerry Messenger. (2019). BlackBerry Official Home Page – Security Software & Services. Retrieved June 24, 2019, from <https://www.blackberry.com/us/en>
- Blanco, Fabian; Ruiz, D. (2014). *Formulación de una Metodología para Diseñar e*

Implementar redes MESH como alternativa de solución para redes comunitarias o rurales; Proyecto de Apoyo; Construcción de un esquema tecnológico para Protocolos de enrutamiento en redes MESH.

- Bluetooth. (2006). Wayback Machine. Retrieved July 19, 2019, from <https://tinyurl.com/y3j7s3fe>
- Bluetooth. (2008). Bluetooth.com | Specification Documents. Retrieved July 19, 2019, from <https://tinyurl.com/yykr8plj>
- Bluetooth. (2019a). An Intro to Bluetooth Mesh Part 1 | Bluetooth Technology Website. Retrieved July 20, 2019, from <https://tinyurl.com/y53u9ke8>
- Bluetooth. (2019b). An Intro to Bluetooth Mesh Part 2 | Bluetooth Technology Website. Retrieved July 20, 2019, from <https://tinyurl.com/y5rekyqs>
- Bluetooth. (2019c). Bluetooth Technology Website. Retrieved June 24, 2019, from <https://www.bluetooth.com/>
- Bluetooth. (2019d). Core Specifications | Bluetooth Technology Website. Retrieved July 18, 2019, from <https://tinyurl.com/y6zwtc8g>
- Bluetooth. (2019e). How Bluetooth Mesh Puts the ‘Large’ in Large-Scale Wireless Device Networks | Bluetooth Technology Website. Retrieved July 20, 2019, from <https://tinyurl.com/y4o6m36o>
- Bluetooth. (2019f). Resources. Retrieved July 25, 2019, from <https://tinyurl.com/y4dork3u>
- Bluetooth. (2019g). *Specification Documents*. Retrieved from <https://tinyurl.com/yyzw6x4s>
- Bogotá-Mesh. (2010). *Bogotá-Mesh*. Retrieved from <http://www.bo-gota-mesh.org/>
- Breu, F., Guggenbichler, S., & Wollmann, J. (2008). Estudio y simulacion de redes AdHoc Vanets. *Vasa*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y3y6qeta>
- Bridgefy. (2019). Bridgefy. Retrieved July 8, 2019, from <https://www.bridgefy.me/>
- Caini, C., Firrincieli, R., Marchese, M., Cola, T. de, Luglio, M., Roseti, C., ... Potortí, F. (2007). Transport layer protocols and architectures for satellite networks. *International Journal of Satellite Communications and Networking*, 25(1), 1–26. <https://doi.org/10.1002/sat.855>
- Capacci, A., & Mangano, S. (2015). Las catástrofes naturales. *Cuadernos de Geografía*, 2. Retrieved from <https://tinyurl.com/yxwnw7bg>
- Castillo Palma, A., España Bravo, P., & Herrera Tapia, J. (2018). Diseño de una aplicación para la transmisión de mensajes multimedia basada en el Internet de las Cosas. *Dossier Informático, CITIC 2018. Nuevos Retos En Las Tecnologías de La Información y Computación*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y4ntjxth>
- CCM. (2019). Telefonía móvil. Retrieved June 30, 2019, from <https://es.ccm.net/contents/682-telefonía-movil>
- CEST. (2019). Central European Summer Time. Retrieved July 10, 2019, from <https://www.timeanddate.com/time/zones/cest>
- Chancay-garc, L., Manzoni, P., Hern, E., & Tavares, C. (2018). *Evaluación de Protocolos de Encaminamiento para Redes Oportunistas en Escenarios con Alta Renovación de*

personas.

- Chancay García, L. (2015). *Análisis y Rendimiento del Protocolo Bundle con la Implementación DTN2, en Escenarios Oportunistas*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y279knp3>
- CNN. (2017). A un año de la tragedia que sacudió Ecuador: ¿qué ha pasado desde el terremoto? | CNN. Retrieved June 23, 2019, from <https://tinyurl.com/y5qvz8z>
- Coñapés, S. (2015). Tipos De Redes inalámbricas. Retrieved June 30, 2019, from Google website: <https://tinyurl.com/y4435k8d>
- Conatel, & Ceditel. (2019). Redes AD-HOC. Retrieved July 1, 2019, from Calaméo website: <https://tinyurl.com/yxcpy685>
- CONRED. (2019). Coordinadora nacional para la reducción de desastres - GUATEMALA C.A. Retrieved July 11, 2019, from <https://conred.gob.gt/site/index.php>
- Conti, M., Delmastro, F., Minutiello, G., & Paris, R. (2013). Experimenting opportunistic networks with WiFi Direct. *2013 IFIP Wireless Days (WD)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/WD.2013.6686501>
- Copas, E., Lizondo, P., & Savoy, M. (2010). Wireless Mesh networks: estudio, diseño y aplicaciones. *Semantics Scholar*. Retrieved from <https://tinyurl.com/yxs835nm>
- CuwWireless. (2010). *CUWiN Official Web*. Retrieved from <http://cuwireless.net/>
- Dávila Newman, G. (2006). *El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias*. Retrieved from <https://tinyurl.com/yxndv3c7>
- Dede, J., Förster, A., Hernández-Orallo, E., Herrera-Tapia, J., Kuladinithi, K., Kuppusamy, V., ... Vatandas, Z. (2018). Simulating Opportunistic Networks: Survey and Future Directions. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 20(2). <https://doi.org/10.1109/COMST.2017.2782182>
- Del Razo, M. (2004). Redes inalámbricas en Boletín Tress. *Tress*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y2aeona6>
- Delgado, M. (2008). Telecomunicaciones/Tics en el manejo de Desastres. *International Telecommunication Union*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y2zqkyac>
- Develop Serval. (2017). The Serval Project Wiki. Retrieved July 3, 2019, from <https://tinyurl.com/hof8kcb>
- Developers Android. (2019). Android Developers. Retrieved July 25, 2019, from <https://developer.android.com/docs>
- Dignani, J. P., & Tinetti, F. G. (2011). *Análisis del protocolo ZIGBEE*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y2aulu4o>
- Dip-badajoz. (2019). *Las tecnologías WiFi y WiMAX*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y6oq5t8n>
- EcuRed. (2015). Mensajería instantánea. Retrieved June 24, 2019, from https://www.ecured.cu/Mensajería_instantánea
- EcuRed. (2019). Interfaz de transmisión de datos - EcuRed. Retrieved June 30, 2019, from https://www.ecured.cu/Interfaz_de_transmisión_de_datos

- Ediciones El País. (2015). *7 lugares que viven pendientes de la próxima catástrofe*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y6tllnun>
- EM-DAT. (2008). The OFDA/CRED International Disaster Database. *Universidad Católica de Lovaina, Bruselas, Bélgica*. Retrieved from www.emdat.be
- Erazo P., J. K., Hervas P., C. A., Cuenca, U. de, Cuenca, D. de I. de la U. de, & DIUC. (2014). Sistema de detección de incendios forestales mediante redes sensoriales inalámbricas (Zigbee). *MASKANA, I+D+ingeniería*, 1–11. Retrieved from <https://tinyurl.com/y2j92u5m>
- Espinoza Buendía, L. (2010). *Protocolo de encaminamiento oportunístico para redes de sensores* (Escuela Politécnica Superior de Cataluña). Retrieved from <https://tinyurl.com/y4762d4l>
- Espinoza de los Monteros Benítez, E. S. (2015). *Contribución de técnicas para transmisión de datos en sistemas de comunicación inalámbrica a través de HAP para brindar cobertura de internet en zonas rurales*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y566macs>
- Facebook. (2015). Facebook permite a los chilenos actualizar su estado sobre el terremoto. Retrieved from Diario Móvil website: <https://tinyurl.com/y5gjoenk>
- Facebook Inc. (2019a). Messenger. Retrieved June 24, 2019, from <https://www.messenger.com/>
- Facebook Inc. (2019b). WhatsApp. Retrieved June 24, 2019, from <https://www.whatsapp.com/>
- FAO. Unidad de Tenencia y Manejo de Tierras. (2008). *En tierra segura*.
- Förster, A., Dede, J., Förster, A., Hernández-orallo, E., Herrera-tapia, J., & Kuladinithi, K. (2018). *Simulating Opportunistic Networks : Survey and Future Directions Simulating Opportunistic Networks : Survey and Future Directions*. (January), 1–28. Retrieved from <https://doi.org/10.1109/COMST.2017.2782182>
- Francisco, J., & Fernando, A. (2003). En torno a los desastres “naturales”: Tipología, conceptos y reflexiones. *Redalyc*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y6dsspps>
- FreiFunk. (2010). FreiFunk Official Web. Retrieved from <http://www.freifunk.net/>
- Gabriel, N., & Saboya, F. (2012). *Normas de Comunicación en Serie: RS-232, RS-422 y RS-485 Serial Communication Standards: RS-232, RS-422 y RS-485*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y4faaapf>
- Gamboa Vargas, P. J. (2007). *Estudio y diseño de una red de área metropolitana inalámbrica (wman) con tecnología ieee 802.16 para la zona comercial de la ciudad de Quito*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y246bj>
- García Acosta, V. (1993). *Enfoques teóricos para el estudio histórico de los desastres naturales*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y3wmcsf9>
- García Robles, D. (2013). *Evaluación de algoritmos de propagación de mensajes en redes oportunistas*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y3xxzm3b>
- Global Lighting Directory. (2019). Bluetooth Mesh Protocol as Applied to Lighting — LED professional - LED Lighting Technology, Application Magazine. Retrieved July 20, 2019, from <https://tinyurl.com/y2oww3bh>

- Google. (2019). Loon. Retrieved July 2, 2019, from <https://www.loon.com/>
- Hangouts. (2019). Google Hangouts. Retrieved June 24, 2019, from <https://hangouts.google.com/?hl=es-419>
- Herera Tapia, J. S. (2017). Improving Message Dissemination in Opportunistic Networks. Universidad Politécnica de Valencia.
- Hernandez-Jayo, U., Koyamparambil Mammu, A. S., & De-la-Iglesia, I. (2014). Reliable Communication in Cooperative Ad hoc Networks. In *Contemporary Issues in Wireless Communications*. <https://doi.org/10.5772/59041>
- Herrera-Tapia, J., Hernandez-Orallo, E., Manzoni, P., Tomas, A., Calafate, C. T., & Cano, J.-C. (2016). Evaluating the Impact of Data Transfer Time and Mobility Patterns in Opportunistic Networks. *2016 Intl IEEE Conferences on Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced and Trusted Computing, Scalable Computing and Communications, Cloud and Big Data Computing, Internet of People, and Smart World Congress (UIC/ATC/ScalCom/CBDCCom/IoP/SmartWorld)*, 25–32. <https://doi.org/10.1109/UIC-ATC-ScalCom-CBDCCom-IoP-SmartWorld.2016.0027>
- Herrera-Tapia, J., Hernández-Orallo, E., Tomás, A., Manzoni, P., Calafate, C. T., & Cano, J. C. (2016). Friendly-sharing: Improving the performance of city sensing through contact-based messaging applications. *Sensors (Switzerland)*, 16(9). <https://doi.org/10.3390/s16091523>
- Herrera Tapia, J. (2015). *Estudio del consumo energético de dispositivos móviles en redes oportunísticas*. Retrieved from <https://tinyurl.com/yy8dwune>
- Herrera Tapia, J., Hernández Orallo, E., Manzoni, P., Calafate, C. T., Cano, J. C., & Alvear, O. (2017). *Difusión de mensajes en redes oportunísticas en espacios con alta concentración de personas*.
- Herrera Tapia, J., Orallo, E. H., Calafate, C. T., Cano, J. C., & Manzoni, P. (2014). *Evaluación del tiempo de transmisión entre contactos en una red oportunística*. Retrieved from <http://www.dtnrg.org>.
- Hike. (2019). Hike. Retrieved July 8, 2019, from <https://hike.in/>
- Hootsuite. (2019). 11 New People Join Social Media Every Second (And Other Impressive Stats). Retrieved June 24, 2019, from <https://tinyurl.com/y44fef6v>
- I-REACT. (2019). I-REACT. Retrieved July 3, 2019, from <http://www.i-react.eu/>
- IEEE. (2016). IEEE 802.15.3-2016 - IEEE Standard for High Data Rate Wireless Multi-Media Networks. Retrieved June 26, 2019, from <https://tinyurl.com/y4g4v4p5>
- IEEE. (2019). IEEE - The world's largest technical professional organization dedicated to advancing technology for the benefit of humanity. Retrieved July 2, 2019, from <https://www.ieee.org/>
- IEEE 802.11. (2019). IEEE 802.11, The Working Group Setting the Standards for Wireless LANs. Retrieved June 29, 2019, from <http://www.ieee802.org/11/>
- IEEE Computer Society. LAN/MAN Standards Committee., Institute of Electrical and Electronics Engineers., IEEE-SA Standards Board., & American National Standards Institute. (2005). *IEEE standard for information technology : telecommunications and*

- information exchange between systems-- local and metropolitan area networks-- specific requirements. Part 15.1, Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications for Wireless Personal Area Networks (WPANs)*. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/document/1490827>
- IEEE Standards. (2019). *802.15.1-2002 IEEE Standard for Information Technology- Telecommunications and Information Exchange*. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/document/1016473>
- IFRC. (2019a). *Trilogy Emergency Relief Application*. Retrieved July 3, 2019, from <https://tinyurl.com/y4umb63d>
- IFRC. (2019b). *Trilogy Emergency Relief Application (TERA) v2.4*. Retrieved from <https://tinyurl.com/yy9hl8gh>
- IG. (2016a). *Terremoto del 16 de Abril de 2016*. Retrieved July 11, 2019, from <https://www.igepn.edu.ec/servicios/eq20160416>
- IG. (2016b). *Terremoto del 16 de Abril de 2016 - Instituto Geofísico - EPN*. Retrieved July 11, 2019, from <http://www.igepn.edu.ec/mapas/mapa-eq20160416.html>
- IG. (2019). *Instituto Geofísico - EPN*. Retrieved July 11, 2019, from <https://www.igepn.edu.ec/ultimos-sismos>
- Information Age. (2007). *The bluetooth blues*. Retrieved July 18, 2019, from <https://tinyurl.com/y6fxgmbj>
- INSARAG. (2016). *Informe de los resultados del taller de lecciones aprendidas de las operaciones de búsqueda y rescate urbano terremoto 16 de abril del 2016*. Retrieved from <https://tinyurl.com/yxgwq5dt>
- Instituto Geofísico. (2016). *Terremoto 16 de Abril de 2016 - Instituto Geofísico - EPN*. Retrieved June 23, 2019, from <https://www.igepn.edu.ec/eq20160416-informes-noticias>
- Internet of Things. (2019). *Internet of Things Inc. | Tomorrow's Technology, Today*. Retrieved June 23, 2019, from <https://iotintl.com/>
- IoT. (2019). *Internet of Things*. Retrieved June 23, 2019, from <https://iofthings.org/>
- IPNSIG. (2019a). *InterPlanetary Networking Special Interest Group*. Retrieved July 1, 2019, from <http://ipnsig.org/>
- IPNSIG. (2019b). *Motivation for DTN: Terrestrial Use Cases – InterPlanetary Networking Special Interest Group*. Retrieved July 1, 2019, from <http://ipnsig.org/2019/05/13/motivation-for-dtn-terrestrial-use-cases/>
- IrDA. (2019). *Infrared Data Association*. Retrieved from <http://www.irda.org/>
- ISPRA. (2009). *Il progetto Carta della Natura*. Roma: SystemCart. *Istituto Superiore per La Protezione e La Ricerca Ambientale*.
- Jie, Z., Huang, C., Xu, L., Wang, B., Yang, W., & Chen, X. (2013). *Opportunistic Unicast and Multicast Routing Protocol for VANET*. 2013(June), 319–327.
- Jordán & Asociados. (2008). *Estudio: desastres naturales y tenencia de la tierra de los pobres*. FAO.
- Jordan, P. W., Thomas, B., McClelland, I. L., & Weerdmeester, B. (2014). *Usability*

evaluation in industry. CRC Press.

