



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LA RED APRS DEL SERVICIO DE AFICIONADOS  
APLICADA COMO UN MEDIO PARA TRANSMISIÓN DE  
INFORMACIÓN EN SITUACIONES DE EMERGENCIA EN  
APOYO A LA SOCIEDAD CIVIL.**

## **TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTA:**

**JESÚS MELGAREJO MAYORGA.**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**M.A. VÍCTOR DAMIÁN PINILLA MORAN.**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, D.F, 2015.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**Comité de sinodales**

**Director de tesis:**

**M.A. Víctor Damián Pinilla Moran**

**Miembros del jurado:**

**Dr. Francisco Javier García Ugalde**

**Dr. Víctor García Garduño**

**Ing. Jesús Javier Cortés Rosas**

**Ing. Jesús Reyes García**



## AGRADECIMIENTOS

A la *Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)* que me aceptó como estudiante de licenciatura y me brindó formación académica.

Al *Ing. Víctor Damían Pinilla Moran (XE1VP)* por su asesoría y gran apoyo brindado desde el inicio de este proyecto, consejos, enseñanzas y por sugerirme el tema de esta tesis. También por compartirme su filosofía acerca de la tecnología, radioafición y de la vida.

Al *Economista y Radioaficionado Edgar Dávila Moreno (XE1VED)* por aconsejarme en el arte de la radioafición. También por estar dispuesto a apoyarme en este proyecto y haberme acompañado en la realización de la actividad experimental.

Al *Dr. Francisco Javier García Ugalde* por su asesoría y observaciones para mejorar el trabajo realizado.

Al *Ing. Jesús Reyes García* por las observaciones realizadas al trabajo, así como los conocimientos proporcionados durante mi periodo como estudiante.

Al *Ing. Jesús Javier Cortés Rosas* por sus comentarios y observaciones al trabajo realizado y por compartir el amor por la radioafición.

Al *Dr. Víctor García Garduño* por sus observaciones al trabajo.



## DEDICATORIA

*A mis padres y hermano:*

*Gracias por su amor y apoyo incondicional que me impulsan a seguir adelante.*

*Gracias por sus consejos y estímulos para lograr este proyecto y en tantos otros...*

*Especialmente a mi padre:*

*Gracias por todos tus consejos, apoyo, amor, compañía y ejemplo. Por ser impulsor en todos mis proyectos e ideas. Gracias por ser un guerrero inigualable. (Q.E.P.D.)*

*Comparto este logro:*

*Con mis familiares, a quien agradezco sus consejos y apoyo para llegar hasta el final.*





## ÍNDICE

<b>Índice de Figuras</b> .....	<b>13</b>
<b>Índice de Tablas</b> .....	<b>15</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>16</b>
<b>Planteamiento del problema</b> .....	<b>18</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>18</b>
<b>Alcances</b> .....	<b>18</b>
<b>Definiciones</b> .....	<b>19</b>
Referencias.....	19
<b>Capítulo 1. Marco teórico</b> .....	<b>20</b>
<b>1.1 Sistemas de radiocomunicaciones</b> .....	<b>20</b>
1.1.1 Clasificación de los Sistemas de Radiocomunicación.....	20
<b>1.2 Sistema APRS</b> .....	<b>21</b>
1.2.1 Protocolo AX.25.....	21
1.2.2 Red.....	22
1.2.3 Número de saltos: Widen-N.....	23
1.2.4 Listado de identificadores SSID.....	23
1.2.5 Servicios de APRS.....	24
1.2.5.1 Posicionamiento.....	24
1.2.5.2 Mensajería.....	25
1.2.5.3 Mapas.....	25
1.2.5.4 Visualización de eventos.....	27
1.2.6 Requerimientos de la estación.....	28
1.2.7 Software.....	29
<b>1.3 Comunicaciones de emergencia</b> .....	<b>31</b>
1.3.1 Emergencia.....	32
1.3.2 Catástrofe.....	32
1.3.3 Importancia de las telecomunicaciones.....	32
1.3.4 Servicio de radioaficionados.....	33

1.3.4.1 Características y función del servicio .....	35
1.3.4.2 Modo de operación.....	35
1.3.5 Necesidades de los comunicados de emergencia.....	36
1.3.5.1 Información de un mensaje de emergencia.....	36
1.3.5.2 Formato del mensaje.....	36
1.3.6 Radioaficionados en situaciones de emergencia.....	37
Referencias.....	39
<b>Capítulo 2. Propuesta.....</b>	<b>41</b>
<b>2.1 Requerimientos de la red APRS para situaciones de emergencia.....</b>	<b>41</b>
<b>2.2 Requerimientos para una red fiable.....</b>	<b>43</b>
2.2.1 Cobertura y redundancia.....	43
2.2.2 Distribución de la información.....	45
2.2.2.1 Coordinadores y tipo de estaciones .....	45
2.2.3 Canal de comunicaciones libre.....	46
2.2.3.1 Tiempo de operación.....	48
<b>2.3 Desarrollo de la red.....</b>	<b>49</b>
2.3.1 Red actual de APRS.....	49
2.3.1.1 Alcance de los nodos.....	51
2.3.1.1.1 Balance de enlace de radio.....	52
2.3.1.1.2 Modelo para potencia promedio.....	54
2.3.2 Localización de las estaciones .....	55
2.3.3 Mensajería.....	56
2.3.3.1 Reporte de actividades.....	59
2.3.3.2 Verificación de la información.....	60
2.3.4 Radioaficionados en el área de prevención: Alertas meteorológicas.....	61
2.3.4.1 Estaciones meteorológicas locales.....	62
2.3.5 Operación.....	65
2.3.5.1 Conexión vía internet.....	65
2.3.5.2 Conexión vía RF (Radio Frecuencia).....	66

2.3.5.2.1 Movilidad.....	66
2.3.5.2.1.1 Efecto Doppler.....	67
2.3.5.3 Comunicación satelital.....	68
2.3.5.4 Nuevos equipos.....	69
2.3.5.5 Software.....	70
Referencias.....	71
<b>Capítulo 3. Resultados y evaluación del sistema.....</b>	<b>72</b>
<b>3.1 Pruebas.....</b>	<b>72</b>
3.1.1 Prueba de software y conexión entre estaciones en Ciudad Universitaria de la Facultad de Ingeniería al Conjunto sur.....	73
3.1.1.1 UI-View.....	74
3.1.1.1.1 Mapas.....	74
3.1.1.1.2 Mensajería.....	75
3.1.1.1.2.1 Iconos.....	75
3.1.1.1.3 Complemento APRS-Emergency.....	76
3.1.1.2 APRS-IS32.....	77
3.1.1.2.1 Conexión vía internet.....	77
3.1.1.2.2 Conexión con estación RF portátil.....	78
3.1.1.2.3 Configuración de APRS-IS32 para trabajar con el TH-D72.....	81
3.1.1.2.4 Balizas de emergencia en APRS-IS.....	82
3.1.1.3 APRSDROID.....	85
3.1.1.3.1 Configuración.....	85
3.1.1.3.2 Mapa.....	86
3.1.1.3.3 Funciones y herramientas.....	87
3.1.1.4 Prueba de conexión.....	89
3.1.1.4.1 Prueba de Igate XE1YED-10.....	89
3.1.1.4.2 Prueba del Igate XE1VP en la Facultad de Ingeniería.....	89
3.1.2 Simulacro de emergencia APRS.....	90
3.1.2.1 Lanzamiento de la convocatoria.....	90

3.1.2.1.1 Creación del evento.....	91
3.1.2.2 Balizas de emergencia.....	92
3.1.2.3 Mensajería.....	93
3.1.2.4 Iconos.....	94
3.1.2.5 Reportes climatológicos.....	95
3.1.2.6 Conexiones.....	95
Referencias.....	98
<b>Conclusiones.....</b>	<b>99</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>102</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>104</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 Trama UI en bits de APRS.	21
Figura 2 Frecuencias APRS en el mundo.	22
Figura 3 Mapa tipo vectorial sin zoom.	26
Figura 4 Mapa tipo vectorial con zoom.	26
Figura 5 Mapa tipo OSM.	26
Figura 6 Mapa tipo satelital.	27
Figura 7 Estación meteorológica local del Estado de Puebla a cargo de XE1USG	28
Figura 8 Huracán Karina, registro del radioaficionado norte americano W7KKE	28
Figura 9 UI-view.	30
Figura 10 AGWTracker.	30
Figura 11 APRS Messenger.	31
Figura 12 APRSDROID.	31
Figura 13 Placa a la solidaridad institucional en 1985, otorgada a la Liga (hoy Federación Mexicana de Radio Experimentadores A.C.).	34
Figura 14 Relación Red-Canal y resultado final con los usuarios.	43
Figura 15 Cobertura con 6 repetidores por Igate.	44
Figura 16 Estructura de red en telefonía celular.	45
Figura 17. Canal de radio y canal de propagación.	47
Figura 18 Elementos que logran un comunicado exitoso.	48
Figura 19 Mapa de las estaciones de APRS en México, 16-06-2014.	49
Figura 20 Cobertura APRS de la zona norte del país.	50
Figura 21 Zona centro del país con estaciones APRS.	50
Figura 22 Estación Igate de APRS a cargo de XE1VP.	51
Figura 23. Patrón de radiación de una antena omnidireccional.	51
Figura 24. Potencia de recepción de XE1VP.	54
Figura 25. Algunos iconos disponibles en APRS.	59
Figura 26 Estaciones meteorológicas en la zona norte de México	62
Figura 27 Estaciones meteorológicas en la zona centro de México.	63
Figura 28 Estaciones meteorológicas en la zona sur de México.	63
Figura 29 Mapa de actividad climatológica.	64

Figura 30 Conexión de XE1YMM sin estación de radio. _____	65
Figura 31 Conexión de XE1YMM sin internet y participando como Digipeater. _____	66
Figura 32 Movimiento de una estación móvil respecto a la señal recibida. _____	67
Figura 33 Posición de un observador respecto a la ISS. _____	69
Figura 34 Arreglo de estaciones para prueba. _____	73
Figura 35 Mapas disponibles en la estación XE1VP. _____	74
Figura 36 Posición de XE1KYA que se encontraba desde su automóvil. _____	74
Figura 37 Mensajes recibidos en el Igate XE1VP. _____	75
Figura 38 Iconos a mostrar en APRS. _____	75
Figura 39 APRS-Emergency. _____	76
Figura 40 Configuración de usuario XE1YMM. _____	77
Figura 41 Visualización de XE1YMM en aprs.fi _____	78
Figura 42 Frecuencia APRS. _____	78
Figura 43 Menú principal. _____	79
Figura 44 Menú Basic Set. _____	79
Figura 45 Menú Units 1. _____	79
Figura 46 Menú SmartBcon1. _____	79
Figura 47 Menú Packet Path. _____	80
Figura 48 Menú Comment. _____	80
Figura 49 Configuración general para trabajar como Digipeater. _____	81
Figura 50 Ejemplificación punto 3. _____	81
Figura 51 Ejemplificación punto 4. _____	81
Figura 52 Configuración del puerto. _____	82
Figura 53 Icono de emergencia APRS. _____	82
Figura 54 Configuración del tipo de mensaje a enviar. _____	83
Figura 55 Mensajes Mic-E. _____	83
Figura 56 XE1YMM con el icono de emergencia. _____	84
Figura 57 Configuración. _____	85
Figura 58 SSID. _____	85
Figura 59 Mapa APRSDroid. _____	86

Figura 60 Monitoreo.	86
Figura 61 Hub.	87
Figura 62 Tramas APRS.	87
Figura 63 Mensajes recibidos.	88
Figura 64 Mensajes enviados.	88
Figura 65 Conexión entre XE1YED-10 y XE1YMM-7.	89
Figura 66 Uso de repetidores.	89
Figura 67 Comentarios en Facebook.	91
Figura 68 Evento en Facebook.	91
Figura 69 Duda sobre baliza de emergencia.	92
Figura 70 XE1BRX-9 con baliza de emergencia activa.	93
Figura 71 Tráfico de mensajería en la red APRS.	93
Figura 72 KJ4ERJ-AL recibió mensajería del simulacro.	94
Figura 73 Iconos de XE1YED.	94
Figura 74 Iconos de XE3N.	94
Figura 75 Posicionamiento permanente de las estaciones de bomberos y ruta marcada de XE1BRX-9.	95

### Índice de tablas

Tabla 1 Características de una baliza de AX.25.	22
Tabla 2 SSID de APRS.	24
Tabla 3 Planilla propuesta para ser usada en mensajería de emergencia.	58
Tabla 4 Llenado de planilla.	58
Tabla 5 Colores para clasificar eventos.	60
Tabla 6 Configuración TH-D72 como Digipeater.	80



## Introducción

Las situaciones de emergencia y los desastres naturales afectan cada vez más a los núcleos de la población civil y si bien, hay enormes avances en el desarrollo de sistemas de telecomunicaciones, históricamente los servicios de radioaficionados han mostrado ser los más confiables.

Debido a las afectaciones causadas por diversas situaciones de emergencia en el país, el Gobierno mexicano ha desarrollado programas dedicados a las situaciones de emergencia, por mencionar alguno se encuentra el Sistema Nacional de Alertas de tsunamis.

En esta tesis se tomaron en cuenta las recomendaciones de diversas dependencias de protección civil e instituciones de telecomunicaciones para el diseño de un sistema de comunicaciones en situaciones de emergencia usando el modo digital APRS (Automatic Packet Reporting System) del servicio de radioaficionados para apoyar a la sociedad civil. La propuesta que se presenta considera además los errores más comunes en las transmisiones de emergencia en fonía permitiendo reducirlos aprovechando las ventajas que ofrece el sistema para este tipo de actividades, las cuales gracias a sus características y diversidad de conexión aumentan el número de participantes.

Esta propuesta constituye una manera novedosa en la operación de las redes de emergencia de radioaficionados porque conjunta la mensajería de un modo digital con las recomendaciones y usos para sistemas analógicos haciendo eficiente los procesos de manejo y distribución de información en una situación de emergencia.

El capitulo de esta tesis está organizado de la siguiente manera:

En el primer capítulo se muestran de manera general el sistema APRS y contenido de los comunicados de emergencia usados en la investigación. Se inicia con las características de operación y herramientas brindadas por el sistema, así como las necesidades que deben cubrirse para su uso. Por último se presenta un panorama general del estado del arte del servicio de radioaficionados dedicado para situaciones de emergencia. Se definen las necesidades de los comunicados de emergencia y se profundiza en los requerimientos mínimos para efectuarlo, factores que contribuyen a una correcta operación.

En el segundo capítulo se hace la propuesta para el uso de la red APRS en situaciones de emergencia, iniciando con los requerimientos para adaptarla correctamente describiendo los ejes que permiten un correcto uso y expansión de la misma. En seguida se describen las propuestas para el uso de herramientas del sistema como mensajería y operación considerando las limitaciones actuales, conjuntando necesidades y lo ofrecido por APRS para obtener un resultado satisfactorio. Finalmente se muestran de manera general los diferentes tipos de conexiones para operar en la red.

En el capítulo tercero se muestran los resultados de las pruebas del sistema y de la realización de un simulacro de emergencias usando sólo APRS, haciendo el análisis del mismo y comentando brevemente lo obtenido. El capítulo finaliza con la enunciación de las conclusiones del trabajo. En los anexos se incorpora la convocatoria realizada a los radioaficionados mexicanos para realizar el simulacro.

## Planteamiento del problema

A pesar de los avances en los sistemas de telecomunicaciones aún no se superan totalmente las afectaciones causadas por situaciones de emergencia y una vez que se pierden los sistemas de comunicación comerciales el servicio de radioaficionados es el indicado para ser usado.

Un radioaficionado puede realizar enlaces vía radio sin necesidad de usar instalaciones y pagar a un prestador de servicios para comunicarse, así como hacer contacto más allá de la localidad donde se encuentra, enlazar regiones remotas o poco accesibles en zonas donde los servicios como telefonía fija, celular e internet debido a las condiciones del lugar se interrumpen o no son capaces de satisfacer a todos los usuarios. La vocación del radioaficionado es servir a su comunidad sin fines comerciales y de lucro, se hace la propuesta de usar la red APRS para efectuar comunicados de emergencia, no sólo en zonas de alto riesgo, sino en general a lo largo del territorio nacional dedicado a diversas situaciones que afecten a la población para alertar a las autoridades correspondientes e inclusive a la sociedad civil disminuyendo las afectaciones que pudiera provocar una situación de emergencia.

## Objetivos

**Objetivo General:** Diseñar un sistema de comunicaciones en situaciones de emergencia utilizando la red de APRS del servicio de radioaficionados para apoyar a la sociedad civil.

### Objetivos particulares:

- 1.- Analizar las características y el funcionamiento de la red de telecomunicaciones APRS del servicio de radioaficionados enfocado a la transmisión de información en situaciones de emergencia.
- 2.- Analizar los diferentes sistemas, protocolos y metodología, para realizar la transmisión de mensajes entre la población afectada y los organismos de ayuda en situaciones de emergencia.