- Licandro, F., & Schembra, G. (2007). Wireless Mesh Networks to Support Video Surveillance: Architecture, Protocol, and Implementation Issues. *Hindawi Publishing Corporation EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*.
- LINE. (2019). LINE : Llamadas y mensajes gratis. Retrieved June 24, 2019, from <https://line.me/es/>
- Lopez-Pellicer, F. J., Béjar, R., Latre, M. A., Nogueras-Iso, J., & Zarazaga-Soria, F. J. (2015). GitHub como herramienta docente. *Actas de Las XXI Jornadas de La Enseñanza Universitaria de La Informática*, 66–73. Universitat Oberta La Salle.
- LoRa Alliance. (2019a). Home page | LoRa Alliance™. Retrieved July 8, 2019, from <https://lora-alliance.org/>
- LoRa Alliance. (2019b). LoRaWAN® for Developers | LoRa Alliance™. Retrieved July 8, 2019, from <https://lora-alliance.org/lorawan-for-developers>
- Mahoney, E. (2016). *Space Internet Technology Debuts on the International Space Station*. Retrieved from <https://tinyurl.com/zuxpu2q>
- Martínez, S., Director, T., & Manzoni, P. (2011). *Diseño de un protocolo para redes tolerantes a retardos: RTaDAP*. Retrieved from <https://tinyurl.com/yy6aaj74>
- Meteosim. (2019). I-REACT. Retrieved July 3, 2019, from <https://www.meteosim.com/es/proyecto-i-react/>
- Meyer, D., & Meyer, D. (2009). *Bluetooth 3.0 released without ultrawideband*. Retrieved from <https://tinyurl.com/cmot8c>
- MHE. (2003). *Transmisión de datos digitales: interfaces y módems*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y2w4t6mq>
- Microsoft. (2015). La tecnología y los desastres naturales. Retrieved from News Center LATAM website: <https://tinyurl.com/y5jdvubc>
- Mifsud Talón, E., & Lerma-Blasco, R. (2016). Redes inalámbricas y estándares de conexión. *The McGraw Hill Companies*. Retrieved from <https://slideplayer.es/slide/5473520/>
- Ministerio de Salud Pública. (2019). Dirección Nacional de Gestión de Riesgos. Retrieved July 11, 2019, from <https://www.salud.gob.ec/direccion-nacional-de-gestion-de-riesgos/>
- Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (2017). Telefonía: Ecuador tiene más de 14 millones de abonados al Servicio Móvil Avanzado. Retrieved June 23, 2019, from <https://tinyurl.com/yygojrgz>
- Moniruzzaman, A. B. M., & Hossain, D. S. A. (2013). *Comparative Study on Agile software development methodologies*. (May 2014). Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1307.3356>
- MTT COE Nacional. (2016). *Reporte afectaciones 16A*.
- Navarro Machado, V. R. (2006). *Los desastres en su interacción con la ciencia, la tecnología y la sociedad*. 4(2), 1–21.
- NetworkWorld. (2019). 802.11: estándares de Wi-Fi y velocidades. Retrieved July 16, 2019, from <https://www.networkworld.es/wifi/80211-estandares-de-wifi-y-velocidades>

- Norfipc.com. (2019). Las redes de transmisión de datos usadas en los teléfonos celulares. Retrieved June 30, 2019, from <https://tinyurl.com/y2hph3oy>
- Norfipc. (2019). Tipos de redes y estándares Wi-Fi, sus diferencias. Retrieved July 16, 2019, from <https://tinyurl.com/y32bhwqu>
- Open Garden. (2019). FireChat. Retrieved July 8, 2019, from <https://www.opengarden.com/firechat/>
- Páez Bencomo, M. I. (2013). *Análisis y evaluación de prestaciones de protocolos de encaminamiento en redes tolerantes al retardo*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y3lrhbv>
- Páez, F., Olguín, G., Urriza, J., Orozco, J., & Santos, R. (2014). Modelo para un Servicio de Mensajería Instantánea sobre Redes Oportunistas con Dispositivos Móviles. *Researchgate*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y5cvectz>
- Pellejero, I., Andreu, F., & Lesta, A. (2006). *Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN : de la teoría a la práctica*.
- Perló Cohen, M. (1999). *Ocurrencia de desastres en ciudades a nivel mundial*.
- Project I-REACT. (2019). I-REACT. Retrieved July 3, 2019, from <http://project.i-react.eu/>
- Ramírez Sánchez, J., & Díaz Martínez, J. (2008). Las redes inalámbricas, más ventajas que desventajas. *Universidad Veracruzana*. Retrieved from <https://tinyurl.com/yydd2zhp>
- Raspberry Pi 4. (2019). Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi – Raspberry Pi. Retrieved June 24, 2019, from <https://www.raspberrypi.org/>
- Redes Telemáticas. (2012). La transmisión de datos en la telefonía móvil. Retrieved June 30, 2019, from <http://redestelematicas.com/la-transmision-de-datos-en-la-telefonía-movil/>
- Redes WiMAX. (2019). Redes WiMAX. Retrieved July 3, 2019, from <http://www.redeswimax.info/>
- ResearchGate. (2019). Classification of LPW networks by data rate and signal range. Retrieved July 8, 2019, from <https://tinyurl.com/yyynn8sgm>
- Revista de Manabí. (2016). El “Paseo Lúdico” de Montecristi. Retrieved July 23, 2019, from <https://revistademanabi.com/2016/02/22/el-paseo-ludico-de-montecristi/>
- RIM. (2013). Research In Motion Changes Its Name to BlackBerry. Retrieved June 24, 2019, from <https://tinyurl.com/y2dfra8e>
- Robles, M., Marrone, L., Díaz, J., & Barbieri, A. (2010). *Comparación de protocolos de ruteo en redes ad-hoc*. Retrieved from <http://www.linti.info.unlp.edu.ar>
- RTS. (2016a). Falsa alarma de tsunami causó el desorden en San Vicente y Bahía de Caráquez. Retrieved June 23, 2019, from <https://tinyurl.com/y5ckjvke>
- RTS. (2016b). *La Noticia Primera Emisión: Programa del 22 de abril de 2016*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y2677xs7>
- Ruiz Fuentes, M. (2016). *Wimax y su analisis para el proyecto BAR*.
- Salazar, J. (2015). *Redes inalámbricas*. Czech Republic.

- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2016). *Informe de situación No. 11 (17/04/2016) 11h00 Terremoto 7.8 °*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y6tnjz7j>
- Senplades. (2015). *Chakana. La importancia de la gestión de riesgos*. Retrieved from www.planificacion.gob.ec
- Serrano Yáñez-Mingot, P. (2006). *Estrategias de configuración de redes WLAN IEEE 802.11e EDCA*. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=2193>
- Serval Project. (2017). Proyecto Serval. Retrieved July 3, 2019, from <http://www.servalproject.org/>
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2019). Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. Retrieved July 11, 2019, from <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/>
- Sharma, K., & Dhir, N. (2014). A study of wireless networks: WLANs, WPANs, WMANs, and WWANs with comparison. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 5(6), 7810–7813.
- SINDTN, & CATDTN. (2015a). Information | The ONE. Retrieved August 13, 2019, from <https://akeranen.github.io/the-one/>
- SINDTN, & CATDTN. (2015b). The ONE. Retrieved August 13, 2019, from <https://www.netlab.tkk.fi/tutkimus/dtn/theone/>
- Skype. (2019). Skype | Herramienta de comunicación para chats y llamadas gratis. Retrieved June 24, 2019, from <https://www.skype.com/es/>
- Slupik, S., Kolderup, K., & Bluetooth SIG. (2019). What makes Bluetooth mesh so disruptive? Retrieved July 20, 2019, from <https://tinyurl.com/y2cunrqy>
- Snapchat. (2019). Snapchat, ¡la forma más rápida de compartir un momento! Retrieved June 24, 2019, from <https://www.snapchat.com/l/es/>
- Solis, O. J. (2013). *Comunicación oportunista de datos entre regiones desconectadas*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y4eaev88>
- Spotbros. (2019). Spotbros. Retrieved June 24, 2019, from <https://spotbros.imbox.me/>
- Statista. (2019). Most popular messaging apps 2019. Retrieved June 24, 2019, from <https://tinyurl.com/ybg7srux>
- Support Signal. (2019). Signal. Retrieved July 8, 2019, from <https://support.signal.org/hc/es>
- Telecom. (2017). Redes móviles y desastres naturales: ¿Cómo prevenir una segunda catástrofe? Retrieved from aetecno website: <https://tinyurl.com/y6rpvdf4>
- Telegram. (2019). Telegram Web. Retrieved June 24, 2019, from <https://web.telegram.org/>
- Ubidots. (2019). Connectivity Now and Beyond; exploring Cat-M1, NB-IoT, and LPWAN Connections. Retrieved July 8, 2019, from <https://tinyurl.com/y5cjofa4>
- UDLAP. (2019). *El estándar Bluetooth IEEE 802.15.1*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y6z7ocrr>
- ULEAM. (2019a). Facultad de Ciencias Informáticas. Retrieved July 23, 2019, from <http://carreras.uleam.edu.ec/facci/>

- ULEAM. (2019b). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Retrieved July 23, 2019, from <http://www.uleam.edu.ec/>
- UNAM. (2019). *Metodología de la Investigación*. Retrieved from <https://tinyurl.com/gplknko>
- Universidad de Valencia. (2019). La investigación. Retrieved July 9, 2019, from https://www.uv.es/webgid/Descriptiva/11_la_investigacin.html
- Universidad Técnica Federico Santa María. (2014). *Redes Ad-Hoc*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y2n99ymn>
- UWB. (2019). ETSI. Retrieved June 26, 2019, from <https://tinyurl.com/y34ux6dy>
- Valarezo Troya, W. F., & Criollo Jaramillo, A. F. (2017). *Diseño y estudio del uso de una red LPWAN (Low Power Wide Área Network) para la optimización de la medición, comunicación y corrección de errores, en el consumo de agua potable: Caso de estudio en urbanizaciones ubicadas en la periferia de la ciudad de Guayaquil*. Retrieved from <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/129139/D-CD106475.pdf>
- Varela, C., & Domínguez, L. (2002a). Redes inalámbricas. *Trabajo de Carrera, España: Universidad de Valladolid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática*.
- Varela, C., & Domínguez, L. (2002b). Redes inalámbricas. *Universidad de Valladolid*. Retrieved from <https://tinyurl.com/y4refvjb>
- Vargas Cordero, Z. R. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Científica Educación*, 33(1), 155–165. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>
- Veerasamy, A., Madane, S. R., Sivakumar, K., & Sivaraman, A. (2016). Angle and Context Free Grammar Based Precarious Node Detection and Secure Data Transmission in MANETs. *The Scientific World Journal*, 2016, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2016/3596345>
- Velasco, A. (2018). Tecnología contra los efectos de los desastres naturales. Retrieved from Impulso Digital website: <https://tinyurl.com/yxuftdzg>
- Villar Almirón, J., & Navarro Arribas, G. (2014). *Aplicación Chat sobre una red DTN*. Retrieved from https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2015/tfg_27946/TFG-Articulo.pdf
- Warthman, F. (2012). *Delay-and Disruption-Tolerant Networks (DTNs) A Tutorial, version 2.0*. The InterPlaNetary (IPN) Internet Project. InterPlanetary Networking Special Interest Group (IPNSIG).
- Warthman, Forrest, & Associates, W. (2015). *Delay-and Disruption-Tolerant Networks (DTNs) A Tutorial Delay-and Disruption-Tolerant Networks (DTNs): A Tutorial-Version 3.2 2 Contents*. Retrieved from <https://tinyurl.com/mj9xjvb>
- We are social. (2019). Global Digital Report 2019 | Free Download | We Are Social UK. Retrieved June 24, 2019, from <https://wearesocial.com/uk/digital-2019>
- WeChat. (2019). WeChat - Free messaging and calling app. Retrieved June 24, 2019, from <https://www.wechat.com/es/>
- Wi-Fi. (2019). Wi-Fi Alliance. Retrieved June 25, 2019, from <https://www.wi-fi.org/>
- Wikipedia. (2016). Terremoto de Ecuador de 2016. Retrieved from

<https://tinyurl.com/zq76lwf>

William, S. (2005). *Wireless Communications and Networks. Upper Saddle River, 2*(ISBN 0-13-191835-4).

Wire. (2019). The most secure collaboration platform. Retrieved June 24, 2019, from <https://wire.com/en/>

Woolley, M. (2019). *Bluetooth Mesh Models Technical Overview*. Retrieved from <https://tinyurl.com/yxdaxza6>

Wu, S.-L., & Tseng, Y.-C. (2007). *Wireless ad hoc networking : personal-area, local-area, and the sensory-area networks*. Auerbach Pub.

Xakata. (2019). De 11Mbps a 11Gbps: La evolución de los estándares WiFi hasta el WiFi 802.11ax. Retrieved July 16, 2019, from <https://tinyurl.com/y6aqumha>

Xakata Móvil. (2015). La mensajería instantánea va más allá de WhatsApp: 11 aplicaciones alternativas. Retrieved June 24, 2019, from <https://tinyurl.com/yxmnc32r>

XP. (1999). XP flow chart. Retrieved July 29, 2019, from <http://www.extremeprogramming.org/map/iteration.html>

XP. (2001). XP flow Chart. Retrieved July 29, 2019, from <http://www.extremeprogramming.org/map/loops.html>

ZDNet. (2019). Technology News, Analysis, Comments and Product Reviews for IT Professionals. Retrieved July 19, 2019, from <https://www.zdnet.com/>

ZigBee. (2019). Zigbee Alliance. Retrieved June 26, 2019, from <https://www.zigbee.org/>

Anexos

Anexo 1: Publicación en II Congreso Internacional de Tecnologías de la Información y Computación



Ilustración 79 Certificación de publicación CIDE

La Ilustración 79 muestra la certificación de publicación de artículo en el libro "Dossier Informático, CITIC 2018. Nuevos retos en las tecnologías de la información y computación". (Castillo Palma et al., 2018)



Ilustración 80 Certificado de ponencia CITIC 2018. Andy Castillo

La Ilustración 80 muestra el certificado en calidad de ponente de Andy Lenin Castillo Palma en el II Congreso Internacional de Tecnologías de la Información y Computación CITIC 2018. (Castillo Palma et al., 2018)



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ - MFL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO ECUADOR

Confieren el presente Certificado a:

ISBN: 978-9942-759-95-5

PABLO CÉSAR ESPAÑA BRAVO

Por su participación en calidad de **PONENTE** con el tema:
Diseño de un aplicación para la transmisión de mensajes multimedia basada en el Internet de las Cosas.

**II Congreso Internacional de Tecnologías
de la Información y Computación**

CITIC 2018



29, 30, 31 de octubre 2018
Manta - Manabí - Ecuador

Ilustración 81 Certificado de ponencia CITIC 2018. Pablo España

La Ilustración 81 muestra el certificado en calidad de ponente de Pablo César España Bravo en el II Congreso Internacional de Tecnologías de la Información y Computación CITIC 2018. (Castillo Palma et al., 2018)

Diseño de una aplicación para la transmisión de mensajes multimedia basada en el Internet de las Cosas

Andy Castillo Palma
e1316458650@live.uleam.edu.ec
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Pablo España Bravo
e1350583744@live.uleam.edu.ec
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Jorge Herrera-Tapia
jorge.herrera@live.uleam.edu.ec
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Resumen: La interconexión digital de objetos conocida como el Internet de las Cosas, como concepto y técnica de comunicación está siendo muy explotado en todos los aspectos, la flexibilidad de su modelo permite ser aplicado en la industria, diario convivir, educación y hogar. Este trabajo de investigación de modalidad factible tiene como objetivo diseñar una aplicación para la difusión de mensajes multimedia entre dispositivos móviles inteligentes que tengan instalado el sistema operativo Android. El sistema de transmisión utilizará tecnología red inalámbrica de uso personal (Bluetooth), en modo comunicación punto a punto (ad-hoc). El diseño se basa en el modelo cliente-servidor, permitiendo que los dispositivos cercanos se interconecten y envíen información. La adaptación de este método es esencial para modelar la difusión de mensajes bajo el concepto de redes oportunísticas, de manera que cuando un usuario envíe un mensaje, este se transmita de nodo en nodo, en cuanto tengan la oportunidad de contactarse, hasta que la mayoría hayan recibido el mensaje; consiguiendo, de esta manera, la cobertura de los mensajes sin necesitar Internet o datos móviles. Así, la investigación permite concluir que el modelo de comunicación del Internet de las Cosas es una alternativa viable a ser considerada para la transmisión de mensajes entre dispositivos que no estén conectados a una infraestructura fija de telecomunicaciones.

Palabras claves: Android, Bluetooth, mensajería, redes ad-hoc.

Abstract: The digital interconnection of objects known as the Internet of things, as a concept and communication technique is being very exploited in all aspects, the flexibility of its model allows to be applied in the industry, daily living, education and home. This experimental research project aims to design an application for the dissemination of multimedia messages between intelligent mobile devices that have the Android operating system installed. The transmission system will use Bluetooth Low-Energy technology, in ad-hoc mode. The design is based on the client-server model, allowing nearby devices to interconnect and send information. The adaptation of this method is essential to model the diffusion of messages under the concept of opportunistic networks, so that when a user sends a message, this one is transmitted of node in node, as soon as they have the opportunity to contact, until the majority have received the message; Thus getting the coverage of the messages without needing Internet or mobile data. This research work allows us to conclude that the communication model of the Internet of things is a viable alternative to be considered for the transmission of messages between devices that are not connected to a fixed infrastructure of Telecommunications.

Keywords: Android, Bluetooth, messaging app, opportunistic networks.

Introducción

Con el avance y despliegue tecnológico de los dispositivos móviles, también han aumentado las opciones para que las personas estén comunicadas mediante el uso de aplicaciones diseñadas para tal efecto., las mismas que hacen uso de Internet para permitir la interacción entre los usuarios. La utilización de la infraestructura de Internet, así como es una ventaja también se convierte en un limitante para el uso de programas de mensajería, debido a que la mayoría de estos no funcionarían sin el acceso a dicha infraestructura.

Una arista muy notable en el desarrollo tecnológico y muy ligado a la sistemas de computación de última generación es el Internet de las Cosas (IdC), o generalmente conocido como IoT (abreviado del inglés Internet of Things), que implica la interconexión digital de y entre los objetos con los que interactúan las personas con el Internet (Rose, Eldridge, & Chapin, 2015; Wikipedia, 2018), esto se ha convertido en un área de estudio donde las empresas líderes han focalizado sus esfuerzos económicos y de investigación debido a que es un tema emergente, de escala técnica, social y económica.

Los desafíos del IoT van más allá del simple monitoreo unidireccional a través de sensores instalados en objetos que emiten datos vía redes inalámbricas, el IoT debe considerar aplicaciones para que los humanos puedan interactuar con los objetos en la mayoría de las situaciones del diario vivir, incluyendo el entretenimiento de las personas (Chen, 2012). De acuerdo a (GSMA Association, 2014) el IoT tiene el potencial para entregar soluciones en el campo de la eficiencia energética, seguridad, salud, hogar y en muchos otros aspectos, como el industrial, todo esta interacción de datos permitirían tomar decisiones inteligentes en un momento oportuno, de igual manera lo corrobora (Gluhak et al., 2014), quien además argumenta como un dominio interdisciplinar.

Un modelo de comunicación e interacción de objetos, es el de Ciudades Inteligentes (Gaur, Scotney, Parr, & McClean, 2015), que está completamente relacionado al IoT, (Zanella, Bui, Castellani, Vangelista, & Zorzi, 2014) lo enfocan como el IoT urbano, como un servicio que estaría diseñado para gestionar a una ciudad de manera digitalmente inteligente, a través de las más avanzadas tecnologías para brindar un mejor vivir a los ciudadanos, permitiendo integrar mucho ecosistemas como lo afirma (Gershenfeld, Krikorian, & Cohen, 2004).

Tanto en IoT como en las ciudades inteligentes, los objetos deben utilizar una interface inalámbrica para la transmisión de datos. Existen algunas alternativas tecnológicas, que dependiendo de su aplicación será su elección, por ejemplo para entornos de corta distancia se tiene a Bluetooth (Bluetooth SIG, 2018), WiFi (Camps-Mur, Garcia-Saavedra, & Serrano, 2013), y para la transmisión a una distancia larga se tiene a tecnologías de redes amplias y de bajo consumo energético como LPWAN (Barrachina-Muñoz, Bellalta, Adame, & Bel, 2017; Petäjäjärvi, Mikhaylov, & Hänninen, 2016), entre otras.

En esta investigación, consistente en el diseño de una aplicación para el envío y recepción de mensajes entre dispositivos móviles sin que se requiera el uso de Internet que, por alguna circunstancia técnica, o causada por algún desastre natural no esté disponible. Se propone la utilización de un modelo de comunicación de IoT, las redes de punto a punto o técnicamente conocidas como ad-hoc (Kiess & Mauve, 2007), las mismas que permiten la interacción directa entre dispositivos sin que estos estén conectados a una infraestructura fija de telecomunicaciones. Luego de esta sección, en este artículo se argumenta la importancia del problema, seguido de la metodología donde se detalla el diseño del prototipo de la aplicación para Android (Google Inc; Android, 2018), presentando y discutiendo los resultados, y finalmente se formulan las conclusiones.

Importancia del problema

Como se indicó previamente, el problema es transmitir datos en forma de mensajes entre dispositivos móviles cuando el Internet no esté disponible, o cuando el sistema de transmisión de datos esté saturado; impidiendo de esta manera que se puedan comunicar las personas. Ante esta diversidad se plantea una solución, que es la interconexión de dispositivos utilizando el modo ad-hoc o conexión punto-a-punto de las interfaces de red. Para esto se diseña y desarrolla la aplicación en la herramienta Android Studio usando la propia API que proporciona robustez y una base sostenible de las actividades. Es claro que no se tendrá el mismo rendimiento y funcionalidad de Internet, pero sería una alternativa válida en determinadas circunstancias.

Para la capa de comunicación entre dispositivos se pretende utilizar Bluetooth, esta tecnología muy conocida y extendida que se encuentra presente en todos los teléfonos inteligentes. Y como interface usuario-teléfono se desarrollaría una aplicación modelo de mensajería, diseñada en varias secciones según la funcionalidad lo requiera, en donde el intercambio de mensajes se realiza en una ventana según el usuario utilice el medio.

Metodología

En este trabajo se diseñó una aplicación en Android basada en el envío de paquetes de mensajería o medios multimedia utilizando la tecnología Bluetooth como tecnología de transmisión de datos. Con el objetivo de crear un sistema de comunicación en el que sea posible intercambiar información dentro de una red local, donde el acceso a Internet se vea limitado o prácticamente inaccesible, debido a la carencia de infraestructura o en eventos de concentración masiva como conciertos, manifestaciones e inclusive situaciones caóticas como catástrofes, donde las redes normales como telefonía móvil estarían inutilizables.

Para elaborar una aplicación de mensajería que utilice Bluetooth como medio de difusión de mensajes existen diferentes técnicas que son necesarias considerar, en el trabajo de (Fernández Delegido, 2015) se pueden apreciar estas, y los primero que indica es definir bien lo que se desea implementar debido a que el manejo de interfaces de radio en un teléfono inteligente no es muy sencillo.

Entre los objetivos considerados en este diseño están:

- Realizar el Análisis de la implementación de un sistema de mensajería entre dispositivos de conexión local.
- Intercambiar información entre dos o más dispositivos localizados físicamente en el mismo medio de transmisión.
- Implementar un sistema sencillo de manejo de mensajes en aplicación a un buffer de control de inserción de medios y verificación de extracción o eliminación de estos.

Y entre las tareas de la aplicación móvil a desarrollar están:

- Gestión de mensajería punto a punto y manejo de grupos.
- Ofrecer un menú intuitivo con las diferentes características de la aplicación
- Poder observar dispositivos de la red que se encuentren disponibles y a los cuales podamos conectarnos.
- Clasificación de mensajes por características de verificación.
- La información de proceso interno deberá estar presente sin que el usuario pueda intervenir y sin ser visible.

- Implementar características propias de un sistema de mensajería como lo son distribución de chat, búsqueda de mensajes, control sobre el nombre del dispositivo, entre otras que ofrezcan una experiencia de usuario formidable.

Basado en un criterio de desarrollo tradicional de cuatro actividades en fases metodológicas el proyecto se realizó de la siguiente manera:

- Planificación
 - o Análisis situacional
 - o Requerimientos
 - o Iteraciones iniciales
- Diseño
 - o Vistas
 - o Funcionalidades
 - o Estructura de datos
- Codificación
- Pruebas
 - o Conexión
 - o Velocidad de transferencia e intercambio
 - o Entregas incrementales

Tomando en consideración actividades propias de un equipo motor de desarrollo, se subdivide el trabajo en iteraciones planificadas como se visualiza en la tabla a continuación:

Table 1 Modelo de actividades de desarrollo en fase inicial

Fuente: Autores, 30 de junio de 2018

id	Tema	Como un	Necesito	Así podré	Notas	Prioridad	Esfuerzo (sp)
1	Estabilizar conexión bluetooth	Usuario	Tener la menor cantidad de interrupciones en la conexión bluetooth	Lograr el envío correcto de mensajes	Presencia inestable de conexión en tecnología bluetooth	Media	5
2	Aplicar modelo de datos a conexión establecida	Usuario	Tener disponibilidad de los mensajes enviados y recibidos en el proceso de mensajería	Almacenar mensajes	Estructura de base de datos local	Alta	3
3	Crear identificadores de dispositivos en la aplicación	Usuario	Identificar el dispositivo emparejado mediante un código único fijo	Identificar dispositivos	MAC del dispositivo	Alta	2
4	Envío de mensajes multimedia	Usuario	Poder enviar mensajes multimedia, caracterización: audio e imágenes	Tener más opciones de envío de información	Videos descartados y limitación de peso de mensajes	Media	5
5	Crear identificadores de chat	Usuario	Identificar el chat individual a través de un código único establecido	Identificar chat	Código en formato user.#msj	Alta	3

	individual por mensaje						
6	Crear identificadores de chat grupal por mensaje	Usuario	Identificar el chat grupal a través de un código único establecido del tipo de asociación	Identificar chat	Código en formato grp.user.#msj	Alta	4

Table 2 Modelo de actividades de desarrollo en fase epidémica

Fuente: Autores, 31 de junio de 2018

id	Tema	Como un	Necesito	Así podré	Notas	Prioridad	Esfuerzo (sp)
7	Diseminación de conexión	Usuario	Ampliar la conexión, pasando del modelo unicast a un modelo multicast	Lograr conexión ampliada	Revisión de permisos	Alta	4
8	Crear red oportunística	Usuario	Conexión sin una infraestructura predefinida o existente	Acceder a mensajería sin internet	Principio Red AD-HOC	Alta	5
9	Establecer parámetros de velocidad y distancia para medición	Usuario	Mensajería rápida y estable	Optimización de acciones	Medidores de rendimiento	Alta	3
10	Diseminación de mensajes	Usuario	Llegar a todos mis contactos emparejados para chat vía bluetooth	Usar la mensajería de la aplicación	Diseño y modelado de red en finalización	Alta	5

Table 3 Modelo de actividades de desarrollo en fase de usabilidad

Fuente: Autores, 31 de junio de 2018

id	Tema	Como un	Necesito	Así podré	Notas	Prioridad	Esfuerzo (sp)
11	Cálculo de vectores distancia e identificador	Usuario	Saber si un dispositivo se encuentra cerca	Reconocer usuario	Vectores posición	Alta	5
12	Módulo de reconocimiento (dispositivo cercano)	Usuario	Que el móvil brinde una alerta de proximidad	Determinar la distancia a la que se encuentra	Vectores posición	Alta	5
13	Exposición por voz de dispositivo cercano	Usuario	Que se genere una alerta entendible	Escuchar el nombre del dispositivo	Módulo de voz	Alta	5

Teniendo presente que la aplicación será para el sistema operativo Android, se utilizará como plataforma de desarrollo (Android & Inc, 2018).

Android Studio es un entorno integrado de desarrollo (IDE) oficial para la plataforma Android, anunciado hace poco tiempo (16 de mayo de 2013), reemplazó a Eclipse como el IDE oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android. Está basado en IntelliJ IDEA y diseñado expresamente para el desarrollo de aplicaciones en su plataforma. Entre las características más destacables que se han usado en este proyecto son:

- Renderización en tiempo real para las interfaces
- Consola de desarrollador
- Refactorización específica de Android.

Android es un sistema operativo que fue diseñado para su funcionamiento en dispositivos táctiles tales como teléfonos inteligentes, tabletas, relojes inteligentes, automóviles, televisores, entre otros; basado en la plataforma Linux, sistema operativo de código abierto y multiplataforma, fue desarrollado inicialmente por Android Inc. Cabe mencionar que Android ha sufrido diversidad de cambios al transcurrir los años, siendo evidentes en cada una de sus versiones con ciertas funcionalidades que hacen que la investigación tenga variaciones y componentes que no se mantendrán estables con el avance del tiempo.

Situación inicial

No es posible encontrar gran cantidad de sistemas que realicen tareas similares o parecidas hacia el enfoque dirigido de este proyecto, sin embargo es necesario mencionar estudios realizados con implementaciones y demostraciones basados en redes oportunísticas. Como por ejemplo el caso de Firechat (Open Garden, San Francisco, CA, USA) ó de Meshme (Meshme Inc., New Castle, DE, USA), y de (Hern et al., 2016).

En Opportunistic Content-Centric Networking (Kouyoumdjieva, Yavuz, Helgason, Pajevic, & Karlsson, n.d.) se realiza una presentación de implementación de un middleware (lógica de intercambio de información entre aplicaciones) el cual distribuye contenido a través de redes ad hoc móviles, mostrando una arquitectura de red punto a punto que permite la difusión de contenido entre dispositivos móviles sin la dependencia de soportes o infraestructura alguna.

De acuerdo con el artículo de evaluación de los efectos de la cooperación de nodos en el enrutamiento DTN (Li, Su, & Wang, 2012) el enrutamiento de redes de tolerancia a retardos explota de forma más efectiva el mecanismo de reenvío oportunista, siendo fundamental este criterio para la realización del modelo multicast de conexión entre nodos para la cooperación entre dispositivos. De igual manera hay estudios como (J. Herrera-Tapia et al., 2016; Jorge Herrera-Tapia et al., 2016), donde los autores explican mecanismos para incentivar a las personas para colaborar en una red ad-hoc.

Otro estudio de (Dede et al., 2018) acerca de la simulación de redes oportunistas menciona entre las actividades de su trabajo la realización de encuestas y direcciones futuras de implementación, siendo lo más importante la evaluación de rendimiento de este tipo de redes; la encuesta aplicada se centra principalmente en las herramientas y modelos disponibles, comparando su rendimiento y precisión y además demostrando de forma experimental las escalabilidad de este trabajo en distintos simuladores, siendo este trabajo de importancia mayor para reconocer el impacto y aporte que daría la implementación del proyecto propuesto.

Diseño

Antes de explicar el diseño de la aplicación de mensajería, se va a indicar o citar conceptos claves de funcionamiento de ciertos elementos, y su interacción.

Bluetooth

Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que hace posible la transmisión tanto de voz como de datos entre diferentes dispositivos a través de un enlace de radiofrecuencia. Los objetivos principales de la existencia de esta tecnología son:

- Facilitar la comunicación entre dispositivos móviles
- Eliminar cables y conectores entre éstos
- Brindar la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y así facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.

Funcionamiento de Bluetooth en Android

El funcionamiento de Bluetooth en los dispositivos con sistema operativo Android está basado en una arquitectura Cliente-Servidor, por lo que para lograr el envío de mensajes es necesario el uso de Sockets ya que estos proporcionan un punto de comunicación mediante el cual se podrá enviar o recibir la información. La Ilustración 1 muestra el esquema de interacción de Android con Bluetooth.

En el caso de transferencia de mensajes entre dos dispositivos móviles, en primer lugar, un dispositivo debe abrir un socket servidor mientras que el otro dispositivo deberá inicializar la conexión usando la dirección MAC del dispositivo servidor.

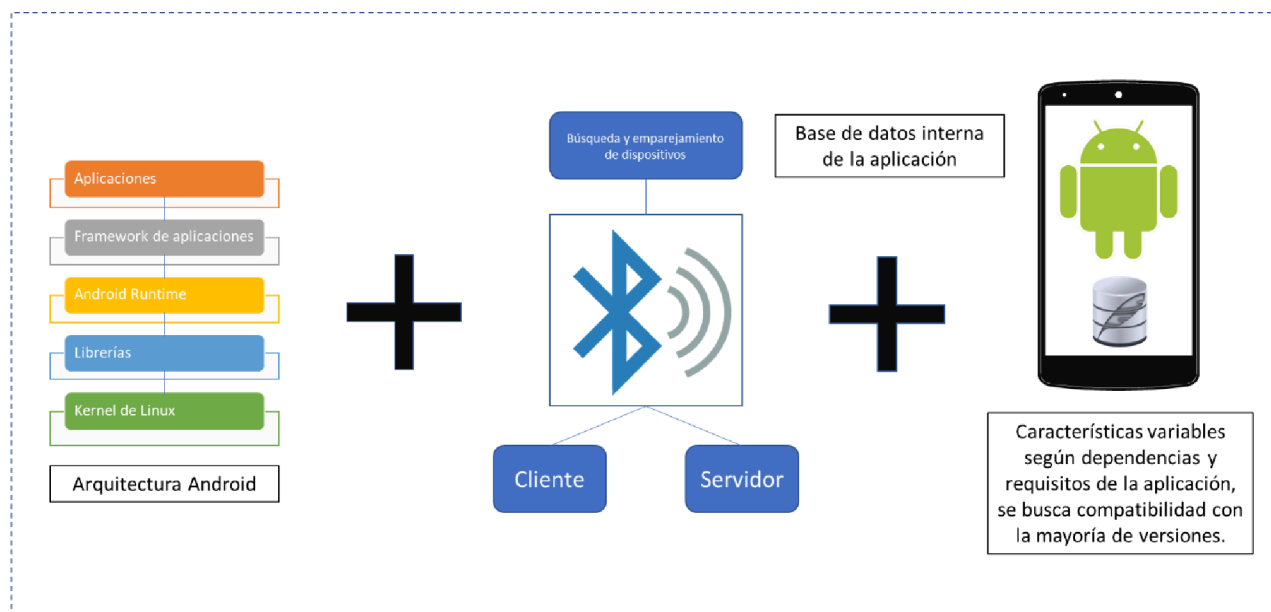


Ilustración 1. Esquema general de funcionamiento.

Fuente: Autores, 7 de julio de 2018

Luego de realizar esta conexión ambos dispositivos deberán tener un socket de tipo Bluetooth en el mismo canal RFCOMM. Tal como lo muestra en la Ilustración 2.