## Alcances

Se adoptará la red APRS, cuyo uso más conocido es visualizar la posición de algún radioaficionado, pero por desgracia, aun no es explotada totalmente en nuestro país, con lo cual se generará la propuesta para diversificar los servicios y usos a través de la red, para que los radioaficionados cuenten con una herramienta más para alertar a la sociedad civil, ya que puede ser un radioaficionado el implicado dentro de una situación de emergencia o un medio para hacer llegar la información a la persona o autoridad correspondiente.

## Definiciones

**Radioaficionado:** persona con capacidad, según su clasificación, para instalar y operar estaciones del Servicio de Aficionados [1].

**IARU:** (International Amateur Radio Union por sus siglas en inglés) representante de los radioaficionados ante las instancias gubernamentales internacionales como la ITU [2].

**ITU:** (por sus siglas en inglés International Telecommunication Union) o en español UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Organismo especializado de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional [3].

**FMRE:** (Federación Mexicana de Radio Experimentadores) Representante de los radioaficionados mexicanos ante las autoridades reguladoras de telecomunicaciones mexicanas e internacionales [4].

## Referencias.

[1] Reglamento para instalar y operar estaciones radioeléctricas del servicio de aficionados, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 1998.

[2] IARU

Disponible en: <http://www.iaru-r2.org/que-es-iaru-r2/>

[Fecha de consulta: Agosto/2014]

[3] ITU

Disponible en: <http://www.itu.int/es/about/Pages/default.aspx>

[Fecha de consulta: Agosto/2014]

[4] FMRE

Disponible en: [http://en.wikipedia.org/wiki/Federacion\\_Mexicana\\_de\\_Radio\\_Experimentadores](http://en.wikipedia.org/wiki/Federacion_Mexicana_de_Radio_Experimentadores)

[Fecha de consulta: Agosto/2014]

## Capítulo 1. Marco teórico

En este capítulo se hará una breve mención de los sistemas de radiocomunicaciones y definirán los dos vértices teóricos y tecnológicos utilizados en este trabajo: El sistema APRS y las Comunicaciones de Emergencia; se presenta un panorama general del estado del arte de trabajos realizados por radioaficionados e instituciones de protección civil teniendo como fundamento el apoyo a la sociedad civil en situaciones de emergencia.

### 1.1 Sistemas de radiocomunicaciones

La radiocomunicación se entiende como telecomunicaciones que usan ondas radioeléctricas. De acuerdo a la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), se define como ondas radioeléctricas aquellas ondas electromagnéticas que se propagan en el espacio sin guía artificial y están situadas por debajo de los 3 GHz [1].

#### 1.1.1 Clasificación de los Sistemas de Radiocomunicación.

Los servicios de radiocomunicaciones se clasifican de acuerdo a la emisión y/o recepción de las señales y según a la transmisión/recepción de información. Clasificándose según el tipo de radiocomunicación. Se pueden citar en tres amplias clases:

- 1.- Servicio fijo, se da entre puntos fijos determinados (conexión punto a punto).
- 2.- Servicio móvil, se realiza con estaciones móviles entre sí o con una o más estaciones fijas (conexión de punto a zona).
- 3.- Radiodifusión, emisiones que se destinan a la recepción directa para el público en general (conexión de punto a zona).

#### Otras clases de servicios de acuerdo a su aplicación:

- Radiodeterminación, radionavegación y radiolocalización.
- Exploración de la Tierra.
- Radioastronomía e investigación espacial.
- Servicios de aficionados.
- 

#### Estaciones radioeléctricas.

Estación radioeléctrica: conjunto de uno o más transmisores o receptores o una combinación de estos, incluyendo las instalaciones accesorias necesarias para el establecimiento de un servicio de radiocomunicación en un lugar determinado [2].

Las estaciones se clasifican según el tipo de radiocomunicación que efectúan teniendo así las siguientes clases:

- Terrenal, efectúa radiocomunicaciones terrenales.
- Espacial, se encuentra en el espacio.
- Terrena, situada en la superficie de Tierra o la atmosfera, establece comunicaciones con estaciones espaciales.
- Fija, estación de servicio fijo.
- Móvil, estación de servicio móvil que se usa en movimiento.

Se explica brevemente la clasificación de los sistemas de radiocomunicaciones para profundizar en otros conceptos importantes en este tipo de servicios más adelante y sobre todo para APRS, herramienta fundamental del trabajo realizado.

## 1.2 Sistema APRS

APRS (Automatic Packet Reporting System), marca registrada por Bob Bruninga WB4APR con licencia para cualquier radioaficionado con fines no comerciales [3] es un modo digital para radioaficionados el cual envía la información de una estación de radioaficionado tal como mensajes, alertas, posicionamiento, información meteorológica entre otros, que puede ser consultada con ayuda de un radio o por internet. A través de un mapa puede verse la posición de dicha estación (fija, móvil o portátil), permitiendo conocer reportes meteorológicos, señalización de eventos o puntos de interés (catástrofes, hospitales, gasolineras, etc.).

### 1.2.1 Protocolo AX.25

APRS utiliza el protocolo AX.25 con tramas de información no numerados o sin conexión (UI-Frame), lo cual permite mandar los mensajes sin solicitar respuesta y confirmación de recepción. Permite envío de tramas (en inglés *frames* o mejor conocidas como *balizas* por los radioaficionados) a un determinado número de estaciones. En la figura 1 se presentan los campos de una baliza [4]:

Flag	Destino	Origen	Repetidor Digital	Control	Protocolo	Información	FCS	Flag
1	7	7	0 - 56	1	1	1 - 256	2	1

**Figura 1.** Trama UI en bytes de APRS.

Flag: Indica comienzo de la trama.

Destino: Contiene identificador de APRS (6 caracteres y un SSID o aplicación)

Origen: Contiene identificador de llamada de APRS del emisor.

Repetidor digital: Se pueden indicar hasta 8 identificadores de llamada de repetidores.

Información: Contiene los datos enviados. El prime carácter identifica la naturaleza de la información.

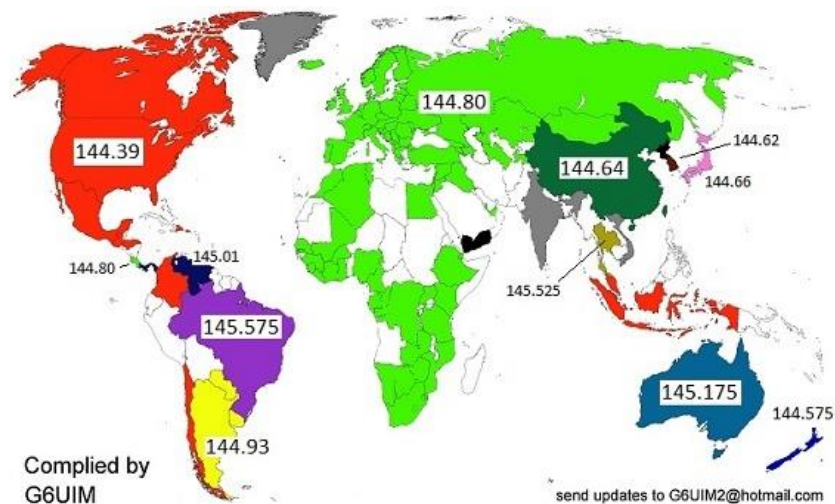
FCS (Frame Check Sequence): Sirve para asegurar que la trama llego completamente.

**Tabla 1.** Características de una baliza de AX.25.

En la Tabla 1 se explican brevemente los campos que conforman la baliza.

### 1.2.2 Red

El sistema fue diseñado para establecer comunicación con un gran número de estaciones, (comunicación *broadcast*). Una vez que se envía un paquete todos los componentes implicados del sistema son actualizados de manera inmediata, además de permitir subir esta información a través de internet. La frecuencia utilizada para realizar los comunicados en México es 144.39 MHz que es compatible con Norteamérica.



**Figura 2.** Frecuencias APRS en el mundo [5].

En la figura 2 se muestran las frecuencias usadas en diferentes países del mundo; México comparte uso con Estados Unidos de América, Canadá, Colombia y Chile en el continente Americano con lo cual puede intercambiar información sin cambio de frecuencia con estos países si fuese necesario.

Para que la información sea enviada a internet debe llegar a un servidor local o **Igate** (que debe estar identificado) el cual se encarga de actualizar la información contantemente y hacerla llegar a los servidores principales de APRS. Si se encuentra lejos del área de cobertura de alguno de éstos, se puede hacer uso de repetidores o **Digipeaters** (no necesita identificarse, pero se usa un alias, WIDE para cobertura amplia o múltiples saltos y RELAY para microrepetidores con un sólo salto) que se encargan de retransmitir el paquete escuchado y lo envían al igate más cercano. Se ha trabajado correctamente con Igates cada 100 km enlazando con repetidores.

El usuario que se encuentre en la mancha de cobertura de un Digipeater sólo necesita enviar su mensaje con el identificador del Igate, pero esto podría causar un problema de tráfico: que los paquetes estén viajando sin rumbo al pasar por repetidores. Para evitar el problema de paquetes redundantes se desarrolló lo que se llamó “el Paradigma Widen-N” que evita que el mensaje no viaje más veces de la que el usuario quiere.

### 1.2.3 Número de saltos: Widen-N

La solución se desarrolló en Estados Unidos de América. Ésta consiste en determinar cuántos saltos (*HOPS*) debía dar un paquete antes de llegar a un Igate. Considerando las características del terreno y distancias entre estaciones, se determinó que un usuario en una ciudad no necesita más de 3 saltos, mientras que en zonas rurales es posible hacerlo con 4 HOPS [6].

Cabe señalar que es sólo una recomendación; se pueden tomar hasta los 8 saltos que ofrece la red pero seguramente la eficiencia será disminuida o se causen colisiones entre paquetes. Tomando en cuenta lo anterior, en la configuración de los repetidores se encontrará un: WIDE1-1,WIDE2-2,WIDE3-3. Donde el primer número es el nombre del repetidor y el segundo es la cantidad de veces que puede repetirse el paquete. Cuando se tenga un WIDE3-3, significa que el mensaje puede ser repetido tres ocasiones, una por el digipeater de la zona y otras dos por alguna repetidora que lo llegue escuchar.

### 1.2.4 Listado de identificadores SSID

*Service set identification* es un sustituto para identificar la aplicación que se le da a la red. En algunos equipos de radio se muestran las estaciones cercanas o escuchadas y con el SSID podemos conocer cómo es que realiza comunicados el radioaficionado.

Existen 16 posibilidades de SSID las cuales se muestran en la Tabla 2, esto es debido a 4 bits disponibles del protocolo AX.25 [7].



0 o sin SSID: Estación primaria, normalmente fija con capacidad de enviar y recibir mensajes APRS.
1, 2,3 y 4: Estación adicional, digipeater, móvil o estación meteorológica.
5: Teléfonos móviles como iphones, androids, blackberry, etc.
6: Actividades especiales: campamentos, contacto con ISS, experimentación.
7: Walkie Talkies, portables que no sea celular.
8: Barcos, veleros o segundo móvil.
9: Estación móvil con capacidad de mensajería o comunicación de dos vías.
10: Internet, uso de modos digitales, igate.
11: Globos, aviones, naves espaciales.
12: Trackers de una sola vía.
13: Estaciones de meteorología.
14: Vehículos que están siempre en movimiento.
15: Cualquier estación adicional. digipeater. móvil. meteorología. etc.

**Tabla 2.** SSID de APRS.

El correcto uso del SSID permite tener una adecuada organización de la red, sincronizar elementos en una situación de emergencia y facilitar la identificación de objetos en el mapa.

## 1.2.5 Servicios de APRS

### 1.2.5.1 Posicionamiento

Para conocer la ubicación actual de alguna estación de radioaficionado dedicada al uso de APRS se hace uso de GPS (*Global Positioning System*), que permite conocer la posición en grados, segundos y minutos, la velocidad a la que se traslada y hacer un registro de la ruta del usuario.

La información de posicionamiento se trasmite en tramas sin numerar UI (*Unnumbered Information*) los cuales contienen las coordenadas geográficas de ubicación obtenidas de GPS. Estos paquetes son transmitidos al Igate para realizar la actualización de posición lo que permite contar con un correcto registro y flujo de información. Las balizas son enviadas de acuerdo al tipo de estación; a continuación se muestran los tiempos usados:

**Estación fija:** Se recomienda transmitir balizas cada 20 o 30 min ya que no se estará moviendo.

**Estación móvil o portátil:** Se pueden transmitir las balizas cada 30s o 1 minuto para lograr un registro correcto del movimiento de la estación. Se cuenta con equipos que transmiten la baliza de información cuando se recorre cierta distancia, con lo cual se evita enviar información si es que no hay movimiento.

Esta herramienta permite conocer dónde está el radioaficionado ya sea que se encuentre caminando o en su automóvil, registrando sus movimientos a través de la estación, crear objetos en el mapa, indicar sitios de interés (emergencia, hospitales, estaciones de policía), vías cerradas o con mucha afluencia vehicular.

### 1.2.5.2 Mensajería

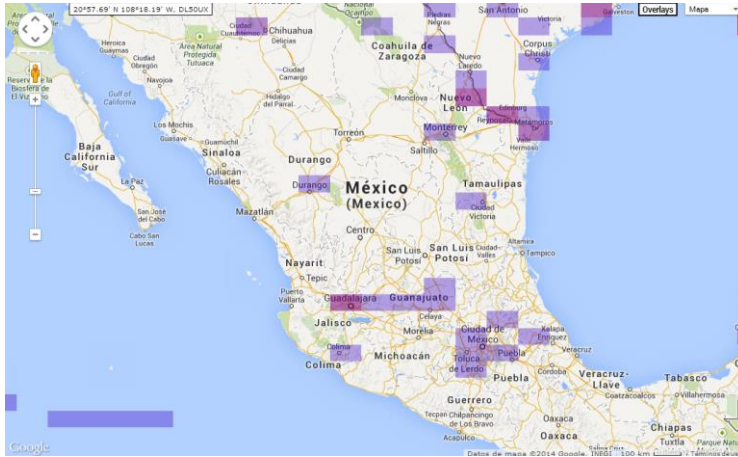
Otra característica de APRS de uso simple es el envío de mensajería dedicada, sólo hay que señalar en el mapa a que estación se le desea enviar mensaje, redactar y enviar, esto cuando se tenga una interface visual. En las estaciones portátiles para uso de APRS (*Trackers*) se puede realizar como en el servicio celular, se tiene un registro de contactos o se puede añadir alguno nuevo para enviarles el mensaje.

La mensajería funciona en tiempo real y tarda en llegar al destinatario aproximadamente 20 segundos, esto depende de la cantidad de HOPS que tenga que dar la información en los repetidores. La información es enviada conforme se va escribiendo, esto se realiza línea a línea y éstas tienen una capacidad de 55 caracteres.

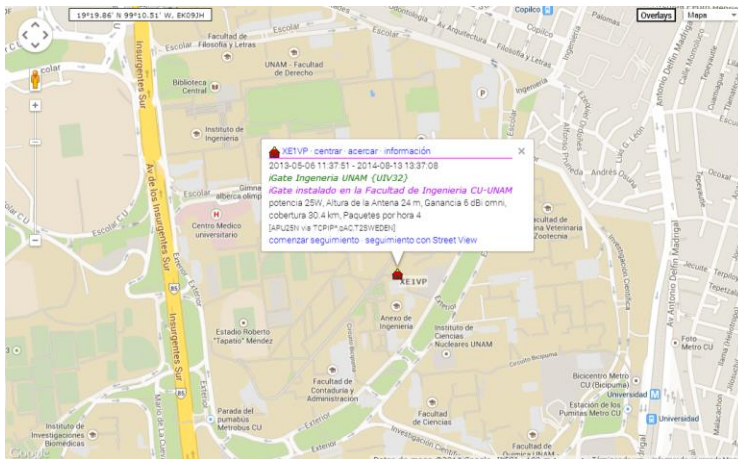
### 1.2.5.3 Mapas

Para poder visualizar la actividad de las estaciones, información meteorológica o de emergencia, caminos cerrados o sitios de interés, se debe realizar por medio de un mapa. APRS es flexible en el uso de mapas de acuerdo al software a usar, se puede obtener un mapa preestablecido o nosotros mismos proporcionar alguno ya sea vectorial o de bits.

Uno de los mapas de acceso público más usado en todo el mundo es el que se ofrece en la dirección electrónica [www.aprs.fi](http://www.aprs.fi). Utiliza los mapas de Google Maps y permite usar todas sus herramientas: zoom, coordenadas geográficas, registro de caminos, imágenes satelitales, recorrido de los caminos a ras de piso. En este caso, los mapas son del tipo vectorial con diversas capas para visualizar mejor los caminos y el lugar.