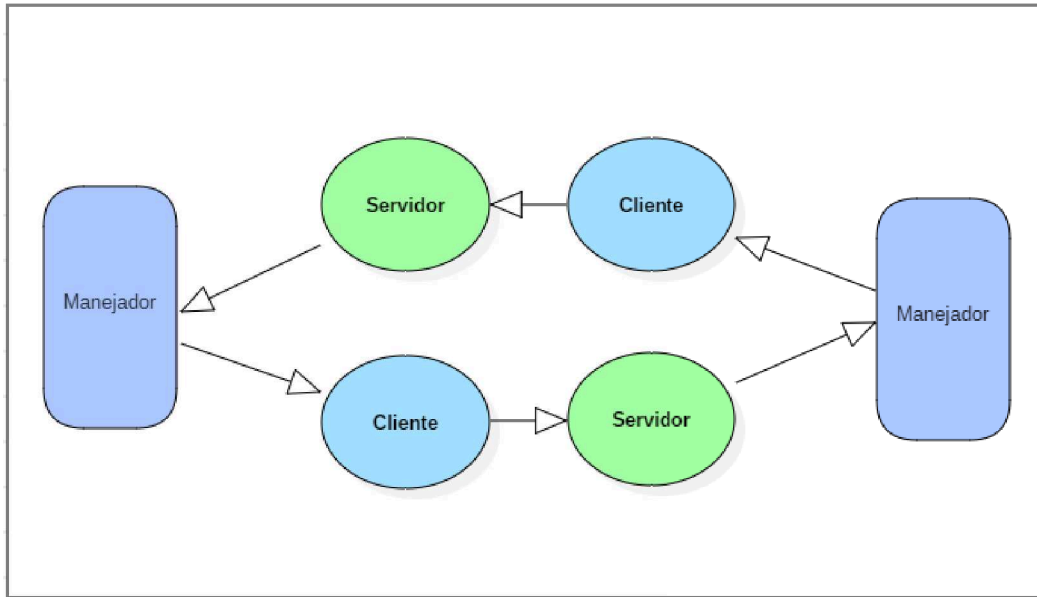


Ilustración2. Bluetooth en Android

Fuente: Autores, 7 de julio de 2018

Esquema de funcionamiento de la aplicación

Luego de conocer el funcionamiento de la tecnología Bluetooth en los dispositivos móviles con Android, se muestra a continuación el esquema de la aplicación desarrollada, la cual contiene un menú principal que nos permitirá navegar por las actividades o vistas que contienen las funciones necesarias para realizar el envío de mensajes, estas vistas son: mensajes recientes, que contiene las conversaciones con otros dispositivos; grupos asociados, tanto grupos creados como grupos a los cuales un dispositivo ha sido agregado, y visualización de dispositivos, que incluye los dispositivos vinculados y los dispositivos cercanos.

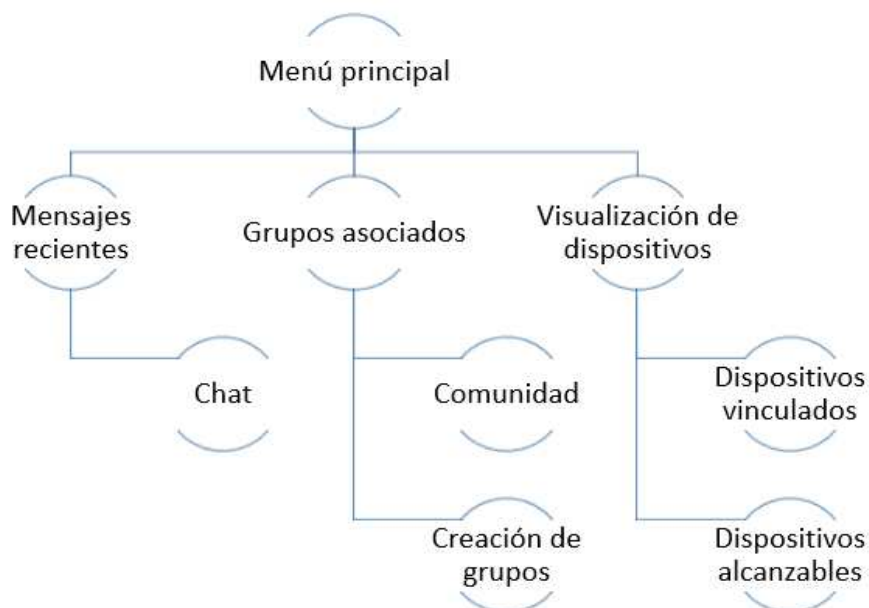


Ilustración3. Esquema de funcionamiento

Fuente: Autores, 30 de julio de 2018

Estructura de la base de datos

Para que la aplicación cumpla con su objetivo, que es el envío de mensajes mediante Bluetooth, es necesario que la información sea persistente para ello se requiere la creación de una base de datos, la cual se encontrará de manera local en cada dispositivo y contendrá información relacionada a los mensajes, dispositivos Bluetooth, grupos, etc. A continuación, se muestra de forma más específica las tablas a manejar, junto con sus campos y la forma en que serán relacionadas.

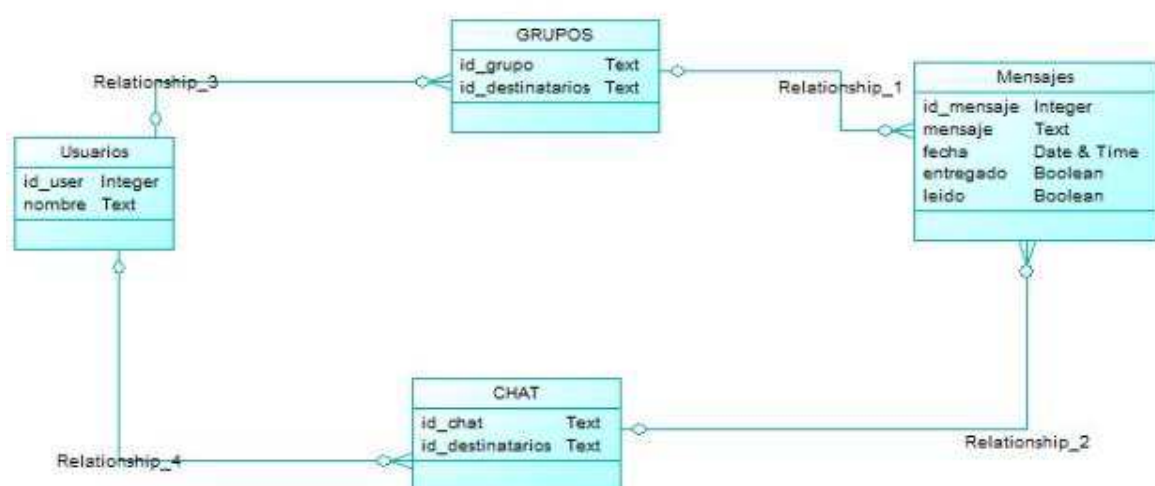


Ilustración4. Estructura de la base de datos

Fuente: Autores, 4 de agosto de 2018

Una vez diseñada la aplicación se procedió a la respectiva implementación en Android Studio, como es de conocimiento se utiliza lenguaje Java en la codificación. En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz de desarrollo del proyecto en Android Studio.

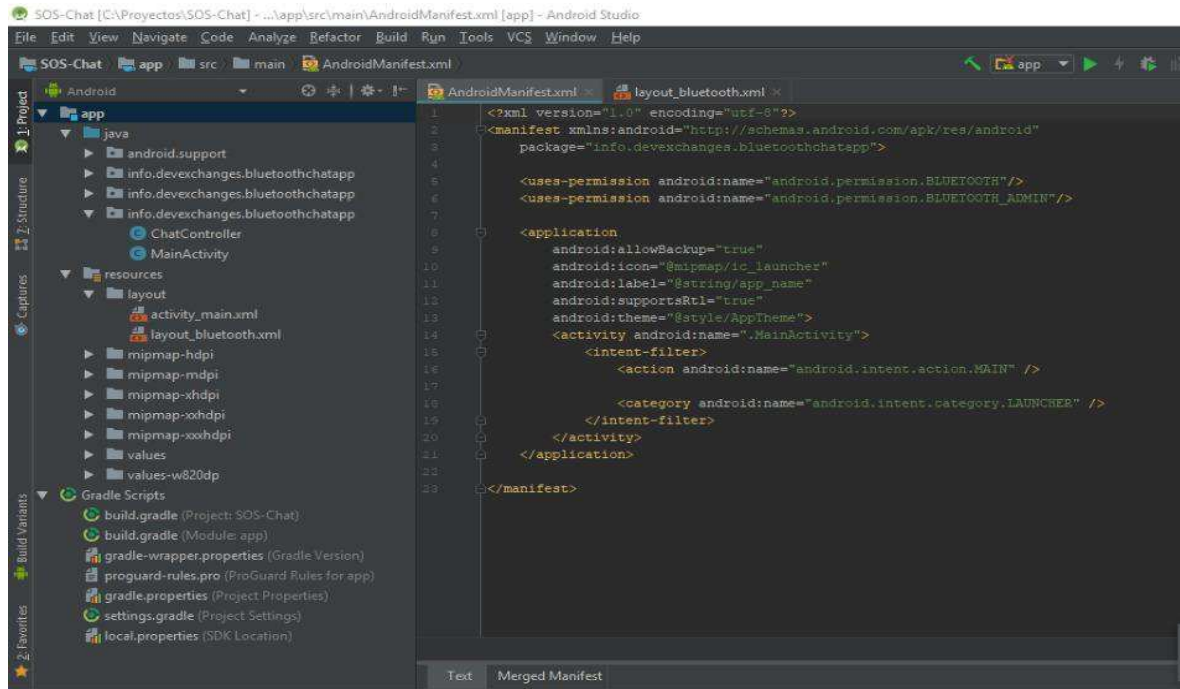


Ilustración 5. Interfaz de desarrollo en Android Studio

Fuente: Autores, 8 de agosto de 2018

Resultados

Una vez desarrollada la aplicación Android, se procedieron a realizar las respectivas pruebas. A continuación, indicaremos las principales tareas a través de la captura de pantallas.

En las Figuras 6 y 7 se puede apreciar como la aplicación una vez inicializada, encuentra a los dispositivos cercanos y con uno empieza un diálogo.

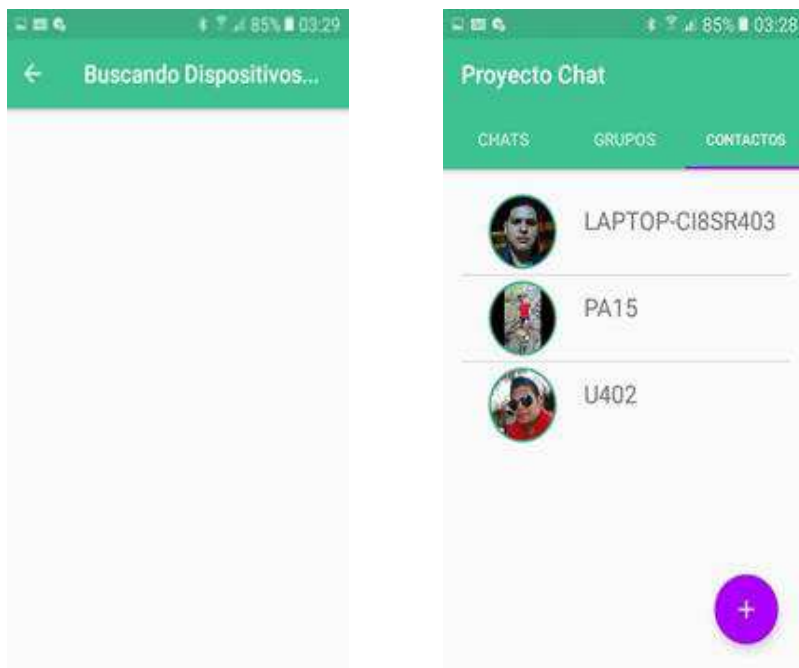


Ilustración6. Aplicación funcionando, búsqueda de dispositivos.

Fuente: Autores, 15 de agosto de 2018

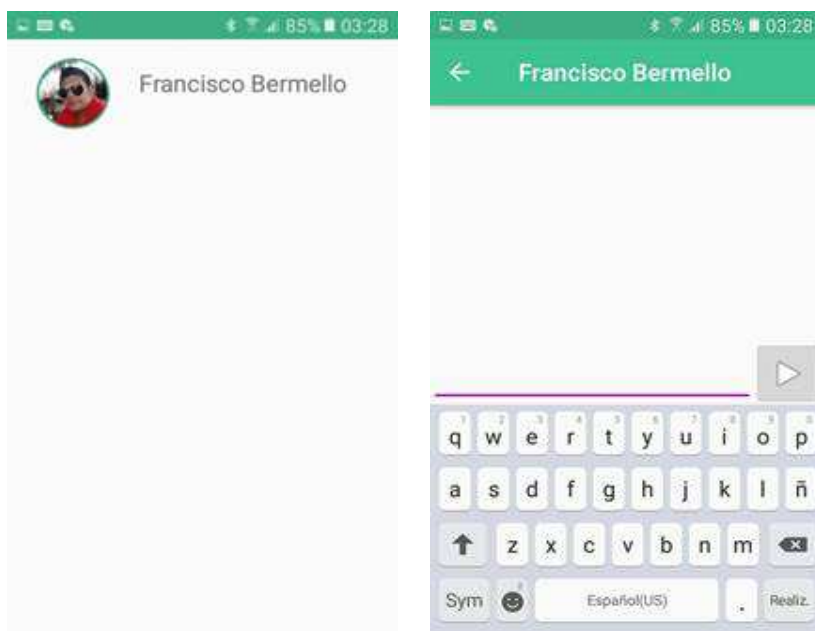


Ilustración7. Abriendo un chat con un usuario.

Fuente: Autores, 15 de agosto de 2018

En cambio, en la Figura 8 se puede observar otro escenario, donde dos (Andy Castillo y Lenin Castillo) usuarios intercambian mensajes de texto.

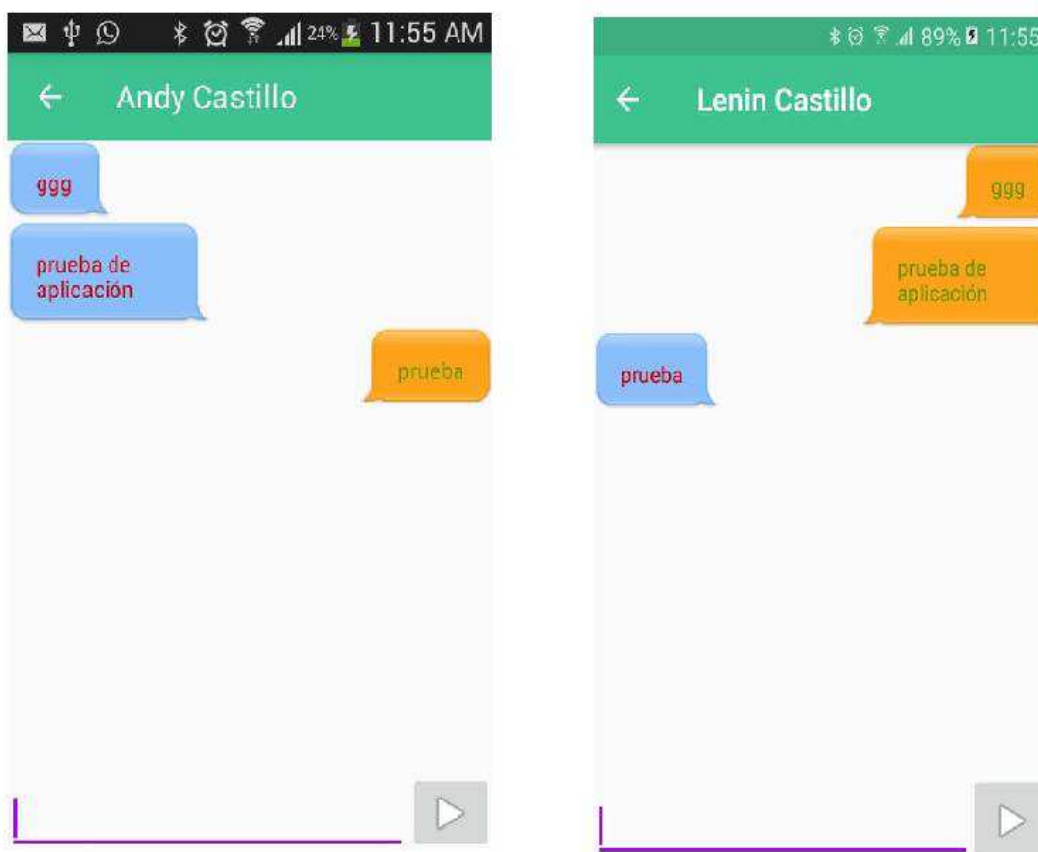


Ilustración8. Dos usuarios chateando.

Fuente: Autores, 15 de agosto de 2018

Discusión

Como se indicó al inicio de este trabajo, esta investigación es de corte experimental ya que se diseñó e implementó un prototipo de mensajería entre usuarios de dispositivos móviles, sin que esta hiciera uso de la infraestructura de Internet. La capa de comunicación entre dispositivos hizo uso de una de red inalámbrica usada para el Internet de las Cosas como es Bluetooth.