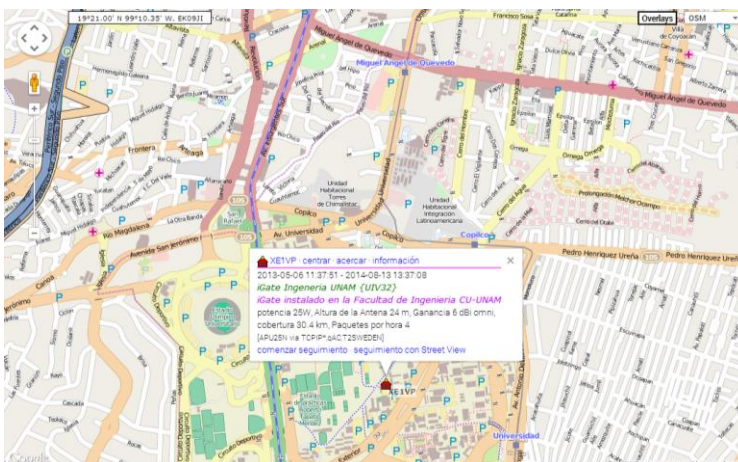


**Figura 3.** Mapa tipo vectorial sin zoom.



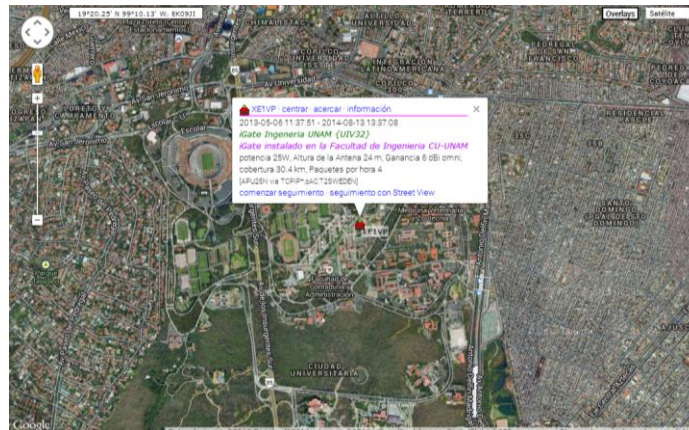
**Figura 4.** Mapa tipo vectorial con zoom.

Las figuras 3 y 4 muestran el mapa vectorial de Google maps que ofrece servicio para APRS dónde se visualizan las actividades reportadas por los radioaficionados.



**Figura 5.** Mapa tipo OSM.

La Figura 5 muestra un OSM (*Open Street Map*) que son mapas libres y editables en la página, se eliminan ciertas características y se identifican los caminos gracias a la información geográfica capturada con dispositivos GPS.



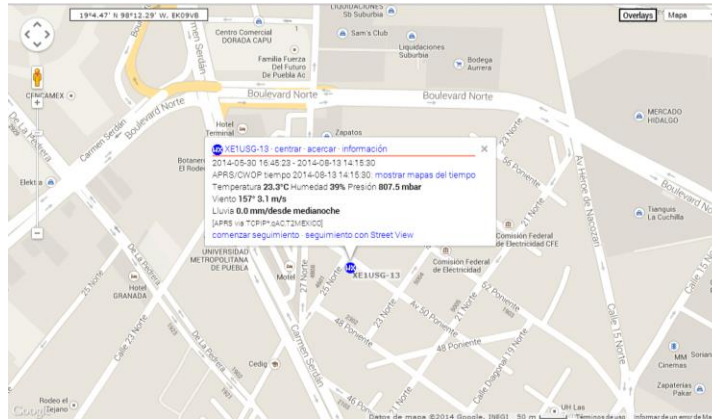
**Figura 6.** Mapa tipo satelital.

Esta última opción de visualización cuenta con gran calidad de las fotografías y lo que se encuentra en los caminos, se dificulta encontrar las estaciones en el mapa ya que los colores no resaltan a la vista pero pueden ayudar a encontrar algún lugar e identificar mejor los alrededores.

Este tipo de mapas son más elaborados y cuentan con calidad aceptable y sin deformaciones. El inconveniente de trabajar con mapas de bits proporcionados por usuarios es la calidad, al hacer zoom sobre ellos se degrada o pierde visualización aunque al actualizarlos suelen ser de gran ayuda pero requieren de mucho tiempo y trabajo.

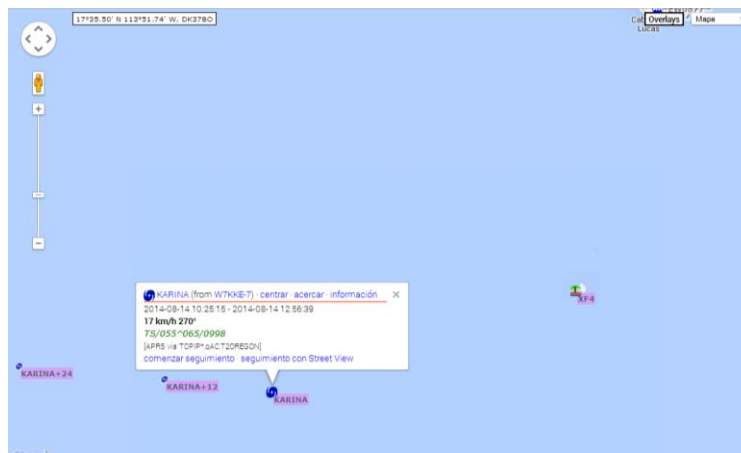
#### 1.2.5.4 Visualización de eventos

Los eventos de meteorología pueden visualizarse en el mapa, ya sea el informe de una estación local o eventos que ocurren en cualquier parte del mundo como huracanes o frentes fríos por mencionar los más comunes que representan un futuro peligro para la localidad cercana.



**Figura 7.** Estación meteorológica local del Estado de Puebla a cargo de XE1USG.

La estación de la Figura 7 usa el SSID número 13 con lo cual se puede identificar rápidamente como una estación de meteorológica. Está situada en el estado de Puebla y da informe de lo ocurrido en el lugar como temperatura, humedad, presión atmosférica, velocidad del viento y cantidad de lluvia.



**Figura 8.** Huracán Karina, registro del radioaficionado norte americano W7KKE.

El día 14 de Agosto de 2014 se realizó el reporte del huracán KARINA. En la figura 8 se ve la proximidad con la Isla Socorro donde hay presencia de un radioaficionado mexicano XE1EE. Se nota el icono del huracán y se proporciona la velocidad en el momento que es de 17km/h y rumbo de 270°.

### 1.2.6 Requerimientos de la estación

De acuerdo a la estación y uso que se hará con el sistema será el equipo a utilizar. Se cuenta con diversos tipos de estaciones además de teléfonos inteligentes que pueden servir para usar APRS. La clasificación de las estaciones es la siguiente:



**Estación fija:** Permanece todo el tiempo en el mismo lugar. El equipo para entrar en operación es: un radio VHF/FM (144.390 MHz), un ordenador con sistema operativo Windows o Linux según sea el software a utilizar y un TNC (controlador de nodo terminal, equipado con modem, un procesador y programas para tratar las balizas de APRS). Hay innovaciones que benefician al sistema y ayudan a reducir espacio, realizar los mismos procesos y potencializar el uso de la estación. Se cuenta con un dispositivo que no ha sido explotado al cien por ciento pero ha dado resultados satisfactorios para ser usado como procesador de datos, el Raspberry Pi (ordenador de placa reducida o placa única de bajo costo, desarrollado en el Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi) el cual además reduce considerablemente los costos de la estación.

**Las estaciones móviles:** Estaciones que transmiten en puntos no específicos. Pueden ser instaladas en un medio de transporte y es necesario usar una terminal móvil VHF/FM y un receptor GPS para conectarse con la red de satélites. Esto permite tener monitoreada la unidad, tener interfaz visual para hacer uso del mapa y usar el sistema en cualquier lugar.

**Estaciones portátiles:** Estaciones que son usadas personalmente y transmiten en puntos no específicos. Para los usuarios que traen consigo un radio portátil que trabaja con APRS, a diferencia de la estación fija y algunas móviles no podrán tener acceso al mapa a menos que cuenten con una interfaz visual, pero pueden ser localizados y mandar mensajería a otras estaciones para dar aviso de lo que ocurre a su alrededor. Una ayuda importante puede ser el uso de los teléfonos inteligentes que cuenten con acceso a internet para poder visualizar el mapa y consultar lo ocurrido en el territorio nacional, verificar su posición y las balizas que se envían, ya que hay paquetería para hacer uso completo del sistema.

### 1.2.7 Software

Existe variedad de programas para APRS en sistemas operativos como Windows, Linux o iOS, así como aplicaciones para smartphones como Iphone o Android.

#### UI-view

El software más usado es el UI-view. Al inicio se debía pagar por el software pero poco tiempo antes de morir, su desarrollador, el radioaficionado inglés Roger G4IDE, decidió que su distribución fuera gratuita pero con previo registro para su uso. Desde entonces se detuvieron las mejoras y antiguos colaboradores o usuarios han sido los encargados de añadirle nuevas y mejores herramientas a la paquetería [8]. Para registrarse es necesario proporcionar nombre e indicativo y esperar la respuesta de aceptación junto con dos códigos para hacer uso del software.

El programa cuenta con mapas pero puede hacerse uso de los propios si así se desea aunque puede perderse calidad. Por otra parte, los avisos de emergencia no son del todo soportados y deben de instalarse complementos (*plug-in*) que ayudan a mejorar el sistema. La interface del programa se encuentra sólo en inglés. Trabaja en entorno Windows.



Figura 9. Ul-view.

## AGWTracker

El software fue desarrollado por el radioaficionado griego George SV2AGW a diferencia de Ulview se tiene interface en varios idiomas incluido el español. Cuenta con mapas propios y permite usar mapas on-line como el del Google Maps mejorando calidad de las imágenes y con mayor información, el único inconveniente es que el programa no es gratuito. Trabaja en entorno Windows.

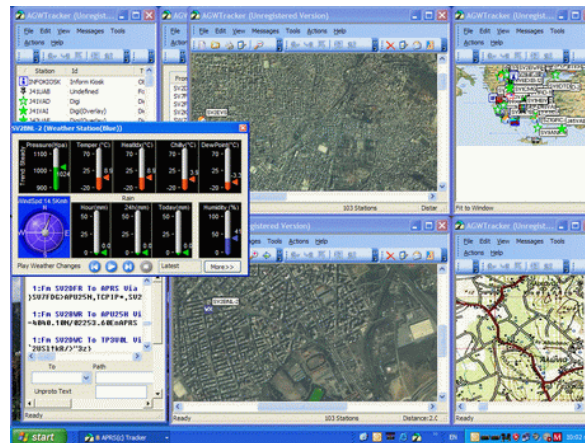


Figura 10. AGWTracker.

## APRS-IS

Software desarrollado por radioaficionados voluntarios. Puede ser usado en modo cliente (sólo interfaz visual y operación específica con conexión a internet) y servidor (trabajar como Igate o Digipeater con mayor capacidades de uso). Su distribución es gratuita y requiere de un previo registro.

## XASTIR

Trabaja para entorno Linux, este software es gratuito y libre. Las gestiones las realizan los propios usuarios o comunidades de programadores. Es el programa más usado para Linux.

## Android

Los smartphones también pueden ser usados para hacer uso de APRS. Se cuenta con dos programas para ser usados con sistema operativo Android: APRSDROID y APRS Messenger que piden cuota de cooperación para ser instalados [9].

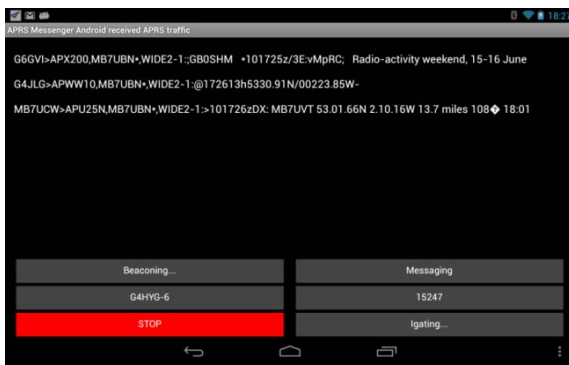


Figura 11. APRS Messenger.



Figura 12. APRSDROID.

## 1.3 Comunicaciones de emergencia

### Introducción

Los diferentes sistemas de comunicación como las redes de telefonía fija y móvil, información por televisión o radio, vía satélite y ahora internet son importantes para toda la población y más aún en una situación de emergencia, ya sea para solicitar ayuda o asegurarnos que nuestros familiares están a salvo. Siendo estos sistemas de comunicación los más comerciales, cuando son usados en condiciones poco comunes presentan dificultades para enlazar o se suspende su servicio. Es en estos momentos es cuando radica su importancia y resalta la necesidad de contar con un sistema confiable y activo.



### 1.3.1 Emergencia

Por lo general al escuchar la palabra “emergencia” la relacionamos con un desastre o una situación que genera peligro. Según la definición de diccionario, una emergencia es un asunto o suceso imprevisto que debe ser solucionado inmediatamente [10]. De acuerdo a la experiencia obtenida con sucesos anteriores, se debe contar con preparación para enfrentar situaciones similares en el futuro. Para intervenir en estas situaciones y confrontarlas por lo general se hace uso de los medios disponibles, pero si no son suficientes será necesario solicitar auxilio.

Si los medios disponibles no son capaces de hacer frente a la emergencia seguramente nos encontramos ante una catástrofe.

### 1.3.2 Catástrofe

Según la definición de diccionario, una “catástrofe” es un suceso que produce gran destrucción, desgracia y gran sufrimiento en la población [11]. Por otra parte, para la Cruz Roja Americana una catástrofe es “una situación que provoca sufrimiento humano o crea necesidades humanas que las víctimas no pueden solucionar sin ayuda”. Se considera que toda catástrofe es provocada por el hombre y aunque existe gran responsabilidad, la catástrofe es el resultado de peligro y vulnerabilidad.

#### **Catástrofe = Peligro x Vulnerabilidad [12]**

En esta relación, cuando algún factor es cero no hay catástrofe. La variable donde la acción humana tiene participación directa es en la vulnerabilidad. Si una sociedad con infraestructura débil es afectada por algún evento aunque no represente gran peligro puede sufrir daños ocasionando una catástrofe. En cambio, si no hay elementos vulnerables el peligro no ocasionará una catástrofe con lo cual se aminoran los daños. Sólo la reducción de vulnerabilidad permite influir en el resultado final.

El peligro generado por eventos naturales no puede ser sometido por intervención humana, sólo puede reducir los daños a través de la prevención y disminución de factores vulnerables. Cuando el hombre provoca el peligro sea por tecnología o eventos sociales puede aminorarlo a través de la prevención, comunicación entre partes implicadas y toma de decisiones. Estas dos variables sirven para hacer un análisis de las situaciones de emergencia generadas por una catástrofe.

### 1.3.3 Importancia de las telecomunicaciones

Los desastres naturales o provocados debilitan el entorno donde ocurren. Se presentan impedimentos o pausas en la economía, desarrollo, comunicaciones, etc, afectando severamente a los pobladores. Cuando ocurren en zonas aisladas dónde no hay infraestructura adecuada, manera de comunicarse o servicios básicos como un hospital, es decir, situaciones que compliquen aún más lo ocurrido poder proporcionar información desde el lugar es vital.

Las telecomunicaciones son una necesidad primordial para toda persona. Cuando las redes de telecomunicación comercial ante una catástrofe sufren daños parciales o totales, se recurre a los servicios de radiocomunicaciones para realizar el intercambio de información de alerta, los cuales pueden ser usados para predicción, gestión, detección e intercambio de información.

Entre los principales servicios de radiocomunicaciones utilizados en este tipo de eventos se encuentra el servicio de radioaficionados. La ITU-R (sector de radiocomunicaciones) garantiza un uso eficaz del espectro de radiofrecuencias y además realiza estudios en el desarrollo y evolución de sistemas dedicados para ser operados en situaciones emergencia. Propone tres fases en la gestión de catástrofes [13]: Predicción, Alerta y Operación de socorro, donde el servicio de radioaficionados está considerado sólo en las últimas dos fases.

**Fase de predicción y detección:** Su principal tarea es la predicción meteorológica, monitoreo de terremotos, maremotos, huracanes, incendios forestales, etc. Realiza comunicados de alerta.

**Alerta:** Para el servicio de radioaficionados su tarea es recibir y distribuir los mensajes de alerta.

**Operaciones de socorro:** El servicio de radioaficionados asiste en las operaciones de socorro cuando los demás servicios de comunicación no operan.

#### 1.3.4 Servicio de radioaficionados

Mundialmente conocido el servicio de radioaficionados ha sido, es y será útil para telecomunicaciones de emergencia. Por las características en las que opera y establece sus redes (largo y corto alcance) es particularmente fiable. En México, para operar es necesario obtener una licencia de radioaficionado y permiso para instalar y operar una estación, para ello es necesario aprobar una serie de exámenes administrados, calificados y reconocidos por el Gobierno Federal.

La infraestructura y funcionamiento de la red está a cargo de los radioaficionados, los cuales cuentan con su propio equipo. En la mayoría de las ocasiones, las estaciones funcionan y logran comunicados en las peores condiciones y con medios limitados, otras cuentan con fuentes de energía independiente, características que son necesarias ante una catástrofe. Los radioaficionados cuentan con experiencia y conocimientos básicos para afrontar ciertos impedimentos y lograr un enlace satisfactorio sin dejar de mencionar que existe participación en simulacros para situaciones de emergencia, con lo cual perfeccionan el modo de operar en caso de ser necesario. En varios países los radioaficionados trabajan en conjunto con dependencias de auxilio o protección civil permanentemente.

Por reglamentación el servicio de radioaficionados debe realizar los comunicados de emergencia de manera gratuita y con prioridad ante cualquier otro. Al operar se debe considerar: no hablar de religión, de política, de manera ofensiva y sobre todo darle prioridad a los comunicados de alerta. Siendo la vocación de un radioaficionado servir a su país y a la sociedad, por lo general son quienes se sitúan en primera fila cuando ocurre una catástrofe para auxiliar y servir como medio de comunicación a las dependencias que brindan ayuda, todo de manera voluntaria.

Como lo menciona la ITU en el “Curso básico de emergencias”: “La utilización de equipos de radiocomunicaciones es parte de nuestra vida cotidiana, pero cuando no se dispone de medios fáciles de utilizar los teléfonos móviles, la destreza de los radioaficionados es un recurso inapreciable” [14]. Históricamente, los radioaficionados han estado presentes para brindar ayuda cuando más se necesita bajo las peores condiciones realizando un buen desempeño. Es necesario dejar en claro que los radioaficionados sólo sirven como medio de comunicación para solicitar y brindar ayuda más no son rescatistas, las actividades de rescate y auxilio a civiles corren a cargo de las dependencias y organizaciones especializadas para realizar estas tareas.



**Figura 13.** Placa a la solidaridad institucional en 1985, otorgada a la Liga (hoy Federación Mexicana de Radio Experimentadores A.C.).

La Figura 13 muestra el reconocimiento que se hace por parte del Gobierno Mexicano en el año de 1985 a los radioaficionados que brindaron apoyo y auxilio debido a los sismos del 19 y 20 de septiembre de aquel año.

#### 1.3.4.1 Características y función del servicio

Gracias a las numerosas estaciones de radioaficionados que hay en casi todos los países del mundo se logran tener redes independientes de corto y largo alcance. Históricamente el servicio ha resultado eficiente en casos de emergencia, logrando en muchas ocasiones el primer y/o único enlace en las áreas afectadas.

El trabajo y presencia de los radioaficionados no sólo surge cuando ocurre una catástrofe, algunos trabajan con organizaciones dedicadas al auxilio ya sea como directores o consultores para mejorar las telecomunicaciones de emergencia. La organización y estrategias de trabajo realizadas por radioaficionados pueden ser adaptadas a cualquier sector dedicado para intervenir en situaciones de emergencia dado que respetan las recomendaciones internacionales y han dado resultados satisfactorios.

Los simulacros de emergencia, documentos, textos y dispositivos realizados por los propios radioaficionados se convierten en recursos indispensables en estas situaciones ya que facilitan información para resolver problemas que puedan presentarse con recursos limitados, improvisados y en las peores condiciones.

#### 1.3.4.2 Modo de operación

Los radioaficionados están autorizados para hacer uso de una gran gama de frecuencias, permitiendo usar distintos modos de operación de acuerdo a la frecuencia. Estos modos pueden ser analógicos y digitales.

Los modos analógicos se han usado desde el inicio de la radioafición entre los que destacan:

**Telegrafía:** Se usa el código morse para comunicarse y desempeñan un papel importante en las situaciones de emergencia ya que se usa equipo básico y con muy bajas potencias para transmitir.

**Fonía:** La comunicación es por voz, es necesario trabajar con potencias elevadas cuando el enlace es a larga distancia para ser recibida satisfactoriamente.

**Los modos digitales** muestran la evolución de la radioafición para utilizar los más nuevos sistemas de comunicación ofreciendo distintos servicios entre los cuales destaca el envío de datos, paquetería, localización GPS, comunicación por imágenes. Para hacer uso de estos modos se necesita equipo extra como interfaces visuales, procesadores, módems que ayudan a potencializar las radiocomunicaciones.

La ventaja de usar comunicación por datos y paquetería es que brindan precisión en la recepción de la información, se usa por menos tiempo el canal, se puede tener una ruta dedicada para almacenar los mensajes y se guarda un registro de los envíos en caso de ser necesario. Hay sistemas que permiten rastrear al radioaficionado vía GPS y mostrar

el camino que ha recorrido o enviar imágenes a través de los equipos de radio. Así como la unión de diversos usos para enriquecer los sistemas.

### 1.3.5 Necesidades de los comunicados de emergencia

Los radioaficionados, al estar establecidos y considerados por parte de la ITU, deben respetar ciertos lineamientos para operar en caso de emergencia. Permisos, tráfico de información, infraestructura y operación son rubros que deben cumplirse y respetarse para participar en este tipo de eventos.

La principal consideración que debe tener todo radioaficionado es que el tráfico de emergencia tiene la máxima prioridad sobre cualquier comunicado que se realice. Es decir, dejar el canal libre cuando se escuchan este tipo de mensajes.

#### 1.3.5.1 Información de un mensaje de emergencia

Debe contener información precisa y realizarse lo más rápido posible sin errores para hacer uso del canal el menor tiempo posible. Para ello se recomienda que el mensaje contenga respuesta a las siguientes preguntas:

¿**Qué necesitas?** Indicar el acontecimiento sucedido y qué se debe hacer.

¿**Dónde estás?** Dar la información precisa del lugar de los hechos.

¿**Quién eres?** Identificarse como radioaficionado.

Aunque en muchos manuales de operación se añaden otras preguntas, estas se pueden responder de manera indirecta, ya que al realizar el comunicado se indica la hora, fecha y frecuencia en la que se emite mientras que el radioaficionado en su estación debe tener a la mano directorios de las principales organizaciones de ayuda u organismos que pueden brindarla para saber a quién dirigirse inmediatamente.

#### 1.3.5.2 Formato del mensaje

Por lo general cuando el radioaficionado se encuentra operando en una situación de emergencia debe escribir todo lo que recibe ya sea en papel o de manera electrónica y lo ideal es que el mensaje sea reenviado idénticamente a como se recibió originalmente.

Actualmente no hay mucha inclusión de modos digitales en las redes de radioaficionados dedicadas para situaciones de emergencia. Generalmente, los comunicados se realizan por fonía y telegrafía respondiendo las preguntas básicas de un comunicado siguiendo el siguiente orden de operación:

\*Indicar quien habla y a quien se dirige.

\*Indicar que comienza el mensaje.

\*Indicar lo sucedido, lo que solicita y el lugar.

\*Indicar fin del mensaje.

\*Confirmar que el mensaje ha sido copiado satisfactoriamente.

El inconveniente de realizar estos comunicados es que si llega a existir interferencia o interrupciones en la comunicación se debe indicar que se repita parcial o totalmente el mensaje ya que no pudo ser recibido satisfactoriamente haciendo uso del canal por un mayor tiempo.

### **1.3.6 Radioaficionados en situaciones de emergencia**

Existen muchísimos registros donde la presencia de radioaficionados fue pieza clave para ayudar a la comunidad afectada. Por mencionar alguno de ellos, citaremos el terremoto que sacudió Haití el día 12 de enero de 2010.

Después de haberse organizado y mandar dos brigadas de radioaficionados dominicanos con posiciones diferentes para operar y enlazarse a un lugar seguro se logró brindar ayuda vital a la isla. Según la IARU-R2 (Unión Internacional de Radio Aficionados Región 2) en su página de internet se trabajó de la manera siguiente:

*“Las frecuencias que están siendo utilizadas por el sistema establecido por Radio Club Dominicano son: 146.880 -600 tono 100 en la frontera y Haití y 146.970 -600 tono 100 en el territorio de la Republica Dominicana y parte de la costa oeste de Puerto Rico. Las comunicaciones en dicha red pueden ser escuchadas en internet a través del nodo 0604 de Wires 2 y la estación HI8PAL en Echolink. Esta red ha sido reconocida y utilizada actualmente por organismos como la Cruz Roja Dominicana, la Defensa Civil, el COE (Centro de Operaciones de Emergencia) y la Secretaria de Estado de las Fuerzas Armadas, como el único sistema de radio comunicaciones que actualmente puede cubrir ambas mitades de la isla.” [15]*

Por otra parte, la IARU (International Amateur Radio Union) solicitó mantener libres las frecuencias 7.045 y 3.720 MHz a todos los radioaficionados del mundo para el posible tráfico de información de emergencia debido al terremoto [16].

Se hizo uso de modos analógicos y digitales, con lo cual se logró ayudar a la población afectada y organismos de ayuda informando a todo el mundo ya que se podía escuchar por internet. Este ejemplo muestra la importancia de la radio afición cuando no se cuenta con un medio de comunicación disponible y se encuentra en las peores condiciones.

## Referencias.

[1] Unión Internacional de Telecomunicaciones. Recomendación UIT-R V.573-5 "Vocabulario de radiocomunicaciones". 2007.

[2] José María Hernando Rábanos. Transmisión por radio. Segunda edición. 1993

[3] Especificaciones de APRS.

Disponible en: [http://www.qsl.net/eb1dna/aprs/aprs\\_eb1dna.htm](http://www.qsl.net/eb1dna/aprs/aprs_eb1dna.htm)

[Fecha de consulta: Abril/2014]

[4] Balizas de APRS.

Disponible en: [http://uea2013.frbb.utn.edu.ar/wp-content/uploads/S1\\_1.pdf](http://uea2013.frbb.utn.edu.ar/wp-content/uploads/S1_1.pdf)

[Fecha de consulta: Marzo/2014]

[5] Sistema APRS, imagen de uso de frecuencias en el mundo.

Disponible en [www.aprs.org](http://www.aprs.org)

[Fecha de consulta: Febrero 2014]

[6] Recomendaciones de HOPS

Disponible en: <http://www.lcra.org.co/page13/index.php?id=36776000573>

[Fecha de consulta: Marzo/2014]

[7] SSID (Service set identification)

Disponible en: <http://aprs.org/aprs11/SSIDs.txt>

[Fecha de consulta: Febrero/2014]

[8] Software para APRS.

Disponible en: <http://www.radioclubfene.net/index.php/aprs/6-software-y-hardware-para-aprs>

[Fecha de consulta: Marzo/2014]

[9] Software para APRS.

Disponible en: <http://www.radioclubfene.net/index.php/aprs/6-software-y-hardware-para-aprs>

[Fecha de consulta: Marzo/2014]

[10] Definición de emergencia.

Disponible en: <http://www.cnrtl.fr/definition/urgence>

[Fecha de consulta: Abril/2014]

[11] Definición de catástrofe.

Disponible en: <http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/catastrophe>

[Fecha de consulta: Abril/2014]

[12] Curso básico de comunicaciones de emergencia, ITU.

Disponible en: <http://www.ea1uro.com/pdf/copilacionCURSOBASICO.emergenciasITU.pdf>



[Fecha de consulta: Marzo/2014]

[13] Gestión de catástrofes.

Disponible en: <http://www.itu.int/ITU-R/index.asp?category=information&link=emergency&lang=es>

[Fecha de consulta: Febrero/2014]

[14] Curso básico de comunicaciones de emergencia, ITU.

Disponible en: <http://www.ea1uro.com/pdf/copilacionCURSOBASICO.emergenciasITU.pdf>

[Fecha de consulta: Marzo/2014]

[15] Actividad radioaficionados dominicanos.

Disponible en: <http://www.iaru-r2.org/radioaficionados-dominicanos-establecen-comunicaciones-por-radio/>

[Fecha de consulta: Mayo/2014]

[16] Noticias de actividad de radioaficionados a nivel mundial.

Disponible en: <http://www.fediea.org/news/?news=20100113>

[Fecha de consulta: Mayo/2014]

## Capítulo 2. Propuesta

En este capítulo se hace una propuesta para “La red APRS del Servicio de Aficionados aplicada como un medio para transmisión de información en situaciones de emergencia en apoyo a la sociedad civil”, parte medular del trabajo de investigación.

### 2.1 Requerimientos de la red APRS para situaciones de emergencia

En una situación de emergencia los servicios comerciales de comunicación como telefonía fija o móvil, aplicaciones para mensajería que usan internet pueden saturarse o colapsar, con lo cual queda incomunicada gran parte de la ciudadanía pero sobre todo los cuerpos de rescate y protección ciudadana quienes necesitan estar comunicados en todo momento y más aún, en un caso que represente peligro para la sociedad civil. Esta propuesta integra las necesidades que se deben considerar en situaciones de emergencia cubiertas con herramientas ofrecidas por el sistema APRS con la finalidad de usar la red y potenciar sus características para beneficiar a la sociedad civil:

- Es primordial para las organizaciones de auxilio contar con un medio de comunicación que no se vea afectado fácilmente y se encuentre libre en todo momento. Tener una herramienta con estas características es de vital importancia para ayudar a las personas o comunidades que lo soliciten. En los casos donde las redes de comunicación comercial no funcionan o son ineficientes los radioaficionados tienen una participación importante, ya que cuentan con bandas de frecuencias y equipo dedicados para ser usados en una situación de emergencia (fonía o telegrafía) y últimamente se ha hecho uso de algunos modos digitales como IRLP (Internet Radio Linking Project) y Echolink con resultados satisfactorios.
- Una vez que se cuente con el canal disponible es indispensable aprovechar al máximo el tiempo de uso, lo cual implica brindar la información precisa y sin errores en el menor tiempo posible. Las organizaciones especializadas en el sector junto con los manuales de operación para radioaficionados en una situación de emergencia brindan consejos y protocolos para lograr comunicados satisfactorios, hacer correcto uso de la red y banda utilizada. Estos documentos deberán ser tomados en cuenta por cualquier participante de una red de emergencia para desarrollar un buen trabajo.
- Actualmente existen servicios de comunicación que brindan enlaces en cualquier parte del mundo pero tienen un costo elevado para los usuarios como la telefonía satelital. Se debe hacer contrato con el prestador de servicio, pagar renta y en muchas de las ocasiones usar equipo exclusivo de la compañía. Aunque se tendría en todo momento comunicados a los usuarios y no habría interrupciones en su uso, al ser usada en una situación de emergencia el costo resultaría elevado lo cual no es costable para las organizaciones de auxilio y protección civil. Aunado a esto, si se pretende tener una red activa el mayor tiempo posible para realizar alertas y tener diversos comunicados,

éste tipo de servicios queda totalmente descartado y es necesario buscar otras oportunidades.

- Las redes de emergencia por lo general se usan al cien por ciento sólo cuando ocurre alguna catástrofe y no hay manera de comunicarse dentro la zona de desastre. Los radioaficionados mexicanos que participan en la RNE (Red Nacional de Emergencia) desde 1962 realizan prácticas y simulacros constantemente para mantener activa la red y adquirir experiencia para cuando sea necesario actuar; al ser un medio cerrado su trabajo los convierte en héroes anónimos y a pesar de ello no han dejado de realizar su extraordinario trabajo. Aumentar la capacidad de este tipo de redes haría participes a más personas y lejos de buscar el reconocimiento público se adquirirían nuevas ideas para innovarlas, potencializarlas y familiarizarlas con la sociedad civil para aumentar la ayuda a las organizaciones que brindan auxilio en casos que ponen en riesgo la vida de las personas.
- Ante la Unión Internacional de Telecomunicaciones ITU los radioaficionados están contemplados como miembros de ayuda en una situación de emergencia. De tal forma que están presentes en la prevención de éstos eventos y ayudan a disminuir el peligro que pudiese presentar algún acontecimiento para reducir pérdidas humanas con las nuevas herramientas que se han ido desarrollando sobre todo en los modos digitales que se adaptan para estar a la vanguardia contra los sistemas más actuales de comunicación.

APRS cuenta con múltiples funciones y aplicaciones pero no se han explotado plenamente en nuestro país. No se ha considerado para ser usado en una red de emergencia siendo que puede ser un recurso muy valioso como apoyo en los comunicados de alerta y auxilio. Conjuntando los diversos usos que actualmente tiene puede revolucionar las redes de emergencia, ser un sistema semi-abierto a la ciudadanía ya que puede visualizarse lo ocurrido en el territorio nacional accediendo a internet, funcionar como fuente de información para prevención de catástrofes; una vez establecida la red, el canal estaría disponible en todo momento y el tiempo de uso es reducido por la mensajería que se usa, incorporar el servicio de localización GPS para posicionamiento de usuarios, localización de sitios de interés y ayuda, saber la situación actual de caminos, usar los equipos propios y hacer uso de la red sin pagar a algún prestador de servicios cumpliendo con una sola condición: ser radioaficionado vigente.