Como es lógico las aplicaciones de mensajería que hacen uso de Internet tienen un amplio espectro para la difusión de mensajes, sin importar el tiempo y la distancia a que estén los usuarios, ya que disponen de una gran infraestructura tecnológica expandida por todo el mundo. En cambio, este tipo de aplicaciones como la que se desarrolló está limitada porque depende directamente del número de usuarios que estén disponibles en un área y momento determinado para que puedan compartir información. Esta limitante no impide que estos sistemas de comunicación ad-hoc sean una alternativa viable para compartir información en lugares donde o exista Internet, o su capacidad de transmisión esté saturada. Por ejemplo, en un evento de concurrencia masiva, como puede ser un concierto o una manifestación.

Durante el desarrollo de la aplicación se encontraron algunos problemas, debido a la versión de hardware de cada dispositivo, por lo que se procedió a trabajar con la más común, esto no le quitó ninguna funcionalidad a la idea original de la solución. Otro factor para considerar es la configuración cliente servidor que se debió hacer en los dispositivos para que pudieran conectarse.

En general, tal como afirma (Evans et al., 2011), el Internet de las Cosas marca la evolución del Internet convencional al que estábamos ya acostumbrados, y debemos estar inmersos en la utilización de sus herramientas para poder ofrecer más servicios a la colectividad.

Conclusión

Al finalizar la investigación que implicó un estudio conceptual y práctico del nuevo modelo de comunicación como es el Internet de las Cosas, se puede concluir que este ofrece muchas ventajas, no solo para el campo de análisis de información recolectada por sensores, sino que la tecnología utilizada se puede emplear para ofrecer varias soluciones y en diferentes áreas, como fue en nuestro caso para el desarrollo de una aplicación de mensajería que funcione sin el uso de una infraestructura de telecomunicaciones. En el caso puntual del diseño y desarrollo de la aplicación de mensajería, podemos afirmar que diseñar un sistema de transmisión de datos no es fácil, que requiere de mucho tiempo de análisis, codificación y pruebas.

Como trabajo futuro, se tiene previsto el uso de otras tecnologías de mayor alcance, y el diseño de un algoritmo que permita optimizar la transferencia de mensajes, para llegar a más usuarios, ampliando el radio de difusión.

Agradecimiento

Agradecemos a la Facultad de Ciencias Informáticas “FACCI” y al Departamento de Investigación de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador por su apoyo en este proyecto de investigación. Así mismo a los integrantes de Grupo de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación de la FACCI.

Referencias

- Android, & Inc, G. (2018). Android Studio. Retrieved September 22, 2018, from <https://developer.android.com/studio/intro/?hl=es-419>
- Barrachina-Muñoz, S., Bellalta, B., Adame, T., & Bel, A. (2017). Multi-hop communication in the uplink for LPWANs. *Computer Networks*, 123, 153–168. <http://doi.org/10.1016/j.comnet.2017.05.020>
- Bluetooth SIG, I. (2018). Bluetooth. Retrieved August 17, 2018, from <https://www.bluetooth.com/>
- Camps-Mur, D., Garcia-Saavedra, A., & Serrano, P. (2013). Device-to-device communications with WiFi direct: Overview and experimentation. *IEEE Wireless Communications*, 20(3), 96–104.
- Chen, Y.-K. (2012). Challenges and opportunities of internet of things. *17th Asia and South Pacific Design Automation Conference*, 383–388. <http://doi.org/10.1109/ASPDAC.2012.6164978>
- Dede, J., Förster, A., Hernández-Orallo, E., Herrera-Tapia, J., Kuladinithi, K., Kuppusamy, V., ... Vatandas, Z. (2018). Simulating Opportunistic Networks: Survey and Future Directions. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 20(2). <http://doi.org/10.1109/COMST.2017.2782182>
- Evans, D., Figuerola, N., Fundación de la Innovación Bankinter, Isenstadt, S., Security, N. C., Proves, A., ... Robla, I. (2011). Internet de las cosas: Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo. *Journal of Food Engineering*, 49(Emin), 314–318. <http://doi.org/10.2991/emim-15.2015.61>
- Fernández Delegido, D. (2015). *Aplicaciones de mensajería para dispositivos móviles basadas en comunicación punto a punto local*. Universitat Politècnica de València.
- Gaur, A., Scotney, B., Parr, G., & McClean, S. (2015). Smart city architecture and its applications based on IoT. *Procedia Computer Science*, 52(1), 1089–1094. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2015.05.122>

- Gershenfeld, N., Krikorian, R., & Cohen, D. (2004). *The internet of things*. *Scientific American* (Vol. 291). <http://doi.org/10.1038/scientificamerican1004-76>
- Gluhak, A., Krco, S., Nati, M., Pfisterer, D., Gluhak, A., Krco, S., ... Mitton, N. (2014). Things Research To cite this version : A Survey on Facilities for Experimental Internet of Things Research. *IEEE Communications Magazine*, 49(11), 58–67. <http://doi.org/10.1109/MCOM.2011.6069710>
- Google Inc; Android. (2018). Android Operating System. Retrieved August 20, 2009, from <https://www.android.com/>
- GSMA Association. (2014). Understanding the Internet of Things (IoT). *GSMA Journal*, (July). <http://doi.org/10.5120/19787-1571>
- Hern, E., Fern, D., Herrera-tapia, J., Cano, J., Calafate, C. T., & Manzoni, P. (2016). GRChat : A Contact-based Messaging Application for the Evaluation of Information Diffusion, (c), 32–33.
- Herrera-Tapia, J., Hernández-Orallo, E., Tomas, A., Manzoni, P., Calafate, C. T., & Cano, J.-C. (2016). *Improving message delivery performance in opportunistic networks using a forced-stop diffusion scheme*. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* (Vol. 9724). http://doi.org/10.1007/978-3-319-40509-4_11
- Herrera-Tapia, J., Hernández-Orallo, E., Tomás, A., Manzoni, P., Calafate, C. T., Cano, J.-C., ... Mahmoodi, T. (2016). Friendly-Sharing: Improving the Performance of City Sensoring through Contact-Based Messaging Applications. <http://doi.org/10.3390/s16091523>
- Kiess, W., & Mauve, M. (2007). A survey on real-world implementations of mobile ad-hoc networks. *Ad Hoc Networks*, 5(3), 324–339. <http://doi.org/10.1016/j.adhoc.2005.12.003>
- Kouyoumdjieva, S., Yavuz, E. a, Helgason, Ó., Pajevic, L., & Karlsson, G. (n.d.). Opportunistic Content-Centric Networking : The Conference Case Demo. *Networks*.
- Li, Y., Su, G., & Wang, Z. (2012). Evaluating the effects of node cooperation on DTN routing. *AEU - International Journal of Electronics and Communications*, 66(1), 62–67. <http://doi.org/10.1016/j.aeue.2011.05.001>
- Petäjäjärvi, J., Mikhaylov, K., & Hänninen, T. (2016). On the Coverage of LPWANs : Range Evaluation and Channel Attenuation Model for LoRa Technology, 55–59.
- Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2015). La Internet De Las Cosas — Una Breve Reseña. *Internet Society-ISOC*, 83. Retrieved from <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf>
- Wikipedia. (2018). Internet de las Cosas. Retrieved September 19, 2018, from https://es.wikipedia.org/wiki/Internet_de_las_cosas
- Zanella, a, Bui, N., Castellani, a, Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of Things for Smart Cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22–32. <http://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2306328>

Anexo 2: Manual de usuario

INTRODUCCIÓN

En este documento se guiará al usuario en el uso y configuración de la aplicación móvil denominada “SOSChat BT”, esta aplicación nos permitirá el envío de mensajes de texto e imágenes sin necesidad de tener acceso a internet, usando la tecnología Bluetooth brindada por los dispositivos móviles.

A continuación, se detallará cuáles son los requerimientos para poder instalar esta aplicación y luego se detallará paso a paso cada una de sus funcionalidades.

REQUERIMIENTOS

- Sistema Operativo Android desde versión 4.2.2 Jelly Bean
- Interfaz de comunicación inalámbrica Bluetooth
- Sistema de localización GPS
- Espacio de memoria mínimo de 1000MB

INSTALACIÓN

Para instalar la aplicación solo basta con ejecutar el archivo SOSChat.apk

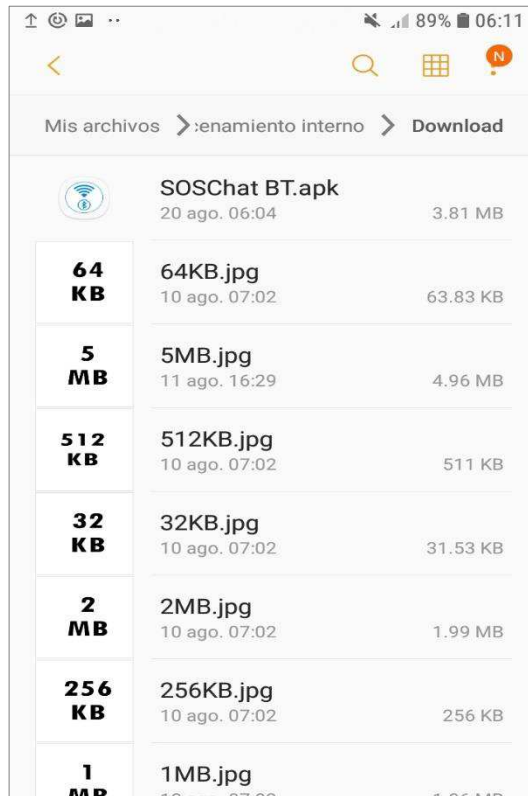


Ilustración 82 Archivo de instalación



Ilustración 83 Inicio de instalación

Nos preguntará si deseamos instalar la aplicación, presionamos *Instalar*.

Ahora solo debemos esperar a que inicie la instalación y finalice

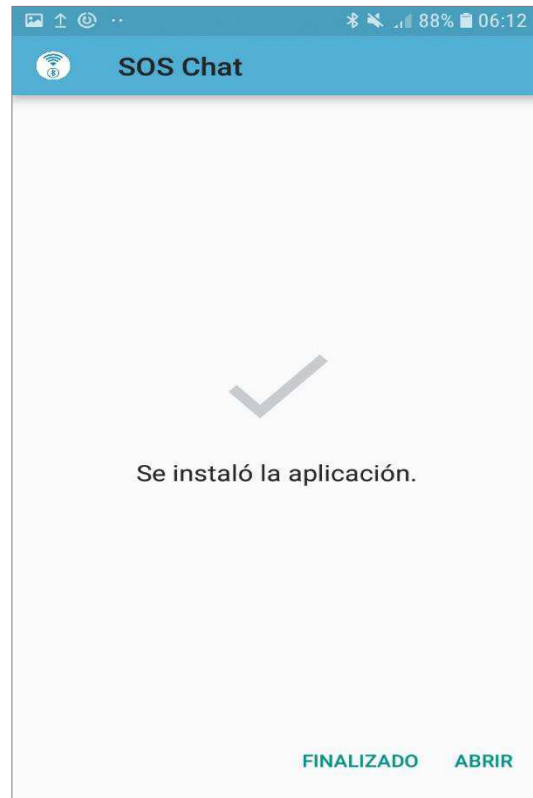
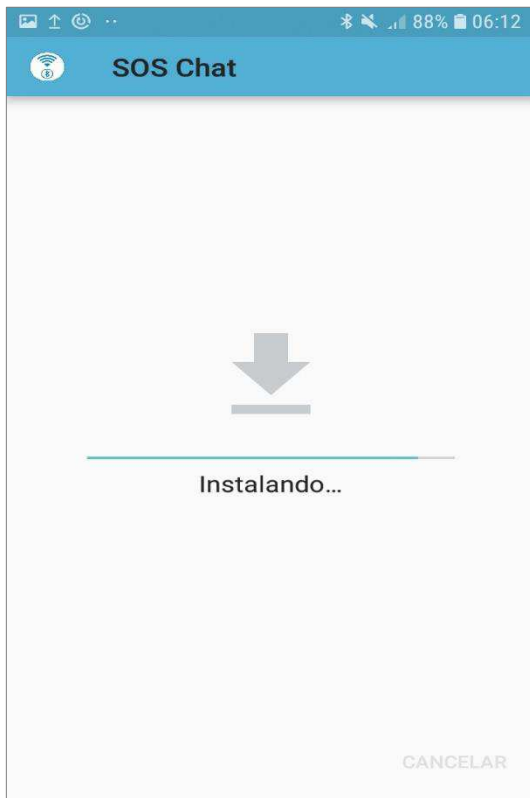


Ilustración 84 Proceso y finalización de instalación

CONFIGURACIÓN INICIAL

Permisos de aplicación

Al iniciar por primera vez la aplicación móvil previamente instalada, nos pedirá otorgarle una serie de permisos para su correcto funcionamiento, cuando estos aparezcan deberá presionar el botón *Permitir*:



Ilustración 85 Permiso de aplicación

Configuración de idioma

Luego de dar los permisos necesarios a la aplicación, se nos mostrará la pantalla principal. Por defecto la aplicación detectará y usará el idioma de nuestro dispositivo móvil, pero si deseamos cambiarlo manualmente entre inglés y español, en la parte superior derecha encontraremos un pequeño menú que si lo presionamos nos mostrará una serie de configuraciones, entre ellas el idioma. Una vez que presionemos esta opción nos aparecerá las dos opciones de idiomas mencionadas anteriormente y solo bastará con seleccionarla.

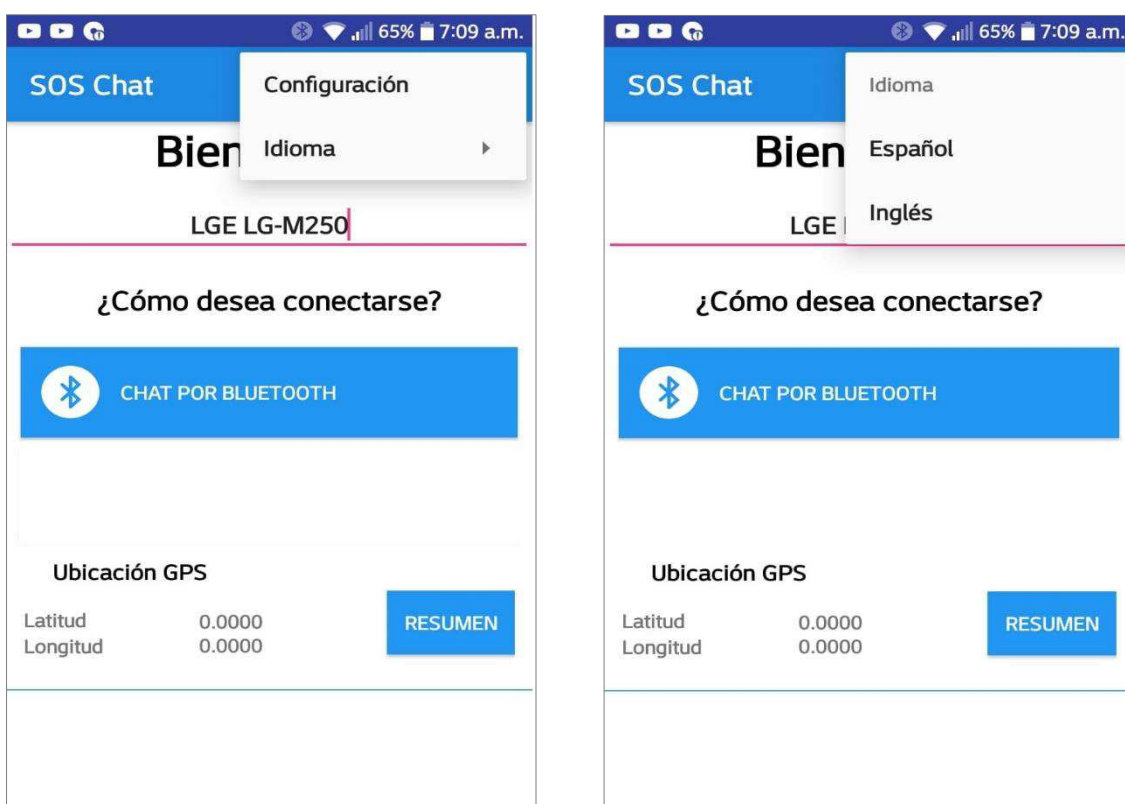


Ilustración 86 Configuración de idioma

FUNCIONAMIENTO DE MENSAJERÍA

Para poder empezar a realizar el envío de mensajes: primero debemos presionar el botón que nos dice *CHAT POR BLUETOOTH*, luego se nos abrirá una pantalla con 3 pestañas las cuales son las de *Dispositivos*, *Chats* y *Grupos*.