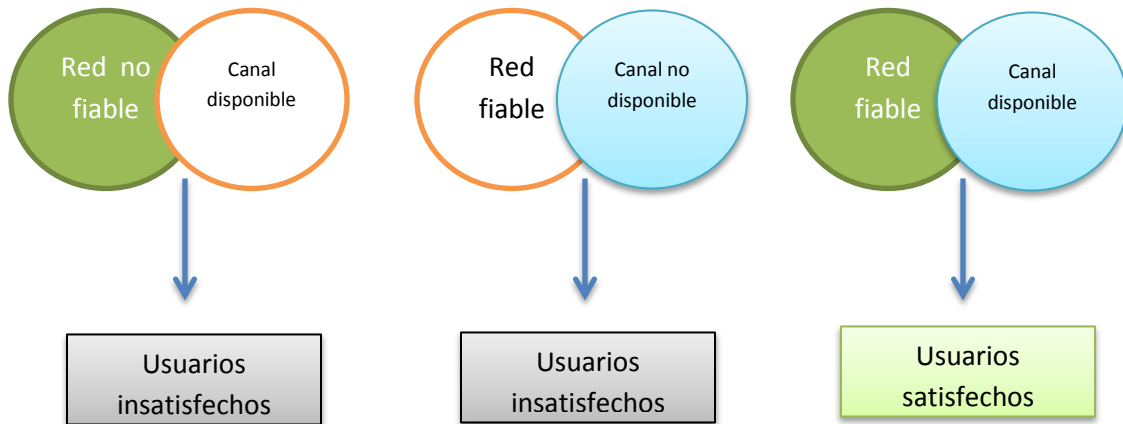
A continuación se describe la propuesta diseñada a partir de las necesidades antes mencionadas ofreciendo una posible solución con el sistema APRS incluyendo la situación actual de la red y actividad de radioexperimentación mexicana.

## 2.2 Requerimientos para una red fiable

### 2.2.1 Cobertura y redundancia

Antes de cubrir las necesidades de un comunicado de emergencia se debe establecer la red para usar el sistema como medio de transmisión. Se propone el uso de la red de APRS para situaciones de emergencia con los recursos que ofrece el sistema y así obtener beneficios tanto para los radioaficionados en general como para apoyo a la sociedad civil. Una vez que comience a instalarse infraestructura, la red se fortalecerá por las características que ofrece sin dejar de mencionar la importancia de darle un correcto uso y perfeccionamiento continuo.

Para realizar comunicados se deben cumplir dos características para ofrecer resultados satisfactorios: una red fiable y un canal de comunicaciones disponible. Estas dos características son pilares para un funcionamiento correcto y satisfacer a los usuarios al no dejarlos incomunicados.

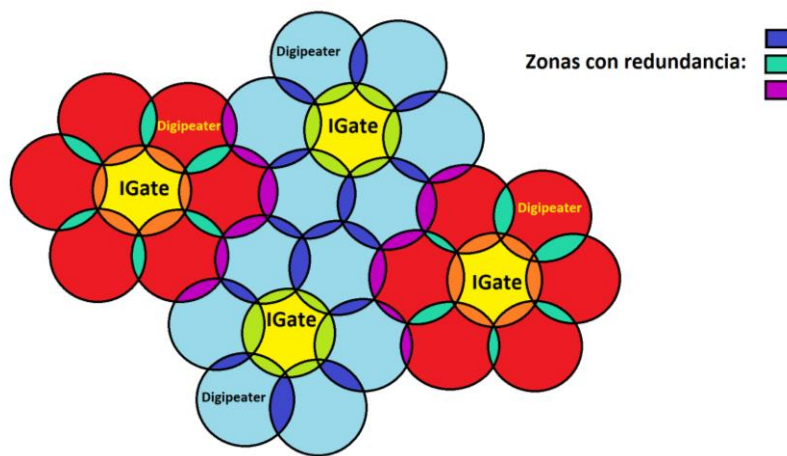


**Figura 14.** Relación Red-Canal y resultado final con los usuarios.

En la Figura 14 se muestra la relación entre la red y el canal de comunicaciones. Si alguno de los dos elementos falla, para los usuarios será un sistema inservible, causando molestias y no habrá mayor demanda al ofrecer un sistema inestable. De nada sirve tener una red totalmente establecida con cobertura nacional si los mensajes no llegan a su destino y de igual manera si el canal permanece libre pero estamos limitados a usar la red sólo en algunas zonas. En cambio, si se ofrece una red confiable con gran cobertura y además permita comunicarse en todo momento, a los usuarios se les tendrá satisfechos y seguramente atraerán a más personas a unirse a la red.

Para que los mensajes lleguen a su destino y no exista saturación en algunos nodos se debe contar con redundancia para asegurar el funcionamiento de la red y estar preparados en caso de que uno o varios enlaces caigan. Dado que este punto es de vital importancia para la red, es necesario tomar en cuenta las recomendaciones de radioaficionados experimentados en el uso de APRS quienes mencionan que lo más conveniente es dar tres o cuatro saltos a lo máximo en los repetidores antes de llegar a un Igate para evitar inundar la red o saturar una estación.

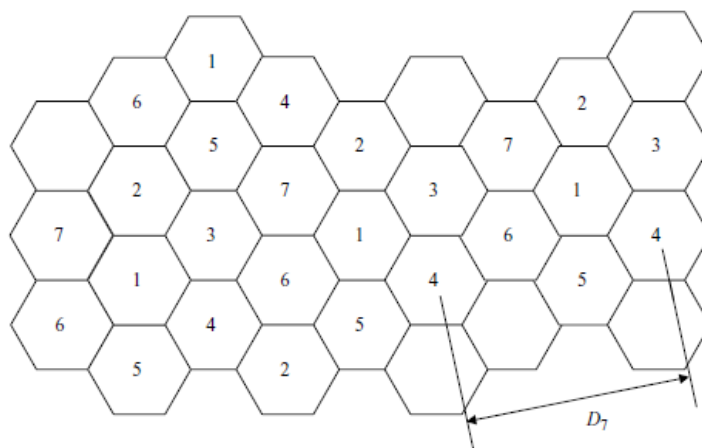
Propongo usar seis Digipeaters por una estación central Igate para reducir costos al realizar la cobertura del territorio nacional. Podríamos usar en su mayoría repetidores pero esto haría ineficiente la red ya que podría no alcanzarse un Igate o saturar a los existentes.



**Figura 15.** Cobertura con 6 repetidores por Igate.

Usando el arreglo que se muestra en la Figura 15 se lograría redundancia en algunas zonas y cobertura amplia que beneficiaría a los usuarios ya que podrían enviar información desde cualquier punto con la seguridad de que el mensaje será entregado a un Igate. Si todos los elementos funcionan se daría un salto en los repetidores cercanos y 5 en el peor caso (de acuerdo a la imagen, que fallen tres Igates). Contando con una buena distribución de estaciones se puede lograr abarcar gran parte del territorio nacional.

Para justificar el arreglo de estaciones anterior es necesario mencionar las redes de telefonía celular donde se usan estructuras de forma hexagonal del mismo tamaño, ya que su aproximación con una forma circular es bastante buena (lo cual facilita el análisis de las redes celulares), además de que las únicas formas geométricas que pueden teselar un espacio son el hexágono, cuadrado y triángulo (para reuso de frecuencias e interferencias en el sistema) [1].



**Figura 16.** Estructura de red en telefonía celular.

Como puede verse en la Figura 16 se cubre por completo un área y permite un reusó de frecuencia; para el caso de APRS, no es necesario hacer reuso de frecuencia y mucho menos evitar que haya zonas de traslape ya que lejos de perjudicar al sistema lo beneficia ya que da redundancia en la conexión.

## 2.2.2 Distribución de la información

En el arreglo pareciera presentarse un problema de distribución: Los repetidores inundarán la red con balizas de información saturándola provocando colisiones. Para evitar esta situación se deberá acotar el alcance que puedan tener los mensajes (*Paradigma Widen-N*) [2]. Propongo usar 5 HOPS considerando una situación nada favorecedora: la falla de tres lgates cercanos; de tal manera que el mensaje recorra grandes distancias pero no circule constantemente entre los Digipeaters.

La configuración de número de saltos por lo general no es adoptada en México porque la cobertura ofrecida, en su mayoría, es directamente de un lgate, pero una vez que se cuente con más Digipeaters será necesario efectuarla para evitar saturar la red.

### 2.2.2.1 Coordinadores y tipo de estaciones

Será necesario contar con personal responsable a diversos niveles y distintos tipos de estaciones para coordinar y cuidar el buen uso del sistema, así como el manejo de la información; apoyándome en el Reglamento de la RNE [3] y tomando en cuenta el esquema que se usan tradicionalmente los radioaficionados en fonía y telegrafía en una situación de emergencia para participar en la red, propongo se tengan las siguientes funciones y tipos de estaciones:

## **Responsables:**

1.- **Coordinador general:** Será el responsable de toda la red APRS para el servicio de emergencias, deberá mantenerse informado sobre las actividades realizadas, altas, bajas de estaciones y tener comunicación constante con los responsables de menor nivel.

2.- **Coordinador estatal:** Responsable del uso de la red en el estado que radique. Inicialmente se hará la invitación a los responsables considerados por la RNE en cada zona, de no ser aceptada la responsabilidad, los radio clubes o radioaficionados voluntarios podrán hacerse cargo de esta función.

3.- **Coordinador regional:** Responsable de una estación Igate, deberá hacer llegar la información a las autoridades responsables y dar informes a los coordinadores superiores.

## **Estaciones**

**Estaciones centrales o coordinadoras:** Todo el tiempo se encontrará operando, antes, durante y después de una emergencia, preferentemente que trabaje como estación meteorológica o en conjunto con alguna, se dirigirá el tráfico de información de los Digipeaters o estaciones más cercanas a ésta y dará instrucciones al resto de aficionados que cooperen. La invitación se dará primero a las estaciones ya consideradas en la RNE de no aceptarlo cualquier otra puede hacerse cargo.

**Estación operadora:** Se ofrece como voluntaria para transmitir información en un simulacro o situación real.

**Estación generadora de emergencia:** A pesar de que no se haya ofrecido para participar en el evento puede contribuir con información esporádica.

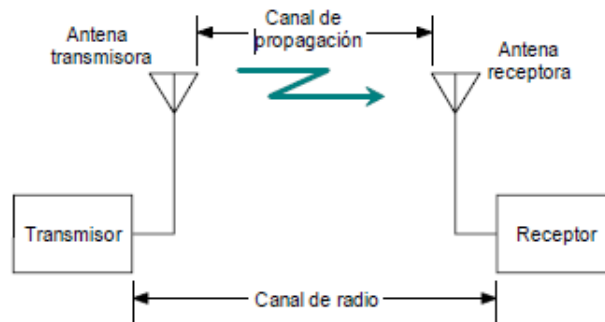
**Estación repetidora (Digipeaters):** Se encontrará trabajando todo el tiempo, por sus características no procesa información sólo sirve como enlace para distribuir los mensajes y así hacer llegar la información a una estación central u operadora.

### **2.2.3 Canal de comunicaciones libre**

Al emplear cualquier medio de comunicación como usuarios no nos interesa saber que problemas pueda haber en el sistema o red, lo único que deseamos es usar el servicio sin importar nada más. Para lograrlo, la red juega un papel importante pero debe hacerse un correcto uso de ella que depende de la distribución de la información y uso del canal de comunicaciones.

## Concepto de canal de comunicaciones.

Un canal de comunicaciones puede definirse como el conjunto de recursos (espectro, espacio, tiempo y equipo) para realizar una comunicación. En el caso de las radiocomunicaciones la estructura general del canal comprende desde la salida del transmisor hasta la entrada del receptor donde se incluyen las líneas de transmisión y antenas. Se puede diferenciar en este caso como canal de propagación al medio de transporte de la señal es decir, vacío o aire [4].



**Figura 17.** Canal de radio y canal de propagación.

En la Figura 17 se observa de manera general lo que comprende el canal de radiocomunicaciones: equipo transmisor, receptor y antenas, la frecuencia es de uso de radioaficionados y el tiempo de uso que aunque no se observa en la figura es una variable importante para tener resultados satisfactorios en un comunicado.

Cuando se tienen conexiones inalámbricas (móviles) el canal de radio se ve afectado por diversos factores los cuales son variantes en el tiempo como:

- Ruido, interferencia, bloqueos y multitrayectorias. Esto es debido a los movimientos del usuario.

Estas características modifican el rango de cobertura, velocidad de transferencia de información y sobre todo la confiabilidad de las comunicaciones. Por mencionar un ejemplo, un radio para uso de interiores a la velocidad que camina una persona soportará mayores tasas de información que un canal con un usuario en exteriores y con una movilidad mayor. [5]

Por otra parte, al ser un sistema cerrado, APRS cuenta con un número de usuarios reducido con lo cual no se tendría saturación en los nodos en una situación de emergencia. Si llegase a existir concentración de usuarios en una zona o estado que se vea afectado, tener activas las estaciones dará movilidad al tráfico de información evitando pérdida de balizas. Sin dejar de mencionar el uso reducido del canal de comunicaciones; enviar información por mensajería no ocupa el medio por tiempo considerado permitiendo a varios radioaficionados usar el sistema con poca probabilidad de colisionar. Esta situación no es posible en fonía o telegrafía ya que al proporcionar



información se mantiene ocupada la frecuencia y si alguien más desea hacer uso debe esperar a que se libere para poder realizar su comunicado.

Con la breve explicación de canal de comunicaciones y lo anteriormente mencionado se justifica el porqué de la propuesta para usar APRS como medio de comunicación en situaciones de emergencia.

### 2.2.3.1 Tiempo de operación

Aquí entra en juego la experiencia de los radioaficionados para operar. Hacer contacto en el menor tiempo posible con la información correcta es más que necesario para aumentar el número de comunicados satisfactorios y evitar la repetición de transmisión de información.



**Figura 18.** Elementos que logran un comunicado exitoso.

Ya se ha mencionado la importancia de la red y el canal de comunicaciones libre. Ahora el correcto uso del sistema por parte de los radioaficionados brindará una herramienta útil tanto para quienes no participen en la red y deseen mantenerse informados (radioaficionados o sociedad civil) así como las dependencias a las cuales se les dará la información proporcionada por los participantes. La Figura 18 muestra la necesidad de conjuntar los tres elementos para tener un sistema exitoso en situaciones de emergencia.

Esto último podrá lograrse si los radioaficionados practican contante con el sistema. Para ello propongo realizar simulacros semanalmente que preparen al radioaficionado ante cualquier acontecimiento. Hacer constantemente esta actividad dará habilidad a los participantes para transmitir, conocer el sistema, logística de operación y adquirir experiencia con el equipo utilizado, lo cual permitirá realizar un mayor número de comunicados y mejor aún que sean atendidos satisfactoriamente.

Algunos radioaficionados y radio clubes dan capacitación a futuros operadores. Una vez establecida la red se exhortará a todos los participantes con experiencia en el uso de APRS realizar esta actividad constantemente además de incluirlos en los simulacros para aumentar el número de personal disponible y preparado.

## 2.3 Desarrollo de la red

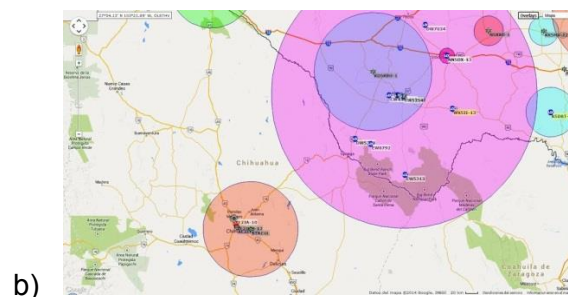
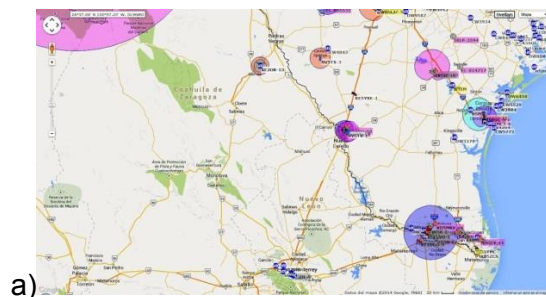
### 2.3.1 Red actual de APRS

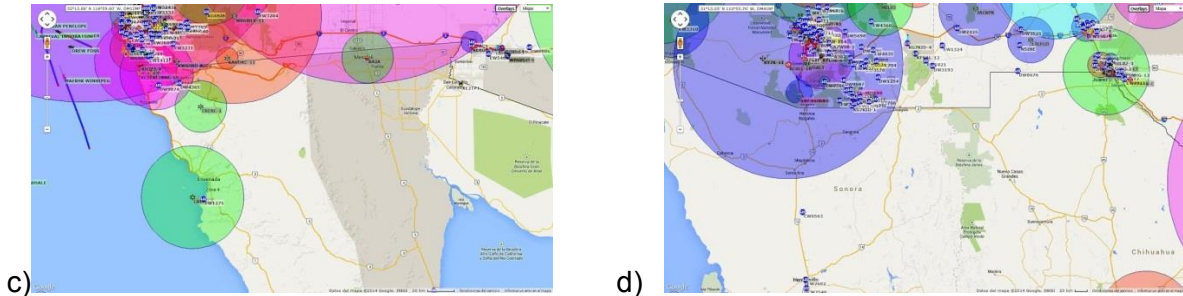
Actualmente en México se cuenta con cobertura en algunas zonas del territorio nacional concentrándose la mayor densidad de estaciones en el centro del país con pequeñas zonas activas y sin interconexión en la mayoría de ellas, lo que ofrece una red limitada para ser usada en situaciones de emergencia ya que ciertas localidades serían las únicas en poder hacer uso.