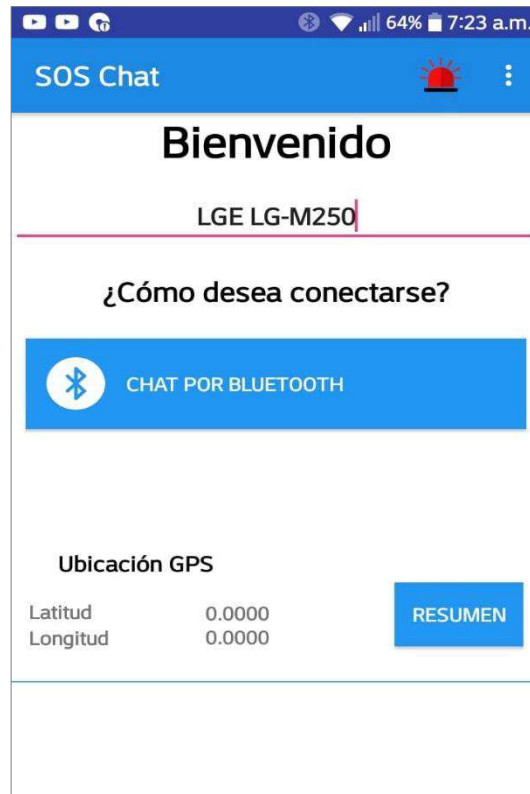


Ilustración 87 Pantalla principal

En la pestaña *Dispositivos* veremos los dispositivos bluetooth emparejados, debemos escoger uno de ellos para conectarnos y empezar una conversación.

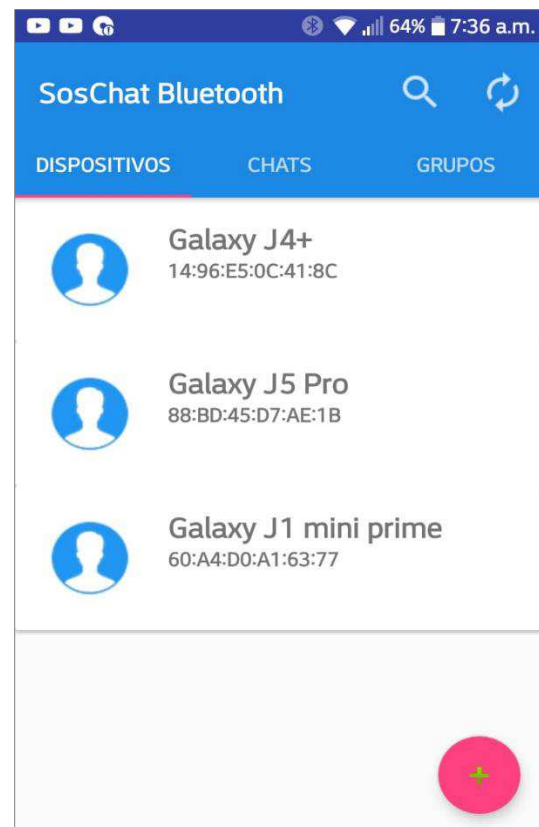
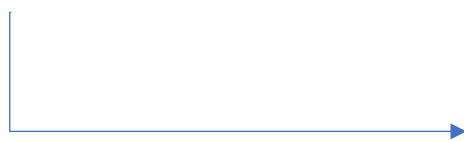
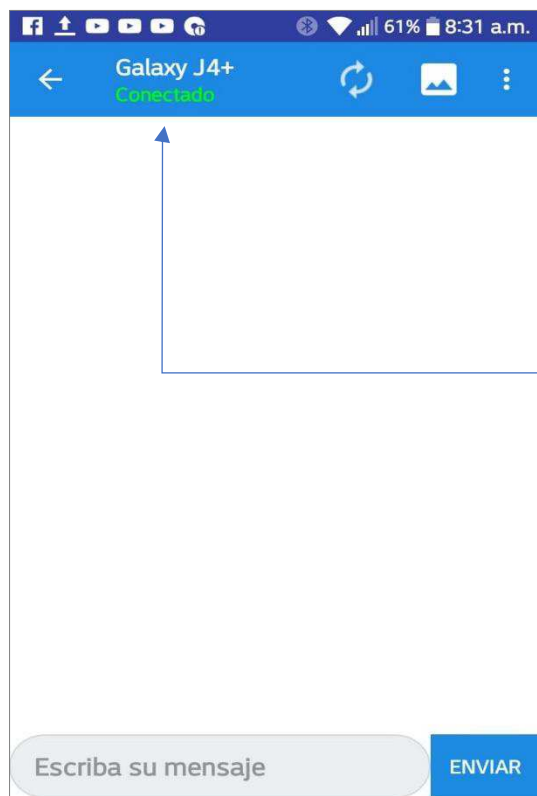


Ilustración 88 Pestaña de dispositivo emparejados

Conexión con dispositivo



Luego de seleccionar el dispositivo con el cual queremos comunicarnos se abrirá la pantalla de chat y se nos mostrará en la parte superior el estado de la conexión entre los dos dispositivos, este estado puede variar entre *Conectándose*, *Conectado* y *Sin Conexión*.

Debemos asegurarnos de que ambos dispositivos nos muestren un estado *Conectado* para lograr la transferencia inmediata de los mensajes.

Ilustración 89 Estado de conexión con dispositivo

Envío de mensaje de texto

Cuando ambos dispositivos se encuentran conectados, podemos empezar a escribir y enviar mensajes de texto, solo debemos ingresar en la parte inferior de la pantalla nuestro texto y presionar el botón *Enviar*.

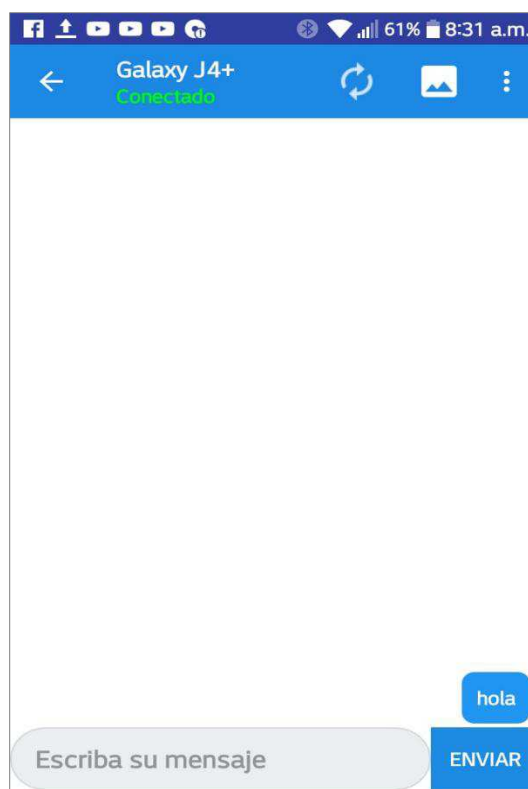


Ilustración 90 Envío de mensaje de texto

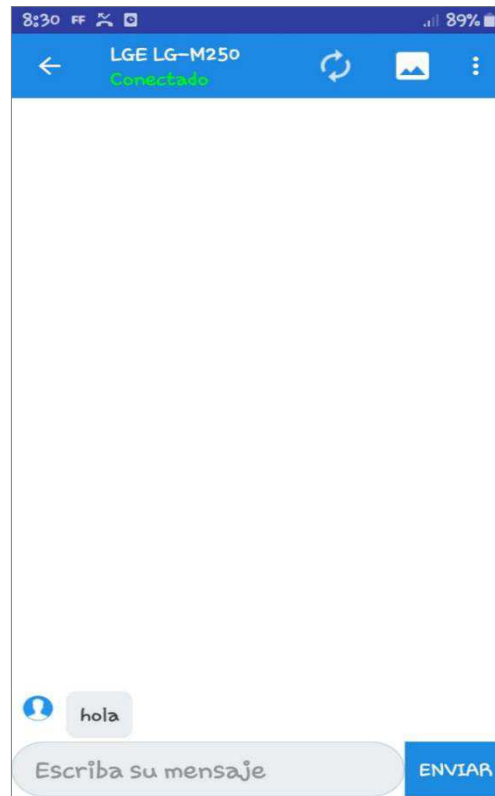


Ilustración 91 Recepción de mensaje de texto

Envío de imágenes

Para realizar el envío de imágenes primero nos aseguramos si estamos conectados al dispositivo y escogemos el ícono de imagen que se encuentra en la parte superior derecha.

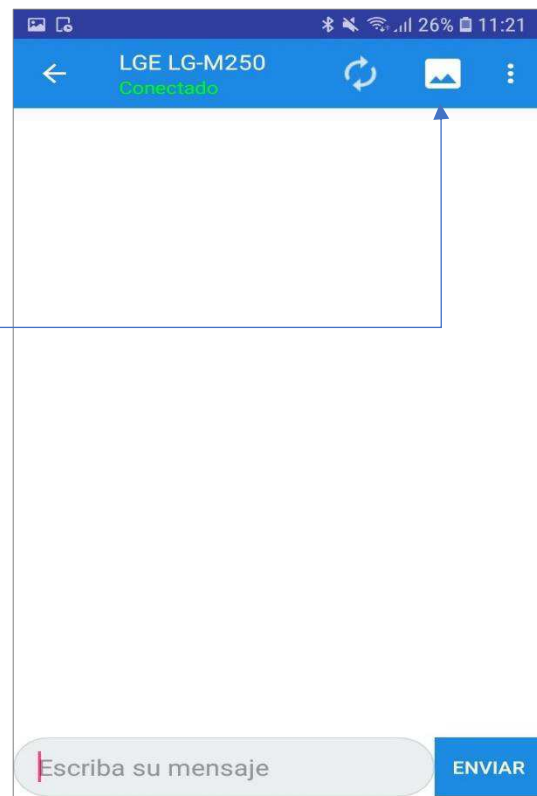
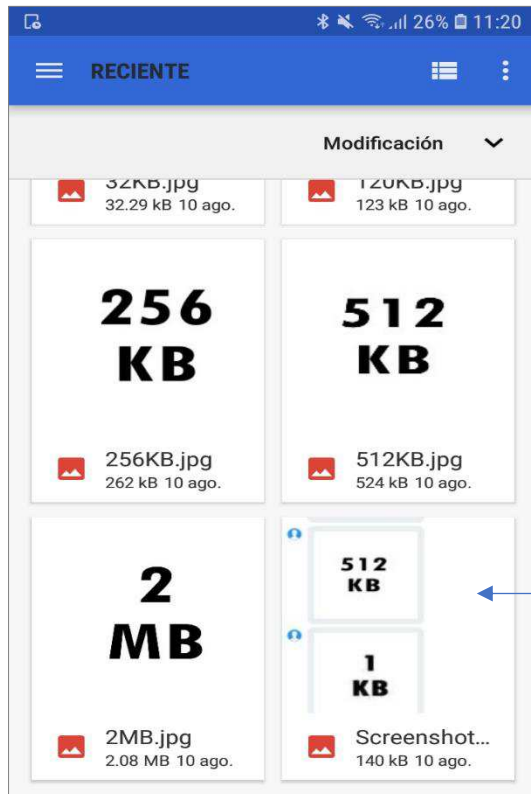


Ilustración 92 Opción para escoger imagen



Nos aparecerá una ventana mostrándonos la galería de imágenes de nuestro dispositivo, solo debemos seleccionar la imagen que queremos enviar.

Ilustración 93 Selección de imagen desde Galería

Como podemos ver se realizó correctamente el envío de imágenes

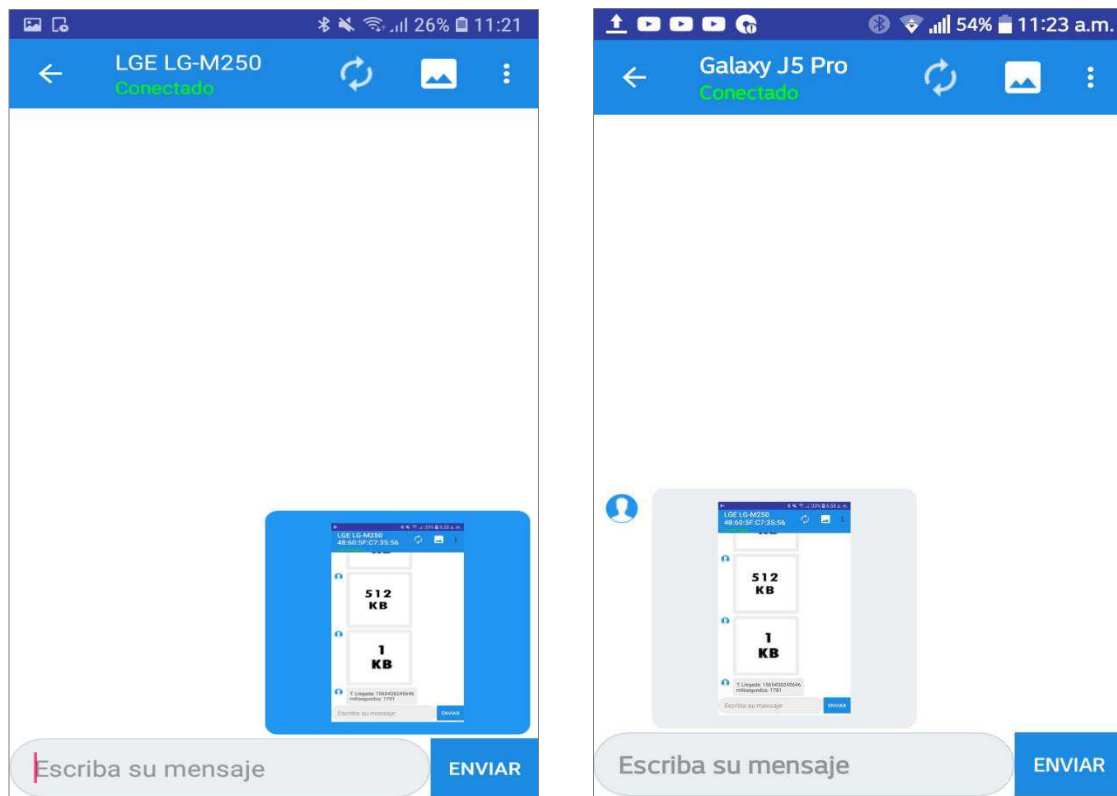


Ilustración 94 Transferencia de imagen entre dos dispositivos

Gestionar las conexiones

En ocasiones la conexión entre dispositivos usando Bluetooth no será totalmente estable por lo que se deberá volver a conectar al dispositivo. Para lograr esto solo debemos entrar en el chat y presionar el botón de recargar que encontramos en la parte superior junto al nombre del dispositivo.

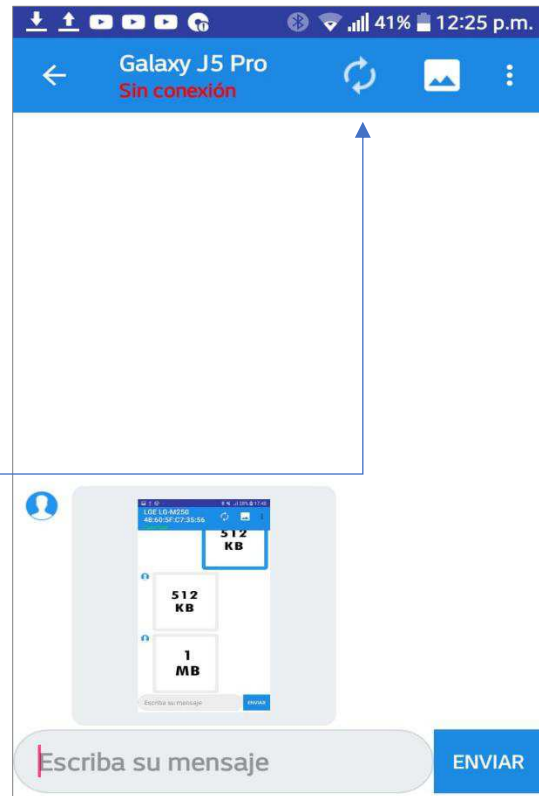


Ilustración 95 Opción para restaurar la conexión

Vemos a continuación el cambio de estado de conexión entre los dispositivos

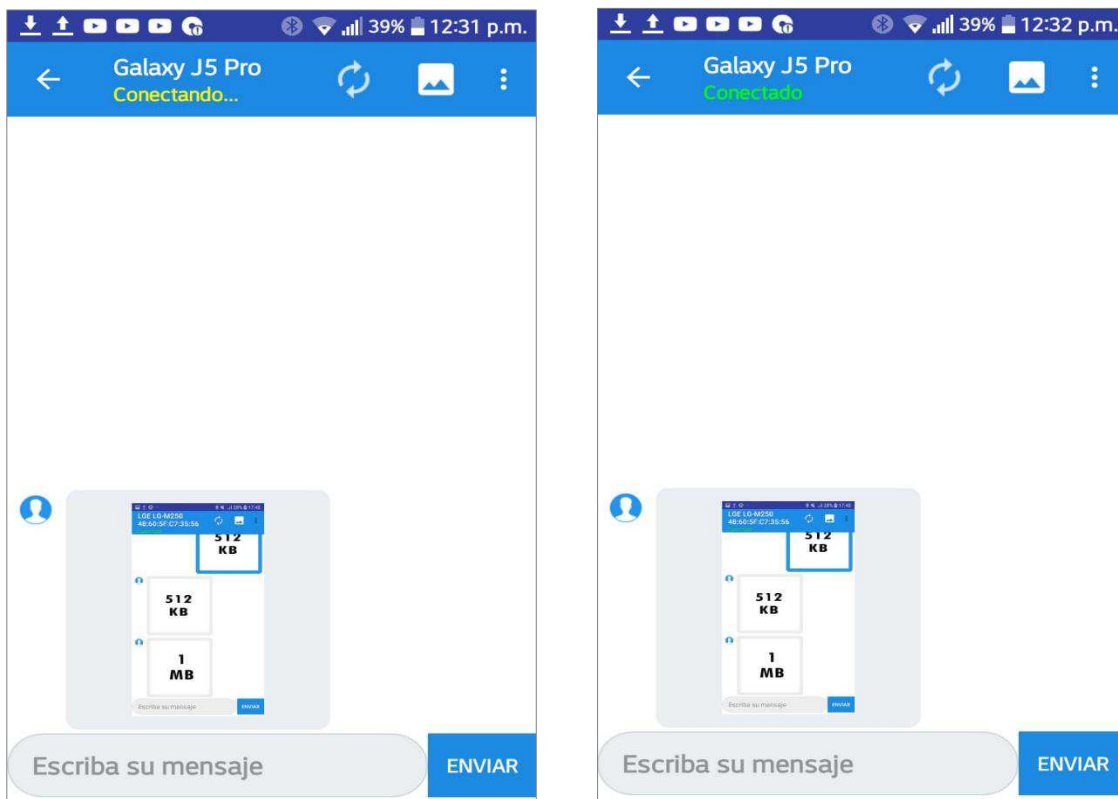


Ilustración 96 Dispositivos con conexión restablecida

Envío de mensajes sin conexión punto a punto

Cuando se desea enviar un mensaje a un dispositivo, pero este no se encuentra cerca o bien no existe conexión establecida, el mensaje no llegará al dispositivo destinatario, pero este quedará almacenado en la base de datos hasta que ambos dispositivos estén conectados y pueda intentar reenviarse automáticamente.