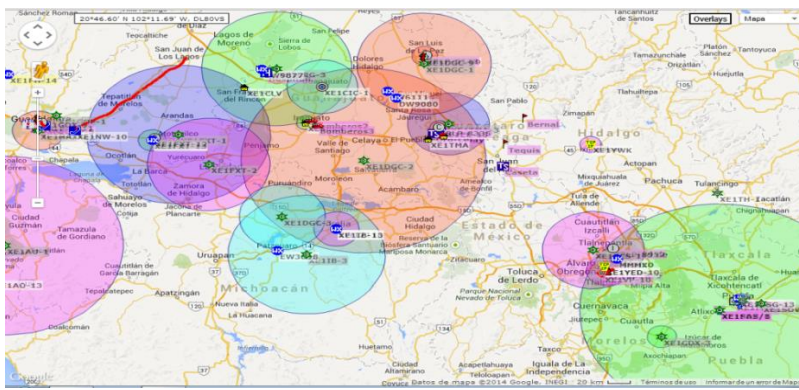
**Figura 19.** Mapa de las estaciones de APRS en México, 16-06-2014.

La Figura 19 muestra la red actual y si bien en el norte pareciera haber cobertura por desgracia esas manchas son de estaciones de radioaficionados norte americanos situadas en su país que logran abarcar parte del nuestro, se ilustra mejor en la Figura 20. También es notoria la disparidad que hay en el uso del sistema entre el vecino fronterizo y nuestro país.





c) d) **Figura 20.** Cobertura APRS de la zona norte del país. a) Tamaulipas, b) Chihuahua y Coahuila, c) Baja California, d) Sonora.



**Figura 21.** Zona centro del país con estaciones APRS [6].

En la Figura 21 se ve la cobertura de las estaciones activas en la zona centro, algunas regiones con mayor densidad y sin interconexión con otras por pequeñas distancias. Se propone realizar la cobertura del país a partir de lo ya establecido, informando a los radioaficionados con estaciones activas sobre lo que se planea lograr e invitarlos a formar parte del diseño, lo cual reduciría costos en la implementación de infraestructura.

Por otra parte, informar a los radioaficionados que desconocen APRS o apenas están incursionando en el tema e incluir a los ciudadanos mexicanos para obtener su certificado de aptitud, dando a conocer las ventajas de la red, los nuevos trabajos que se están realizando en otras partes del mundo y cómo nosotros pretendemos participar en su uso y explotación, lo cual, seguramente atraerá nuevos usuarios y aumentará el número de radioaficionados en el país.

### 2.3.1.1 Alcance de los nodos

Tomando como referencia la estación Igate de APRS que se encuentra en el conjunto sur de la Facultad de Ingeniería (Edificio Vallejo Vallejo) podemos calcular cuánto terreno puede ser abarcado por una estación.

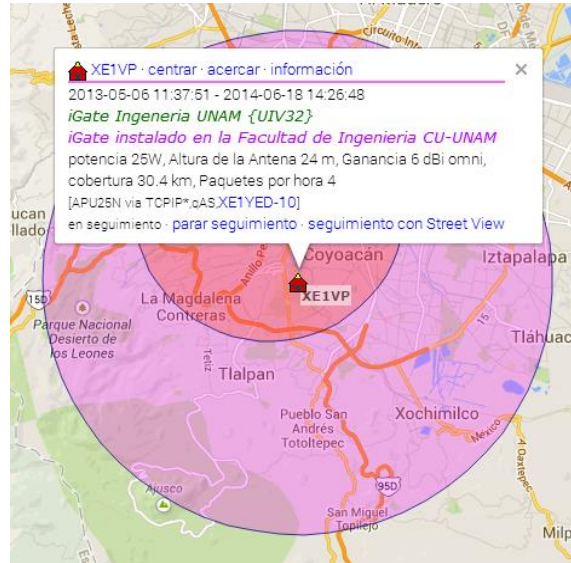


Figura 22. Estación Igate de APRS a cargo de XE1VP.

La página [www.aprs.fi](http://www.aprs.fi) proporciona datos acerca de las estaciones, en este caso se observa en la Figura 22 que la estación XE1VP cuenta con una cobertura de 30 Km alrededor, la antena que se usa es omnidireccional y trabaja con 25 W de potencia. Es necesario mencionar que la cobertura es estimada de acuerdo a las conexiones exitosas que tiene la estación. Hay estaciones que trabajan con el doble de potencia lo cual aumenta el área de cobertura pero a futuro puede representar complicaciones si es que llegan a fallar, ya que ese gran terreno abarcado quedaría en sombra dejando incomunicados o con problemas para enlazarse a un mayor número de radioaficionados.

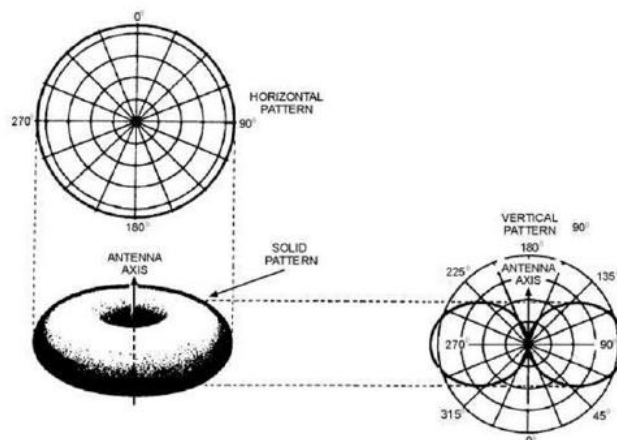


Figura 23. Patrón de radiación de una antena omnidireccional [7].

En la estación XE1VP se cuenta con una antena monopolo (Cushcraft ar270). El patrón de radiación de este tipo de antenas se observa en la Figura 23, con lo cual se puede justificar lo proporcionado por [www.aprs.fi](http://www.aprs.fi) ya que se observa el patrón de radiación horizontal. Además se cuenta con las siguientes especificaciones proporcionadas por el fabricante:

- Frecuencia: 144-148 MHz
- Ganancia: 3.7 dB
- Potencia radiada: 250 W
- Patrón de radiación: 360°

### 2.3.1.1.1 Balance de enlace de radio

El balance del enlace es la relación que expresa la potencia disponible en el receptor en función de la potencia entregada por el transmisor y diversas pérdidas y ganancias que aparecen en el trayecto del transmisor al receptor. Considerando las ganancias de potencia de las antenas la ecuación general del balance es [8]:

$$P_{dr} = P_{et} - L_{ct} + G_t - L_b + G_r - L_{cr}$$

Considerando los datos proporcionados por la empresa y datos teóricos para un enlace entre la estación XE1VP y otra estación receptora fija dentro del área de cobertura se puede conocer el balance del enlace. Para hacerlo serán necesarios los siguientes datos:

	Transmisor	Receptor
Ganancia directiva de la antena.	$G_{dt} = 3.7 \text{ dB}$	$G_{dr} = 3.5 \text{ dB}$
Rendimiento	95 %	97 %
Perdida en el cable de conexión.	1 dB	1 dB

Además de los datos anteriores, se usara la potencia que usa la estación XE1VP que es de 50 W y se considera la pérdida básica de propagación que es de  $L_b = 120 \text{ dB}$ . Con estos datos se puede conocer la ganancia de potencia de las antenas, pérdidas de transmisión, sistema y la potencia recibida.

Primeramente para conocer las perdidas en las antenas se usa:

$$L = 10 \log\left(\frac{100}{\eta(\%)}\right) = 10 \log\left(\frac{100}{\text{Eficiencia en porcentaje}}\right)$$

$$L_{at} = 10 \log\left(\frac{100}{95}\right) = 0.2227 \text{ dB (para la antena transmisora)}$$

$$L_{ar} = 10 \log\left(\frac{100}{97}\right) = 0.1322 \text{ dB (para la antena receptora)}$$

Ahora las ganancias de potencia son:

$$G_{transmisor} = G_{dt} - L_{at}$$

$$G_{receptor} = G_{dr} - L_{ar}$$

$$G_t = G_{dt} - L_{at} = 3.7 - 0.2227 = 3.4 \text{ dB}$$

$$G_r = G_{dr} - L_{ar} = 3.5 - 0.1322 = 3.3 \text{ dB}$$

La pérdida de transmisión es

$$L_t = L_b - (G_t + G_r) = 120 - (3.7 + 3.5) = 112.8 \text{ dB}$$

La pérdida del sistema será:

$$L_s = L_t + L_{at} + L_{ar} = 112.8 + 0.2227 + 0.1322 = 113.15 \text{ dB}$$

Finalmente aplicando la ecuación de balance:

$$P_{dr} = P_{et} - L_{ct} + G_t - L_b + G_r - L_{cr}$$

$$P_{et} = 10 \log(50000 \text{ mW}) = 46.98 \text{ dB}$$

$$L_{ct} = 1 \text{ dB}$$

$$L_{cr} = 1 \text{ dB}$$

Así:

$$P_{dr} = 46.98 - 1 + 3.4 - 120 + 3.3 - 1 = -68.32 \text{ dBm} = 0.1472 \text{ } \mu\text{W}$$

Este tipo de balance es muy general ya que no considera distancias ni obstáculos entre las estaciones y de acuerdo a los resultados se observa que se tienen grandes pérdidas al recibir la información pero es suficiente para lograr el cometido, a pesar de las disminuciones de potencia usando este tipo de equipo se realizan conexiones satisfactorias llegando inclusive a otros estados como Guerrero o Puebla.

### 2.3.1.1.2 Modelo para potencia promedio

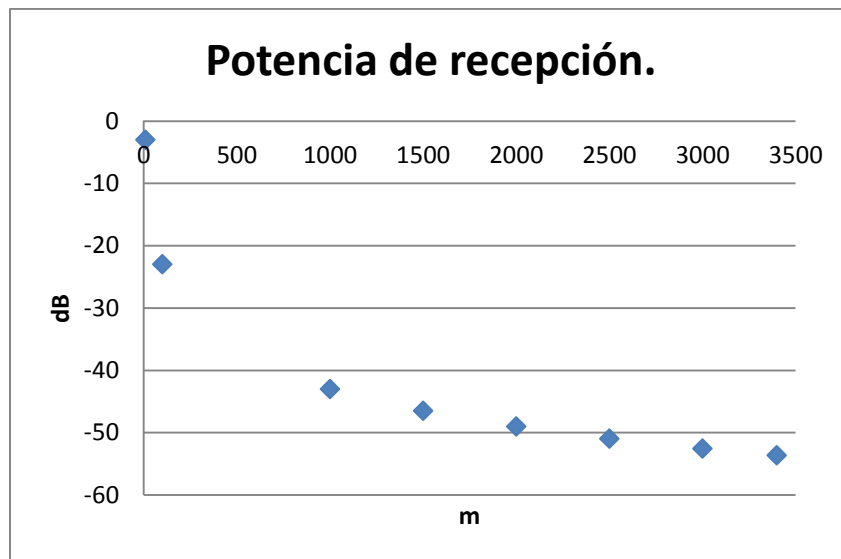
Otra forma de conocer la potencia promedio recibida es por medio de modelos teóricos o empíricos, el modelo empírico más simple considera solo distancia, factor de atenuación y potencia de transmisión:

$$Pr = \frac{Pt}{d^n}; 2 < n < 4$$

Este modelo considera que se usan antenas omnidireccionales, no toma en cuenta altura de las antenas, no prevé ganancia ni frecuencia [9].

Usando lo anterior, se puede conocer la potencia de recepción de una estación a distintas distancias, se propuso lo siguiente:

d(m)	Pr (W)	Pr (dB)
10	0.5	-3.0102
100	5 mW	-23.0103
1000	50 $\mu$ W	-43.0103
1500	22.22 $\mu$ W	-46.5321
2000	12.6 $\mu$ W	-49.0308
2500	8 $\mu$ W	-50.9691
3000	5.55 $\mu$ W	-52.5527
3400	4.32 $\mu$ W	-53.6398



**Figura 24.** Potencia de recepción de XE1VP.

A pesar de no considerar pérdidas en el sistema, como se esperaba la potencia de recepción va disminuyendo al ir aumentando la distancia, este comportamiento puede observarse con claridad en la Figura 24.



### 2.3.2 Localización de las estaciones

En el territorio nacional hay zonas que son afectadas con más frecuencia por los fenómenos naturales, inundaciones, desastres por temblores, actividad volcánica y otras que solo sufren pequeños daños por estos eventos. Al usar esta red como medio de información y prevención, propongo que los primeros lugares donde deberá haber presencia de radioaficionados activos con una estación de APRS sean los anteriormente mencionados. Estados como Guerrero, Michoacán, Oaxaca , sólo por mencionar, que cada temporada de huracanes, lluvia o presencia de fenómenos naturales se ven afectados, deberán cubrirse con prioridad, esto para mantener en alerta a los ciudadanos de la actividad de fenómenos naturales que puedan llegar a afectarlos y disminuir el peligro para estas personas, tomando decisiones con ventaja de tiempo para resguardarlos si fuese necesario y no realizar rescate de la sociedad civil con las dificultades que se presentan al ocurrir este tipo de eventos.

Para localizar mejor las zonas antes mencionadas se cuenta con el “Atlas Nacional de Riesgos” del CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres) que muestra una clasificación de mapas de acuerdo a la actividad meteorológica que afecta a la región [10]. Lo cual simplifica el trabajo de identificar las zonas que se propone sean cubiertas con prioridad.

Se propone ofrecer el uso de la red a organismos de protección civil y auxilio nacionales e internacionales para incluirla como herramienta y fuente de información, se deberá exhortarlos a obtener los requisitos necesarios para su operación sin dar prioridad alguna. Por ejemplo, asociaciones que llevan ayuda comunitaria a zonas afectadas, ofrecerles que sus equipos de transporte lleven consigo una unidad móvil de APRS para mantenerse informados e incrementar la zona de cobertura y hacerla variable. El valor agregado de la oferta será usando uno de los usos más comunes de APRS: monitoreo de unidades móviles a través de GPS sin pagar por el servicio, con lo cual además de servir como fuentes de información estarán rastreados en todo momento y podrán servirse de los mapas para conocer el estado de los caminos y carreteras para evitar algún retraso en sus arribos. Esta propuesta deberá respetar la normatividad del servicio de radioaficionados.

En zonas costeras se tiene monitoreo de la actividad de fenómenos naturales pero la experiencia dice que no es del todo eficiente, ha llegado a tomar por sorpresa a los turistas y habitantes de estas zonas causando grandes pérdidas, no solo materiales si no humanas. Se invitará a los hoteles de zonas turísticas a instar una estación para reportar e informarse del estado climatológico actual, con lo que se podría informar a las personas presentes en la zona en dado caso que exista cierta actividad que represente un futuro peligro y evacuar a un número considerable de personas antes de que suceda un evento no deseado, disminuyendo la población afectada que probablemente quede atrapada en la zona sin poder comunicarse y esperar días para regresar a sus hogares.



### 2.3.3 Mensajería

Considerando las recomendaciones de organizaciones especializadas en protección civil y manuales de operación para radioaficionados en una situación de emergencia se retoman las tres preguntas esenciales que debe contener un mensaje de emergencia:

- 1.- ¿Qué necesitas?
- 2.- ¿Dónde estás?
- 3.- ¿Quién eres?

Esta información debe ser transmitida con claridad y rápidamente. México cuenta con radioaficionados muy experimentados para realizar este trabajo en fonía o telegrafía, pero nadie está exento de presenciar eventos que puedan entorpecer la operación y provocar nerviosismo, tartamudear u otros factores que corten la comunicación, alentándola o tener interrupciones considerables que usen el canal por mayor tiempo cuando más se solicita.

Para mostrar uno de los errores más comunes al operar por voz se obtuvo un ejemplo de operación en fonía del documento “Procedimiento operativo HF para emergencias internacionales de la IARU” [11]:

```
- EB2EZN, aquí EA4FSI, tengo un mensaje, cambio
- Aquí EB2EZN, estoy listo, cambio
- Mensaje comienza,
número cuatro
eco alfa dos sierra papa charlie uno ocho tres dos enero uno cinco
destino cruz roja huesca
texto,
se necesitan dos ambulancias en la calle alta
fin del mensaje, cambio
- Repita la palabra después de dos, cambio
- Dos ambulancias, cambio
- Recibido el número cuatro, EB2EZN, corto
- Recibido, EA4FSI, corto
```

En el ejemplo, el corresponsal tiene duda de una palabra que escuchó, por lo cual solicita se repita la información, puede que sean sólo unos segundos más lo que se ocupa el canal, pero puede perderse totalmente la comunicación o haber más errores debido a las condiciones del enlace. Sin dejar de mencionar que al trabajar en alguno de los dos modos convencionales se debe pasar el mensaje por escrito. Con APRS este paso se eliminaría, permitiendo tener un registro y resguardo de mensajes por si es necesario en alguna ocasión volver a solicitarlos y también mandarlos a imprimir facilitando esta tarea.

De acuerdo a las vivencias de los radioaficionados que han operado en situaciones de emergencia se sabe que se trabaja rodeado por cuerpos de auxilio, militares, marinos, etc. Tener la información por escrito eliminaría lo antes mencionado, tratándose de mensajes no muy extensos se ocuparía el canal por lapsos cortos de tiempo manteniéndolo libre para efectuar un mayor número de comunicados. A todo esto,

podemos localizar la posición del radioaficionado que envía la información e indicar en el mapa las zonas afectadas lo cual ayudaría a disminuir la búsqueda de alguna región y aumentar el panorama para un rápido arribo si se llega a solicitar; brindando información de la situación actual de los caminos y carreteras por si llegan a estar cerradas o con afluencia vehicular. Siendo así, el sistema puede satisfacer la información primordial en comunicados de emergencia y brindar datos extra por si fueran necesarios.

Usando las características del sistema propongo se desarrolle una herramienta en el software para APRS y/o al menos un plug-in que complementen cada programa permitiendo contar con una planilla donde se indique quién emite, lo ocurrido, qué se solicita y el lugar. Para informar sobre éste último, además de indicarse en el mensaje puede hacerse el registro en el mapa con la ventaja de proporcionar indirectamente las coordenadas geográficas del sitio cuando el radioaficionado está cercano al lugar.

En la Tabla 3 se muestra una propuesta de planilla para ser usada en situaciones de emergencia. Generalmente los datos del radioaficionado en la paquetería se quedan almacenados, si los complementos contaran con esta opción, algunos de los campos de información del emisor pueden ser llenados con anticipación para reducir tiempo de escritura, errores y sólo dedicarse a indicar la información restante, ya sea para una simulación o situación de emergencia real.

Más adelante, en la Tabla 4 se da un ejemplo del llenado de una planilla para ser enviada a las estaciones cercanas. Cabe mencionar que estos mensajes solo podrán ser visualizados por radioaficionados que cuenten con una PC, ya que la idea va dirigida para el desarrollo de paquetería.

<b>Nombre e indicativo:</b>	
<b>N. Telefónico</b>	
<b>Tipo de mensaje (R=rutina, E=emergencia)</b>	
<b>Ubicación:</b>	
<b>Fecha:</b>	
<b>Hora:</b>	
<b>Situación:</b>	
<b>Solicita:</b>	
<b>Mensajería:</b>	
	<b>*La mensajería se usa para mandar la relación de personas afectadas, evacuados, informes a familiares, indicar si hay caminos bloqueados, probables riesgos que se puedan registrar en el mapa APRS, necesidades apremiantes en suministro de medicinas, comida, combustibles, etc.</b>
	<b>Deberá contener (sí se cuenta con todo, mejor):</b>
	<b>Nombre, sexo, edad, número telefónico a dónde dirigirse, dirección, ciudad, código postal, necesidad, mensaje o solicitud.</b>
<b>FC (fin del comunicado)</b>	

**Tabla 3.** Planilla propuesta para ser usada en mensajería de emergencia.

Ejemplo de cómo deberá usarse el formato del mensaje:

Nombre e indicativo:	Jesús Melgarejo Mayorga XE1YMM
N. Telefónico	(01)(55) 10-65-24-61 ó 57-31-38-38
Tipo de mensaje	E
Ubicación:	Centro de emergencia: Facultad de ingeniería.
Fecha:	02/05/2014
Hora en UTC:	22:10:30 UTC
Situación:	Inundación en Chilpancingo, localidad de Guerrero.
Solicita:	Equipo para desalojar a los pobladores.
Mensajería:	El camino X se encuentra bloqueado para entrar al poblado.
	Valentín Ramírez 34/M (01)(55) xx-xx-xx-xx Calle Valerio Trujano 56, Chilpancingo de los Bravo, CP XXXXX, Insulina.
FC	

**Tabla 4.** Llenado de planilla.

### 2.3.3.1 Reporte de actividades

Hoy en día se monitorean todo tipo de fenómenos naturales: tsunamis, actividad volcánica, frentes fríos por mencionar algunos y tomando estas consideraciones APRS permite dar aviso de diversos fenómenos y eventos proporcionando iconos para cada uno, a continuación se muestran algunos que ayudarán a indicar lo sucedido:



**Figura 25.** Algunos iconos disponibles en APRS.

La Figura 25 muestra algunos iconos que permite la paquetería de APRS, a diferencia de la planilla propuesta para los mensajes este complemento del mensaje puede ser observado por cualquier persona ya que se registra en los mapas (internet, paquetería para APRS en PC o smartphone) y los trackers cuentan con símbolos que ayudan a identificar cada uno.

El situar los iconos correspondientes al tipo de evento en el mapa no representa ningún problema ya que las interfaces son muy amigables en este sentido. Para resaltar el acontecimiento aún más se propone identificar con colores la región según la situación que se presente.

Lo propuesto está apegado a las recomendaciones y clasificación de eventos por parte de cuerpos de protección civil, así como lo usualmente utilizado por radioaficionados en una situación de emergencia [12]. En la Tabla 5 se muestra una clasificación de colores de acuerdo al peligro que represente el evento, la cual está más dirigida a las alertas meteorológicas que se mencionarán en el apartado “Radioaficionados en el área de prevención: Alertas meteorológicas”.

## Clasificación del evento:

**Blanco:** se perdió la conexión, no son suficientes los datos o son sospechosos.

**Verde:** no se requiere atención a la situación meteorológica, sin peligro.

**Amarillo:** probable peligro. Mantenerse informado sobre las condiciones meteorológicas y no asumir riesgos innecesarios. Fenómenos usuales.

**Naranja:** situación peligrosa. Probablemente se produzcan daños y se tengan heridos. Mantenerse informado regularmente acerca de las condiciones meteorológicas.

**Rojo:** situación muy peligrosa. Fenómenos meteorológicos intensos. Probablemente se tengan grandes daños, accidentes, existe riesgo para la vida e integridad de las personas en un área considerable. Mantenerse informado sobre las condiciones meteorológicas, siga las ordenes e instrucciones de las autoridades correspondientes y prepárese ante cualquier medida.

**Tabla 5.** Colores para clasificar eventos.

### 2.3.3.2 Verificación de la información

Ya se cuenta con el formato de mensaje y se ha hecho mención de la importancia del rol que tienen los operadores. Quizá por el deseo de actuar rápidamente y la confianza que se tiene en los propios radioaficionados ni siquiera se debería hacer la revisión, situación que sería excelente puesto que reduciríamos tiempos, pero todo mensaje recibido se debe corroborar para evitar falsas alarmas y usar información errónea de gente malintencionada.

Considerando trabajar como estación coordinadora la responsabilidad será procesar la información, distribuirla y dirigir al resto. Los radioaficionados responsables de la estación tendrán que verificar la información. A continuación se dan las siguientes recomendaciones que ayudan a realizar esta tarea [13]:

- 1.- Contactar con la estación que ha generado el mensaje de emergencia para confirmar la situación, puede ser por mensaje APRS, por fonía si se conoce su frecuencia o por teléfono ya que se solicita en el formato de mensaje.
- 2.- Verificar la autenticidad del radioaficionado, hay algunos que son muy conocidos en el ámbito y podríamos ahorrarnos este paso, pero de no ser así, contamos con QRZ.com para verificar la coherencia de los datos.
- 3.- Mandar mensaje vía APRS indicando que se trabaja en la situación y solicitar deje de enviar balizas de alerta para no saturar la red, tanto si se puede contactar o no con el radioaficionado que generó la información.

4.- Contactar con las autoridades de acuerdo a lo solicitado: policía, bomberos, protección civil, etc. Mencionar que se es radioaficionado, identificarse e indicar que se recibió una señal de emergencia de cierta estación, con sus coordenadas, la situación y lo solicitado, para que pongan en marcha las acciones correspondientes, si se puede ayudar indicando con caminos cerrados o peligros en la zona indicarlos también.

5.- Asistir al lugar de emergencia si se es la persona más cercana, pero SI Y SÓLO SI, se está seguro que se conoce lo que ocurre y no va afectar su seguridad (los radioaficionados NO SON RESCATISTAS) y/o las autoridades lo indican. No debe convertirse en una víctima más a la hora de socorrer y complicar la situación. Esto compete a las autoridades correspondientes.

6.- Otra fuente para verificar la información puede ser a través de los medios de comunicación, pero suelen informar con cierto retardo a menos que tengan cobertura total en la zona, pero en la medida que sea posible, será una herramienta de ayuda.

7.- Cuando se encuentre el radioaficionado rodeado de autoridades participantes en situaciones de emergencia como militares o marinos, pasar inmediatamente los datos y si hay una flotilla cerca, que ellos mismos verifiquen la información y dejarlos actuar de acuerdo a su experiencia.

#### **2.3.4 Radioaficionados en el área de prevención: alertas meteorológicas**

Los trabajos realizados por los radioaficionados de todo el mundo en el área de prevención de situaciones de emergencia no han sido suficientes para ser considerados en éste rubro por la ITU. Aun así, usaremos una herramienta de APRS para prevenir catástrofes provocadas por fenómenos naturales que pueden poner en peligro a la sociedad civil.

Las estaciones meteorológicas de APRS necesitan estar operando las 24 horas, sean o no usadas para la red de emergencia y deben prestárseles atención y soporte para no mandar información errónea o desactualizada. Propongo inicialmente se obtenga la información del Sistema Meteorológico Nacional SMN y en lo posible complementarla con los datos proporcionados por las estaciones de los radioaficionados y así hacer los reportes para los usuarios de la red periódicamente.

Cualquier persona tendrá acceso al mapa con las actividades meteorológicas pero sólo los radioaficionados contarán con las balizas que lleven el mensaje de alerta. De esta manera se tendrá informada a la población brindándole una herramienta para monitorear el estado del tiempo en toda la República Mexicana y situaciones que afecten alguna zona o población.

### 2.3.4.1 Estaciones meteorológicas locales

Brindar información meteorológica de la zona donde se localiza la estación es posible, hay equipo para medir temperatura, presión atmosférica, humedad y velocidad del viento y proporcionar estos datos a través de APRS en el mapa.

Visualizando el mapa en la liga “[www.aprs.fi](http://www.aprs.fi)” aparecerán diversos objetos registrados por los radioaficionados y las estaciones meteorológicas activas, pero existe una asociación público-privada llamada CWOP por sus siglas en inglés (Programa de Ciudadanos Observadores del Clima) que permite obtener datos proporcionados por ciudadanos para servicios climáticos y seguridad civil en todo el mundo. México no es la excepción y se cuenta con estaciones registradas en la asociación tanto de nacionales como de radioaficionados extranjeros.

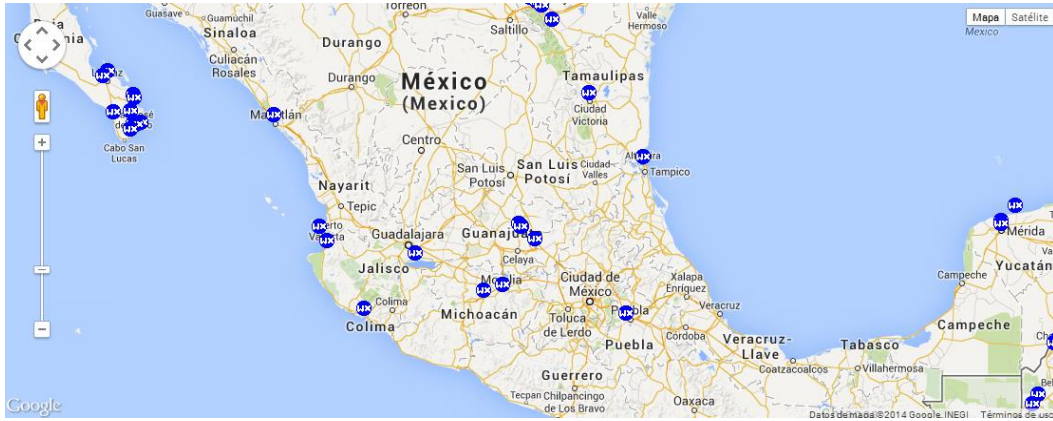
En su página “[www.wxqa.com](http://www.wxqa.com)” proporcionan sus propios mapas donde sólo se visualizan las estaciones meteorológicas registradas en el programa, siendo de nuestro interés las que trabajan o son compatibles con APRS, es preciso mencionar que no todas las estaciones que trabajan actualmente están registradas pero en el territorio nacional son minoría.



**Figura 26.** Estaciones meteorológicas en la zona norte de México.

En el mapa generalizado de las estaciones de APRS dónde se visualiza el área de cobertura se mencionó que los vecinos norteamericanos cubren territorio nacional con sus estaciones, en la Figura 26 se puede visualizar mejor el porqué. Sin duda México necesita incrementar no sólo el número de estaciones para este servicio sino la participación de los ciudadanos como radioaficionados. Aunque la información sea local, con un mayor número de estaciones podemos hacer un análisis de la información enviada y conjuntarla para mantener activo otro mapa donde se mas fácil visualizar las zonas que podrían presentar riesgo alguno.





**Figura 27.** Estaciones meteorológicas en la zona centro de México.

La misma situación de estaciones Igate para APRS se repite para las estaciones meteorológicas locales, y los estados que proponemos sean cubiertos con prioridad nuevamente no cuentan con estaciones para esta actividad (Figura 27), aunque el equipo para realizar estos reportes no es barato, en lo que sea posible, propongo exhortar a los radioaficionados a organizarse para adquirir el equipo poco a poco y hacerse presentes en esta actividad.



**Figura 28.** Estaciones meteorológicas en la zona sur de México.

Finalmente, la misma situación se presenta en el sur. Las estaciones están concentradas en algunos estados o sólo se localiza una por localidad. Esta parte de prevención por los costos que representa se recomienda realizarse después de haber instalado los Igate y Digipeaters de APRS. Una vez que se tenga experiencia en el uso del sistema incluir este servicio resultará fácil y complementará su explotación.



Con estaciones meteorológicas que sean capaces de cubrir en área geográfica un estado de la Republica podría realizarse una clasificación generalizada de la información. Se haría más rápida la localización de los lugares que se encuentran en probable peligro y con los colores propuestos en la “Clasificación del evento” se daría a conocer lo acontecido. Propongo se desarrolle una página web donde se mantenga actualizado un mapa del territorio nacional siendo fuente de información para organizaciones dedicadas a la seguridad civil o ciudadanía. De esta manera se haría participe a la Facultad de Ingeniería con un sitio en internet donde pueda visualizarse información del monitoreo del clima, no sólo localmente sino a nivel nacional.



**Figura 29.** Mapa de actividad climatológica.

El mapa de la Figura 29 es un ejemplo de cómo podría visualizarse el trabajo conjunto de las estaciones meteorológicas trabajando para protección civil, si es que llegase a ser necesario en lugar de generalizar la situación en algún estado podría sombrear las localidades que se vean afectadas y soliciten auxilio. México cuenta con el Sistema Meteorológico Nacional y proporciona información muy valiosa en cuanto a la situación climatológica pero si contamos además con datos de diversas localidades podremos complementar el trabajo realizado por el SMN para disminuir las afectaciones por condiciones meteorológicas.

### 2.3.5 Operación

Para llevar a cabo las actividades propuestas se cuenta con diversos modos de operación y participación. Desde lo más simple que es sólo ver la actividad de la red vía internet hasta establecer una estación que aporte cobertura a la red.

#### 2.3.5.1 Conexión vía internet

Cualquier persona puede visualizar la actividad de la red APRS en [www.aprs.fi](http://www.aprs.fi) a través de una PC o un dispositivo móvil, conocer que estaciones se encuentran activas, las alertas realizadas por los radioaficionados. De esta manera no se tendría ninguna aportación a la red de emergencia, sería solo una actividad de consulta.

Por otra parte, de acuerdo a la paquetería usada se puede hacer uso de las herramientas que ofrece el sistema y estar activos sin hacer uso de estaciones de radio. Se cuenta con mensajería y algunos programas permiten mandar balizas de emergencia. Aunque puede ser una opción bastante aceptable, consideremos siempre la peor situación y es que se pierdan los servicios de comunicación comercial y con ello internet, lo cual provocaría que la red de APRS de radioaficionados fuera ineficiente si sólo se participa de esta manera.

En este caso no se necesita contar con lgates o repetidores, sólo con indicar la posición nos podemos dar de alta en la red desde la PC o un dispositivo móvil con servicio de datos y GPS puede realizar las mismas actividades. Este modo de operación sólo funcionaría bien cuando los daños son menores pero se trabaja bajo la condición de contar con servicio de conexión a internet, incorporando un problema que pretende ser resuelto con la propuesta. En la Figura 30 se muestra la conexión a la red a través de una laptop y sin equipo de radio.

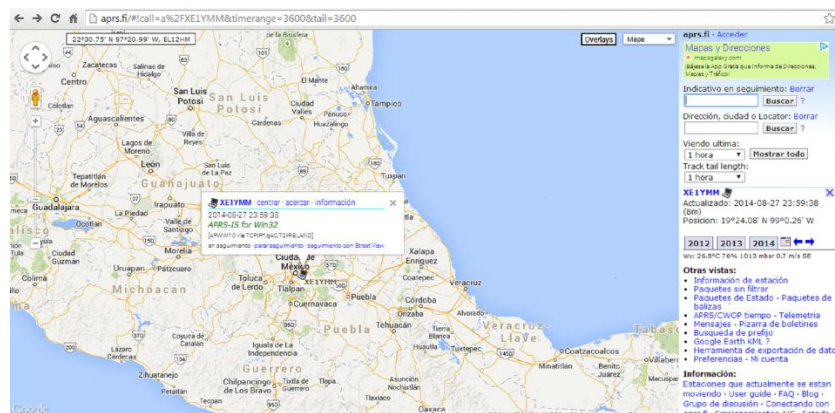


Figura 30. Conexión de XE1YMM sin estación de radio.