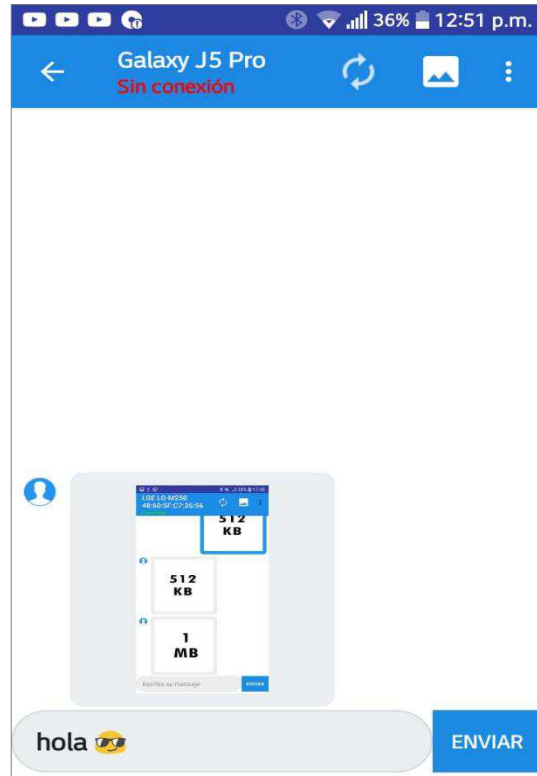


Ilustración 97 Estado de dispositivo sin conexión

Se nos muestra un mensaje indicándonos que el mensaje se enviará luego debido a que no está conectado a otro dispositivo

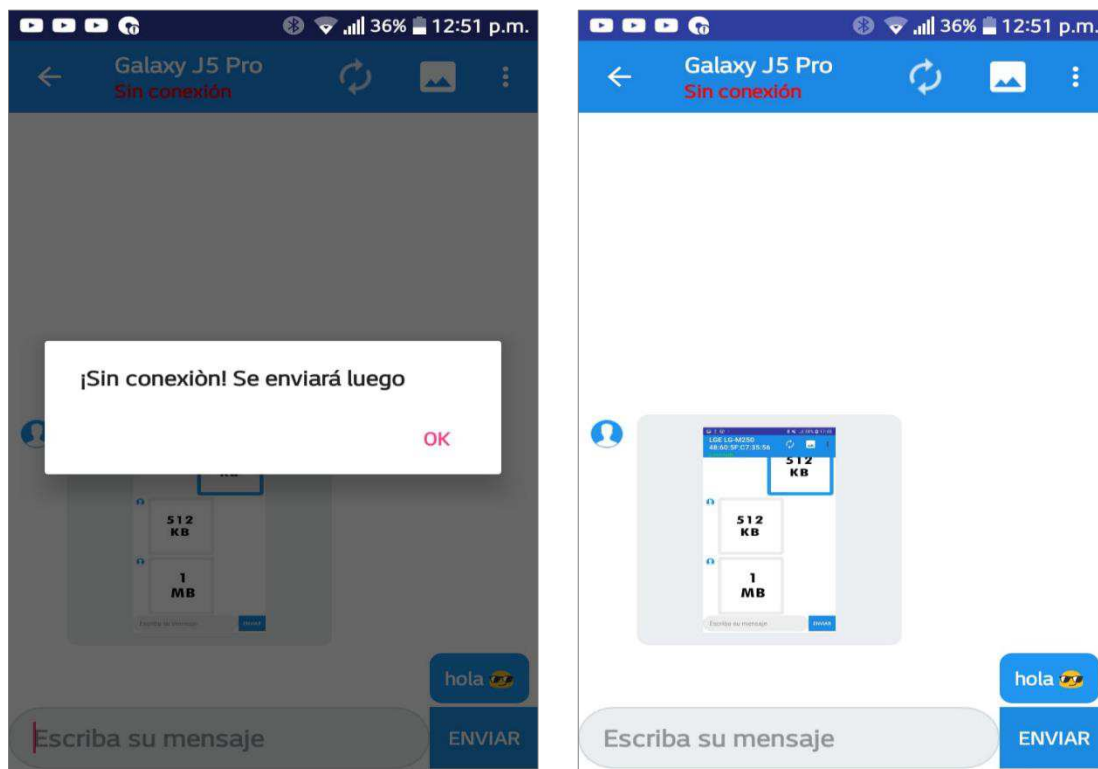


Ilustración 98 Alerta indicando que el mensaje se almacena y se enviará luego

Y al conectarse con el dispositivo el mensaje almacenado será enviado

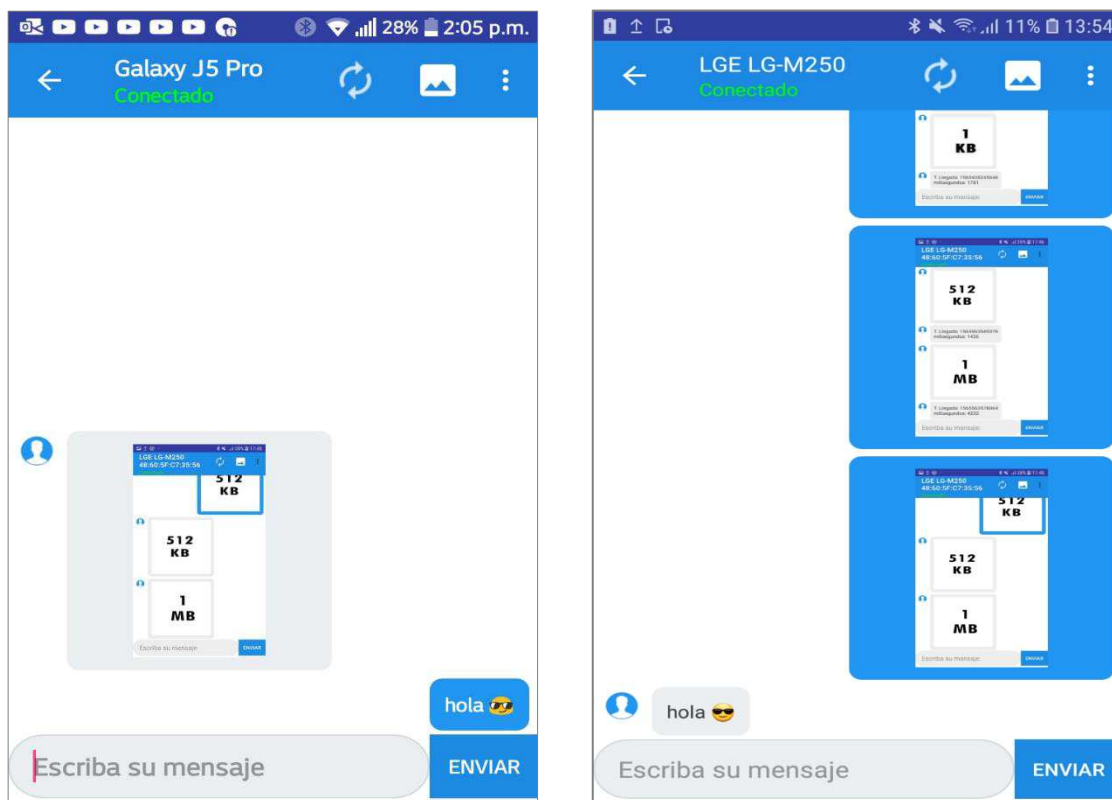


Ilustración 99 Conexión establecida y envío de mensaje almacenado

Envío de mensajes sin conexión en malla

Cuando el dispositivo destinatario no se encuentre cerca se podrá utilizar otros dispositivos intermedios para poder transferirle el mensaje y estos a su vez transferirlos a otros con el objetivo de llegar a su destinatario, estos dispositivos intermedios no podrán visualizar el mensaje.

Para lograr esto primero ingresamos al chat con el dispositivo que queremos enviar el mensaje, en este caso lo denominamos dispositivo 3 (Galaxy J4 +), y escribimos nuestro mensaje a enviar.

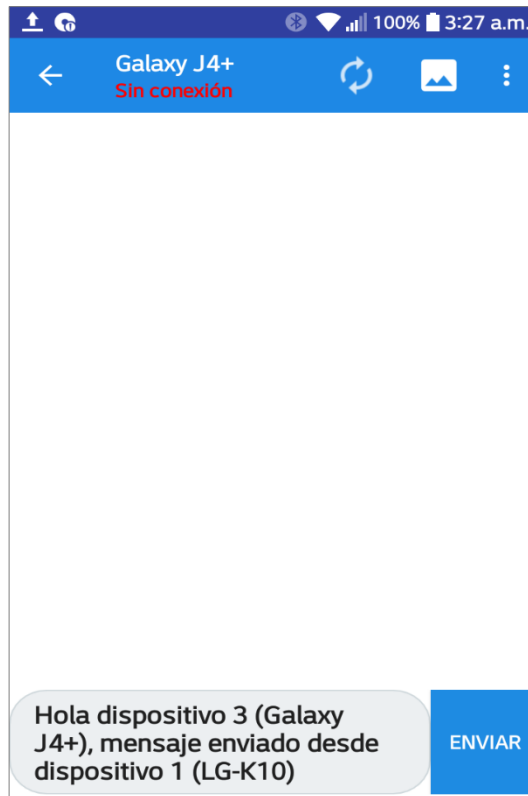


Ilustración 100 Escritura de mensaje a dispositivo sin conexión

Nos muestra que el mensaje se enviará luego debido a que no existe una conexión con el dispositivo

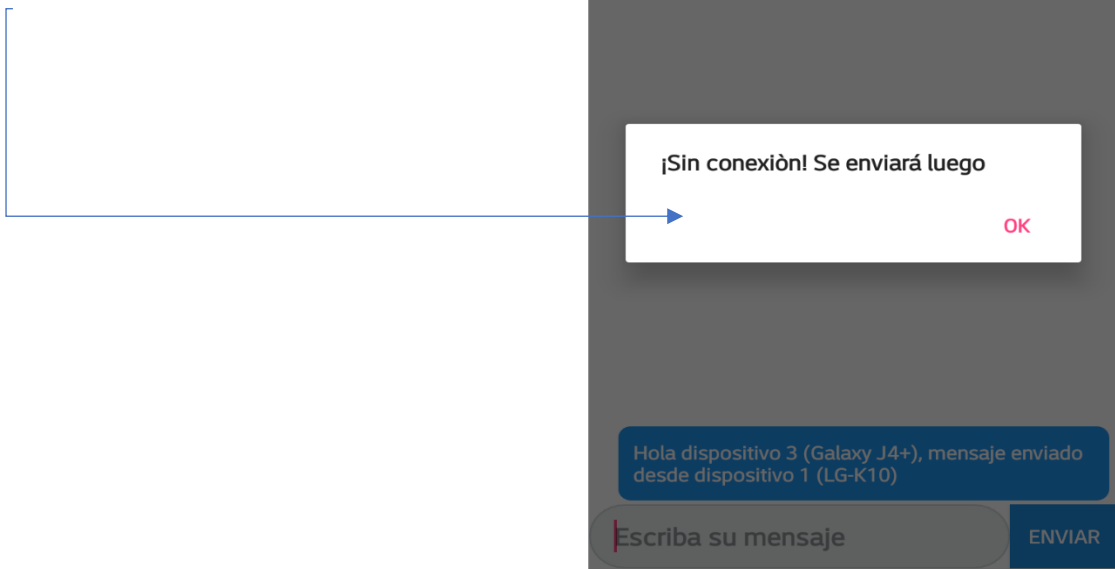


Ilustración 101 Cuadro de diálogo indicando que el mensaje se enviará luego

Luego podemos conectarnos a otro dispositivo que no sea el destinatario con el objetivo de transferirle el mensaje. Al realizarse la conexión automáticamente el mensaje será transferido, pero no podrá ser visualizado por este.

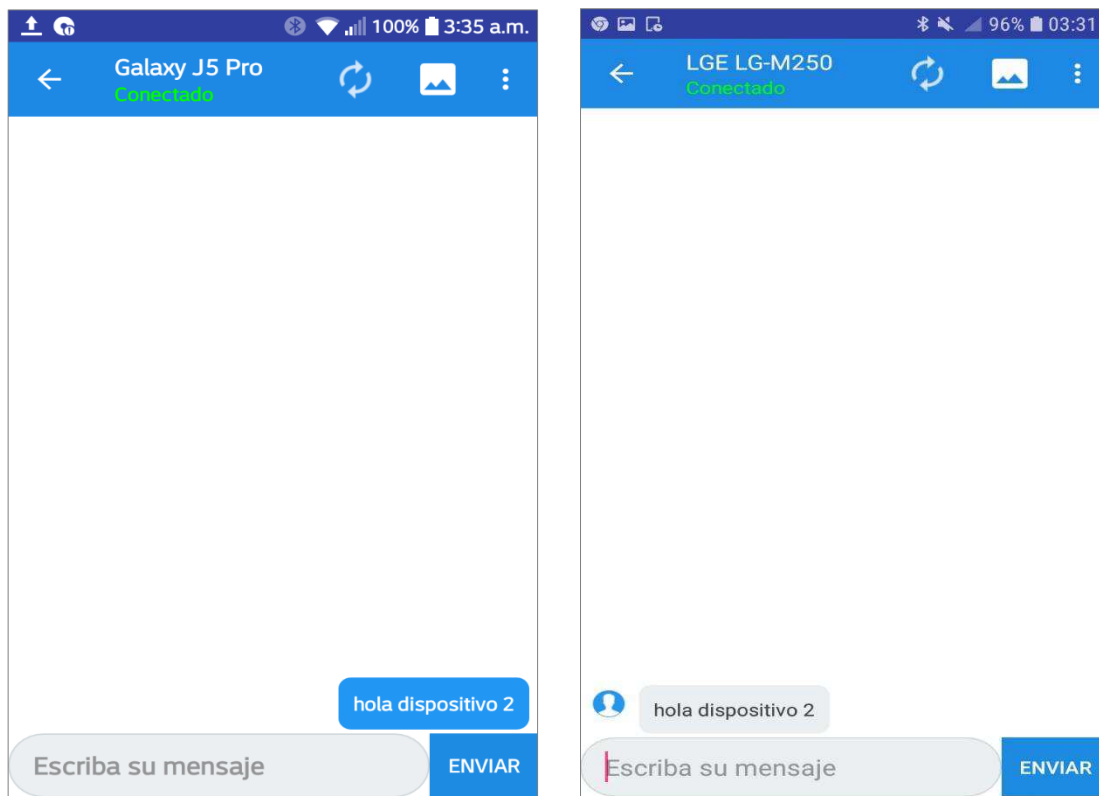


Ilustración 102 Conexión con dispositivo no destinatario

Para que el mensaje llegue a su destino debemos conectar el dispositivo destinatario a cualquiera de los dispositivos que contenga el mensaje, esto bastará para que el mensaje sea transferido.

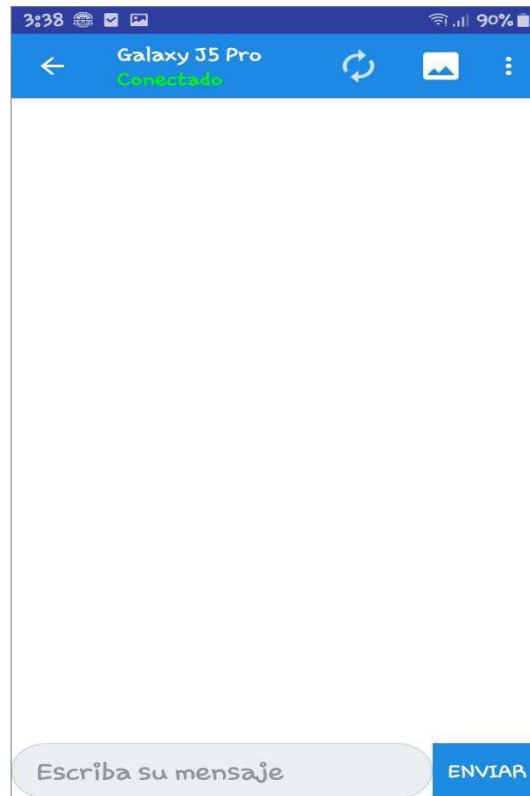


Ilustración 103 Conexión con dispositivo intermediario que contiene el mensaje

Ahora solo debemos abrir el chat con el dispositivo que envió el mensaje que en este ejemplo es dispositivo 1 (LG-KJ10). Vemos que el mensaje ha llegado con éxito a su destinatario.

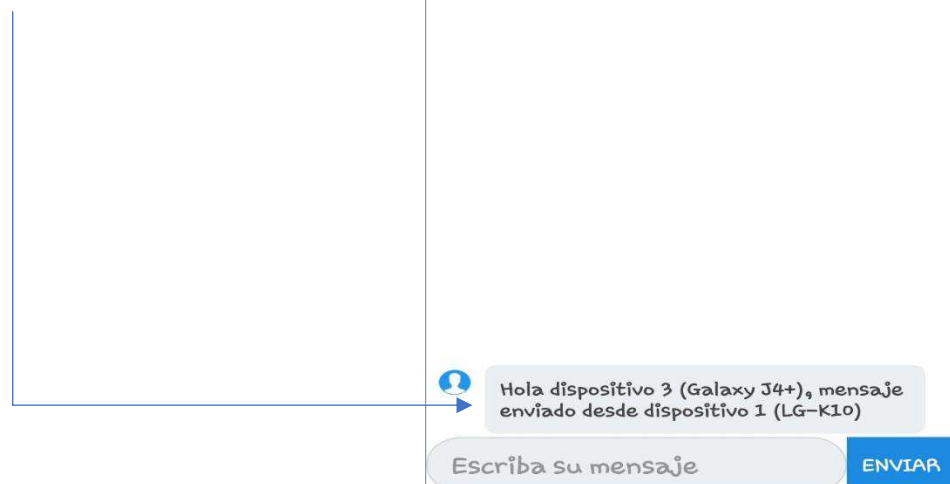


Ilustración 104 Mensaje entregado a destinatario

Grupo – Comunidad SOSChat

Para realizar el envío de mensajes que puedan ser visualizados por todas las personas que tengan la aplicación, existe un chat grupal denominado *Comunidad SOSChat*, este chat estará ubicado en la pestaña *Grupos* y nos permitirá escribir un mensaje que quedará almacenado en el teléfono y se reenviará cuando exista una conexión con otro dispositivo para que pueda ver dicho mensaje y de la misma forma reenviarlo.

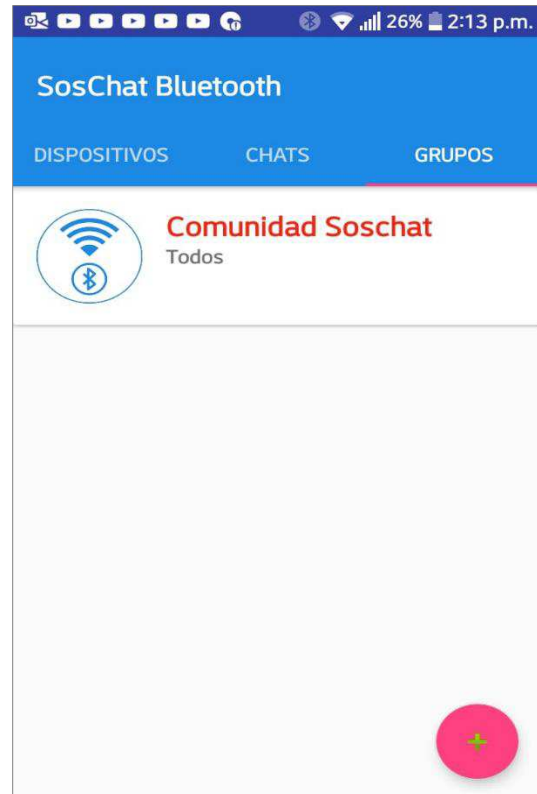


Ilustración 105 Pestaña de grupo de la aplicación

Se indicará que el mensaje se almacenará hasta que exista conexión con otro dispositivo para poder ser enviado.

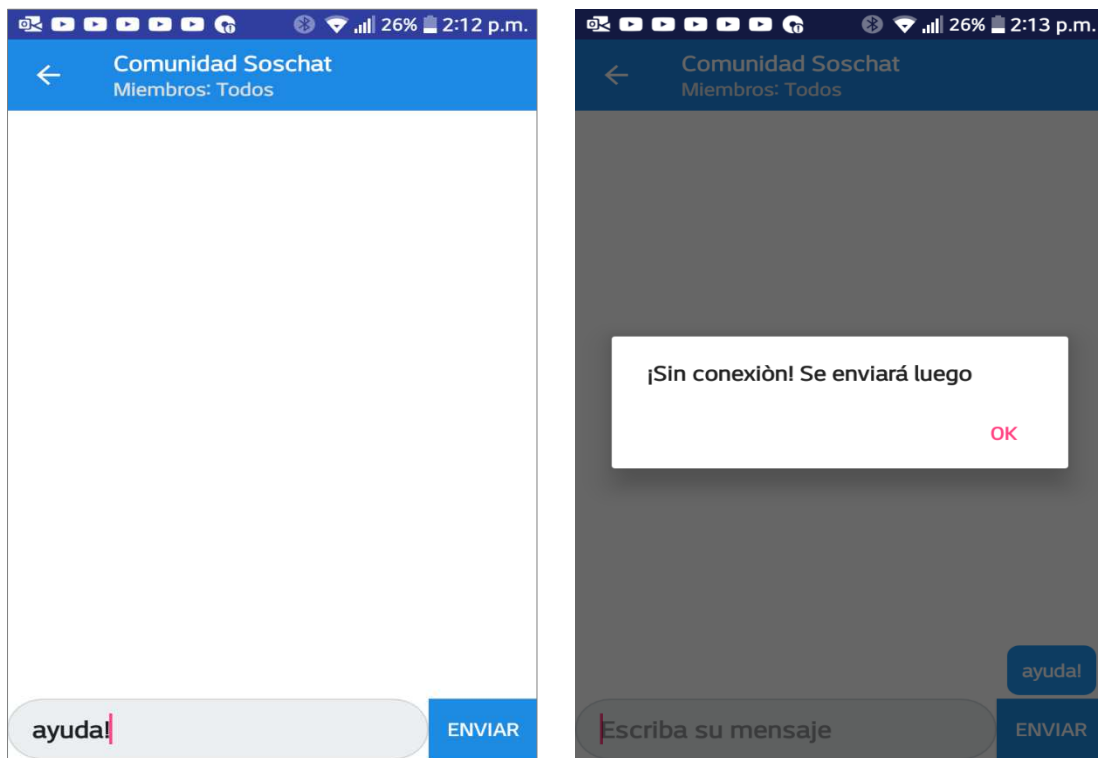


Ilustración 106 Mensaje grupal almacenado hasta conexión con otro dispositivo

Al realizar la conexión con un dispositivo que contenga el mensaje para el chat grupal, este lo transferirá y podrá ser visualizado en nuestro chat, adicionalmente nos indicará el nombre del dispositivo que envía el mensaje.

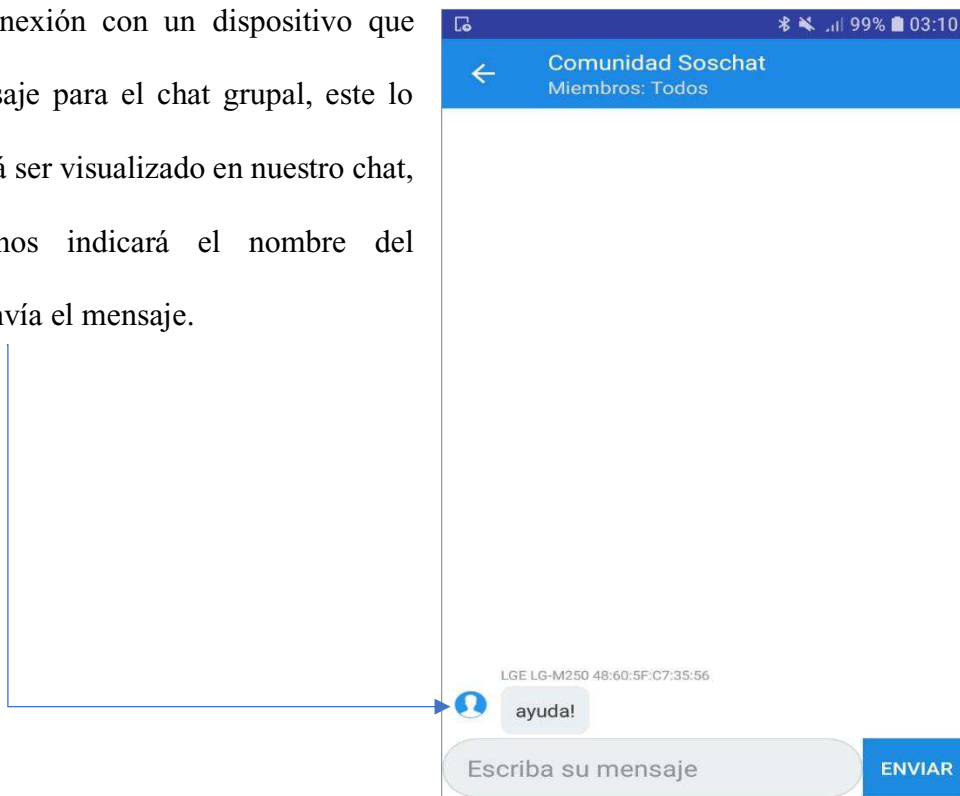


Ilustración 107 Mensaje grupal recibido con éxito

De la misma forma se podrá recibir mensajes para el grupo desde otros dispositivos.

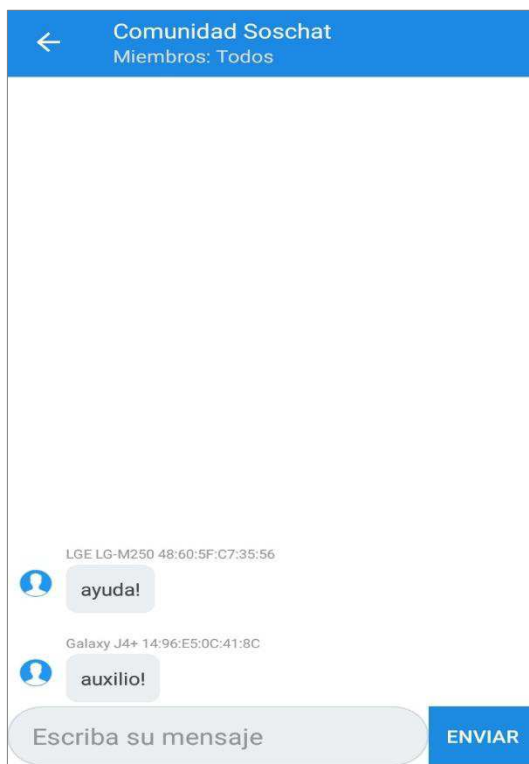


Ilustración 108 Mensajes de grupo recibidos desde dispositivo distintos

Envío de mensaje de emergencia con ubicación

Para un correcto funcionamiento asegúrese de tener activada la opción de ubicación del dispositivo.

Para enviar este tipo de mensajes debemos ubicarnos primero en la pantalla principal de la aplicación.

Presionamos el botón que está ubicado en la parte superior que dice *Resumen*, esto hará que el dispositivo empiece a obtener la ubicación actual.

Esta opción no requiere de acceso a Internet.

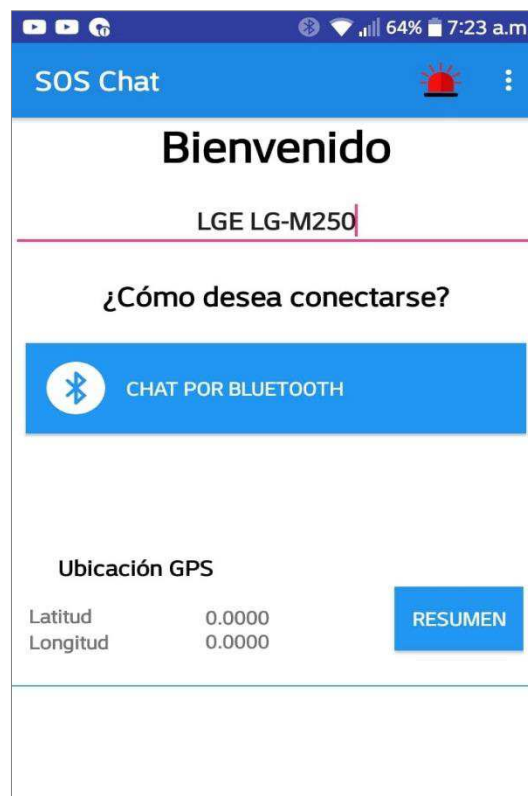


Ilustración 109 Pantalla principal. Ubicación

Luego de presionar el botón resumen se nos mostrará la ubicación de nuestro dispositivo en la sección de *Ubicación GPS* ubicada en la parte inferior de la pantalla

Presionamos el ícono de emergencia ubicado en la parte superior derecha de la pantalla y esto hará que se genere y almacene un mensaje de texto mostrando la ubicación

Dicho mensaje será enviado cuando exista conexión con otro dispositivo y será mostrado en el chat grupal *Comunidad SOSChat*



Ilustración 110 Ubicación GPS y botón de emergencia

A continuación, se muestra el mensaje con los datos de la ubicación almacenado en nuestro dispositivo, este mensaje es mostrado en el chat grupal Comunidad SOSChat.

Solo se deberá conectar a otro dispositivo para transferir el mensaje de emergencia y pueda ser visto por otras personas.

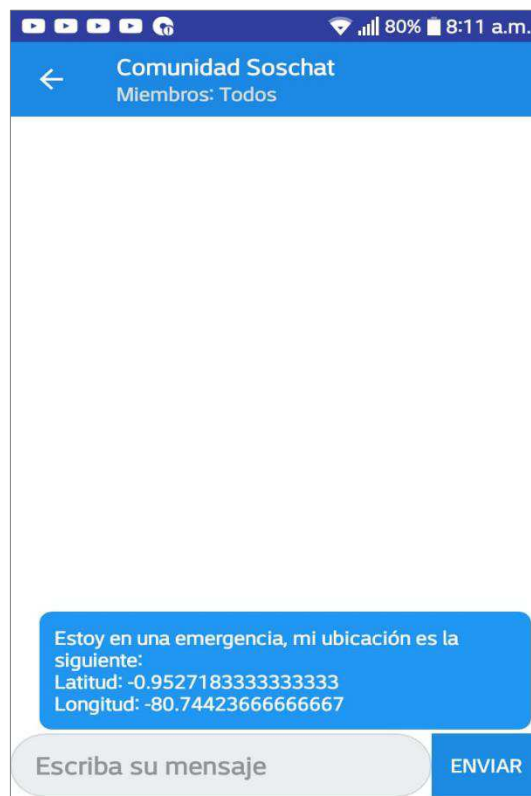


Ilustración 111 Mensaje de emergencia almacenado en dispositivo

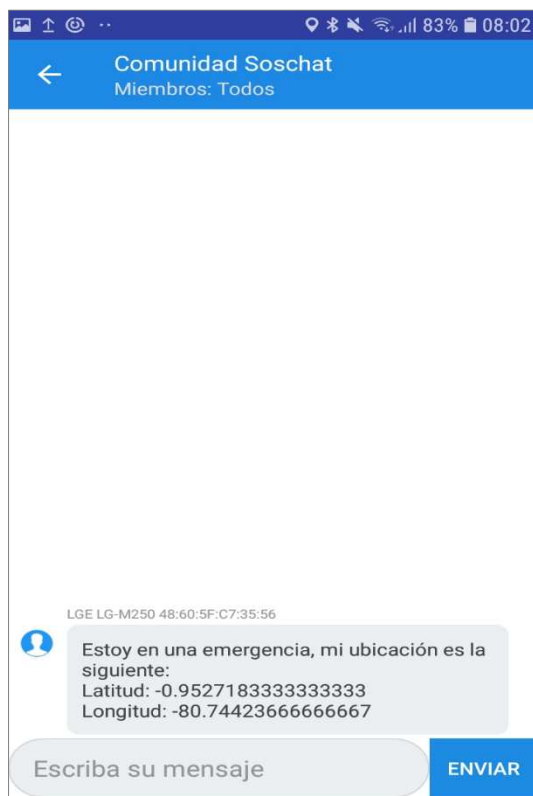


Ilustración 112 Mensaje de emergencia recibido

Finalmente, cuando otro dispositivo recibe el mensaje de emergencia lo visualizará como se muestra en la siguiente imagen, conteniendo los datos de ubicación y el nombre del dispositivo.

Dicho mensaje será mostrado en el chat grupal Comunidad SOSChat.