### 2.3.5.2 Conexión vía RF (Radio Frecuencia)

La mejor manera de participar es con una estación que ofrezca cobertura a la red ya sea como estación Igate o un Digipeater. En estos casos es necesario contar con estaciones de radio brindando la ventaja de operar con o sin conexión a internet ya que esta última sería solo para visualizar actividad.

En los casos donde las redes de comunicación se interrumpen, operar vía RF es la única manera de mantenerse informado ya sea dentro y/o fuera de la zona afectada. Las estaciones fijas tienen mayor equipo, cobertura y brindan hasta cierto punto seguridad ya que el radioaficionado estará en su hogar o alojado en una zona cubierta.

Cuando sea necesario operar fuera del hogar del radioaficionado o se encuentre viajando y ocurra una emergencia se participa desde una estación móvil o una portátil. En éste último caso hay equipos como el Kenwood TH-D72 que trabaja como estación portátil permitiendo enviar y recibir balizas o configurarlo para trabajar como Digipeater.

Realizar las actividades vía radio permite a los radioaficionados comunicarse en las peores condiciones, no importando si se tiene conexión a internet y activando zonas de sombra para brindar ayuda a la sociedad civil afectada. En la Figura 31 se muestra el establecimiento de un Digipeater con un TH-D72 y una laptop sin conexión a internet.

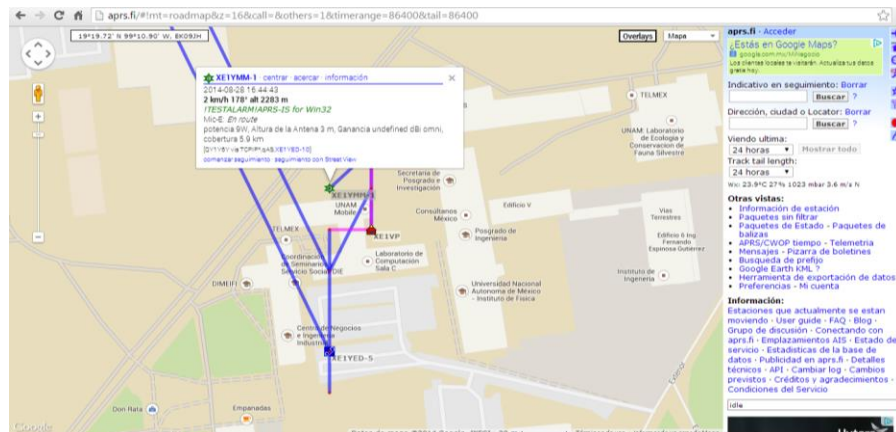
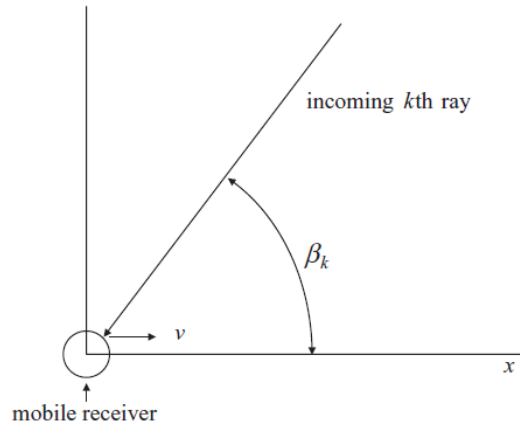


Figura 31. Conexión de XE1YMM sin internet y participando como Digipeater.

#### 2.3.5.2.1 Movilidad

En el caso de usar las estaciones móviles o portátiles se presentan una serie de efectos adicionales que pueden afectar la calidad de las comunicaciones. Especialmente, cuando la persona se encuentra caminando o se desplaza en algún vehículo, la terminal se mueve en una dirección “x” a cierta velocidad, a esto se le conoce como efecto Doppler.

### 2.3.5.2.1.1 Efecto Doppler



**Figura 32.** Movimiento de una estación móvil respecto a la señal recibida.

La Figura 32 sirve para ejemplificar el porqué del modelo. La velocidad del usuario respecto a la onda del transmisor introduce una frecuencia Doppler:

$$fk = v \cos \beta_k / \lambda$$

Si  $\beta_k = 0$ , es decir que el rayo sea opuesto al movimiento del vehículo.

Entonces:  $fk = v/\lambda$ , es la frecuencia Doppler.

De esta manera la frecuencia de la señal recibida se incrementa:  $fc + v/\lambda$

Por el contrario, si  $\beta_k = \pi$  rad entonces la onda va en la dirección del móvil y estos cambios de frecuencia son muy pequeños y la frecuencia disminuye:  $fc - v/\lambda$ .

En los sistemas de transmisión de datos inalámbricos se puede saber que tantos paquetes llegaran exitosamente al destino. La tasa de error de paquete (PER) hace referencia al número de paquetes de datos transferidos de forma incorrecta. Un paquete es erróneo si tiene al menos un bit incorrecto. Se eligió el modelo que se usa en sistemas celulares por la similitud de operación y el PER se puede expresar como [14]:

$$PER = \frac{fk * \text{Tamaño paquete}}{Rbps}$$

Dónde:

$F_k$  es la frecuencia Doppler

Rbps es la velocidad de transmisión.

De esta manera se puede conocer con que probabilidad llegaría un paquete erróneo en la red APRS transmitido por una estación móvil o portátil. Este modelo es muy usado para conocer el comportamiento en redes de telefonía celular. Considerando a un usuario con una estación móvil y teniendo supuestos se tiene lo siguiente:

- Usuario caminando con una velocidad de  $5 \frac{Km}{Hr}$
- Frecuencia APRS: 144.390 MHz
- Rbps: 1200 bps
- Tamaño de paquete: 100 bytes

Primeramente se debe de obtener la frecuencia Doppler del usuario y se considera que va en dirección opuesta a la estación transmisora, así:

$$V = 5 \frac{Km}{Hr} \cdot \left( \frac{1 Hr}{3600 s} \right) \cdot \left( \frac{1000 m}{1 Km} \right) = \frac{50 m}{36 s}$$

$$f_k = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{\frac{c}{f}} = \frac{\frac{50m}{36s}}{\frac{3 \times 10^8 m/s}{144.390 \times 10^6 \frac{1}{s}}} = 0.6684 \text{ Hz}$$

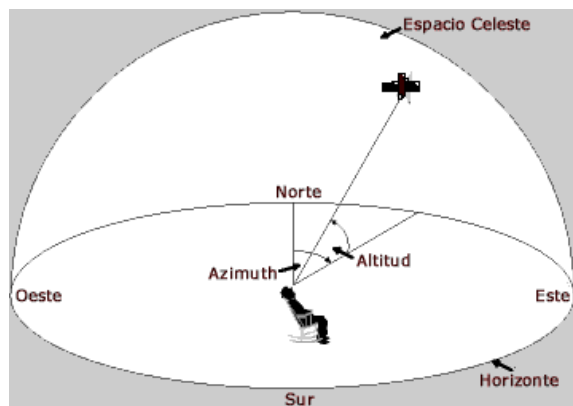
Ahora

$$PER = \frac{f_k * \text{Tamaño paquete}}{Rbps} = \frac{0.6684 \text{ Hz} (100 \times 8 \text{ bits})}{1200 \text{ bps}} = 0.44 = 44 \%$$

El PER= 44% pareciera ser un porcentaje elevado, pero se debe considerar que la cantidad de usuarios comparado con una red móvil comercial es insignificante y que por lo general si llegase a suceder alguna emergencia se permanece en un lugar seguro y sin movimiento además de que el tamaño del mensaje es variable. Por lo tanto disminuir aún más la velocidad o hacerla nula, reduciría considerablemente la probabilidad de recibir un paquete erróneo.

### 2.3.5.3 Comunicación satelital

Otro modo de usar el sistema APRS es a través de comunicación satelital con la Estación Espacial Internacional (ISS por sus siglas en inglés) la cual está a la escucha en la frecuencia de 145.825 MHz. Este modo de operación sería el último recurso a usar ya que normalmente se pueden establecer los enlaces terrestres sin ningún problema pero si no fuese el caso podemos mandar mensajería a la estación y seríamos escuchados.



**Figura 33.** Posición de un observador respecto a la ISS [15].

Para comunicarse se deben considerar las variables que muestra la figura 33. Conocer el trayecto de la Estación facilitará la tarea, en internet hay sitios que los proporcionan como: <http://www.estacionespacial.com>. Así solo será necesario tener el equipo preparado. Un cambio importante es la antena ya que vía terrestre por lo general se usan antenas omnidireccionales y para este caso es necesario contar con una direccional.

#### 2.3.5.4 Nuevos equipos

Entre las innovaciones al sistema se encuentra la operación con Raspberry Pi, microprocesadores que permiten reemplazar la PC y ser usados como Igate, Digipeater o medio para procesar la información de meteorología. Aun no se ha generalizado su uso pero ha tenido resultados satisfactorios.

Radioaficionados que tengan la posibilidad de mantenerse conectados a internet la mayoría del tiempo en un lugar fijo pueden usar el dispositivo como Igate. Su tamaño reducido permite usarlo con una estación portátil y ser usada como Digipeater, lo cual permitirá cubrir y activar una zona en caso de que se pierda o no funcione correctamente ofreciendo cobertura variable sin necesidad de tener equipo muy robusto.

Otra manera de hacer uso de APRS con todas sus aplicaciones, pero sin comportarse como Igate o repetidor es a través de un smartphone que permite visualizar el mapa y subir información al sistema, además de mandar la posición del usuario.

### 2.3.5.5 Software

Se realizará la prueba de software para evaluar cual se adapta mejor a las necesidades de una red de emergencia. Se trabajara con paquetería compatible con Windows y sistema operativo Android.

Se eligió Ui-view y APRS-IS para probarlos y conocer su complejidad de operación, herramientas proporcionadas, tipo de mensajes y balizas que pueden enviarse, compatibilidad con estaciones portátiles; todo enfocado para cubrir las necesidades de lo propuesto anteriormente.

APRSDROID es el programa para smartphones que se evaluará. En este caso se tomará en cuenta sólo esta aplicación ya que es la que tiene un mayor número de aportes y herramientas actualmente en el mercado además de ser la más utilizada.

El trabajo no pretende desarrollar un nuevo programa, pero a partir de las pruebas realizadas se pueden dar sugerencias a los programadores para optimizar la paquetería o incluir nuevas herramientas útiles para enfrentar una situación de emergencia.

## Referencias.

[1] Mischa Schwartz. Mobile Wireless Communications. 1st Edition. 2004.

[2] Recomendaciones de HOPS.

Disponible en: <http://www.lcra.org.co/page13/index.php?id=36776000573>

[Fecha de consulta: Marzo/2014]

[3] Reglamento de la Red Nacional de Emergencia.

Disponible en: [http://puebladx.org/RNE\\_Documentos/REGLAMENTO\\_ago\\_12.pdf](http://puebladx.org/RNE_Documentos/REGLAMENTO_ago_12.pdf)

[Fecha de consulta: Mayo/2014]

[4] Constantino Perez Vega. Sistemas de telecomunicación. Primera edición. 2007.

[5] Mischa Schwartz. Mobile Wireless Communications. 1st Edition. 2004.

[6] Imágenes de cobertura de estaciones APRS en México.

Disponible en: [www.aprs.fi](http://www.aprs.fi)

[Fecha de consulta: Abril/2014]

[7] Antenna Models For Electromagnetic Compatibility Analyses. Published by NTIA. TM.13-489.2012.

[8] José María Hernando Rábanos. Transmisión por radio. Segunda edición. 1993.

[9] Mischa Schwartz. Mobile Wireless Communications. 1st Edition. 2004.

[10] Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED.

Disponible en: <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/>

[Fecha de consulta: Mayo/2014]

[11] Procedimiento operativo HF para emergencias internacionales de la IARU

Disponible en: [http://www.ure.es/descargas/cat\\_view/154-comunicaciones-de-emergencia.html](http://www.ure.es/descargas/cat_view/154-comunicaciones-de-emergencia.html)

[Fecha de consulta: Julio/2014]

[12] Clasificaciones de eventos.

Disponible en: [http://puebladx.org/RNE\\_Documentos/alertas\\_sinaproc.pdf](http://puebladx.org/RNE_Documentos/alertas_sinaproc.pdf)

[Fecha de consulta: Abril/2014]

[13] Emergency! Beacons.

Disponible en: <http://www.aprs.net.au/category/national-categories/emergency>

[Fecha de consulta: Marzo/2014]

[14] Mischa Schwartz. Mobile Wireless Communications. 1st Edition. 2004.

[15] Estación Espacial Internacional.

Disponible en: <http://www.estacionespacial.com>

[Fecha de consulta: Abril/2014]



## Capítulo 3. Resultados y evaluación del sistema

En este capítulo se presenta la evaluación del sistema a partir de pruebas realizadas con diversos softwares, condiciones de operación distintas y un simulacro de situación de emergencia.

### 3.1 Pruebas

Para comprobar la viabilidad de la propuesta se realizó un simulacro de emergencia donde se incluyeron las diferentes formas de conexión a través de diversas estaciones y condiciones, precedido de pruebas de software y conexión entre estaciones realizadas en la Facultad de Ingeniería.

En el simulacro se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- 1) Se propuso un tema de emergencia para el simulacro.
- 2) Se enviaron desde diferentes puntos geográficos mensajes que contenían información de acuerdo al tema de emergencia apegados a la planilla propuesta a una estación Igate precedidos de una baliza de emergencia.
- 3) La mensajería se envió desde diversos tipos de estaciones:
  - a. Estación Igate (Conexión RF-internet).
  - b. Estación móvil (Conexión RF).
  - c. Estación portátil (Conexión RF).
  - d. Dispositivos electrónicos (Conexión vía internet).
- 4) Se indicó en lo posible con un icono de APRS la situación que se presentaba en el mapa.
- 5) Se proporcionó información meteorológica donde se encontraba el emisor e indicó con un icono en el mapa.
- 6) La estación Igate coordinadora respondió a todos los mensajes de acuerdo al protocolo de actuación propuesto.

Se pretendía cumplir en su totalidad con la propuesta pero probar la infraestructura de la red resultaría difícil ya que no se implementó por completo el arreglo de estaciones. Se trabajó sólo con aquellas que brindaron apoyo al simulacro.

Realizar el simulacro, pruebas de software y conexión permitió:

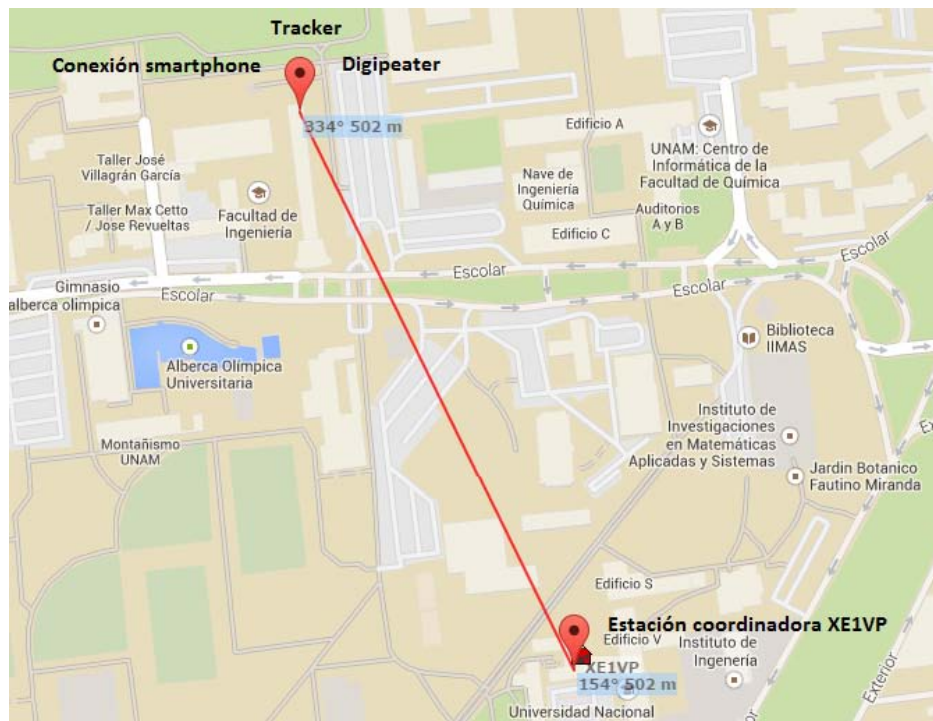
- a) Verificar el área de cobertura de una estación Igate y mostrar la ventaja del uso de Digipeaters.
- b) Conocer las dificultades para establecer la red debido al relieve del territorio nacional y proponer soluciones que ofrezcan una correcta cobertura.
- c) Conocer si se satura o no la estación Igate coordinadora al haber varios radioaficionados enviando información en la cercanía.
- d) Comprobar el soporte que puede brindar una estación central.
- e) Mostrar que el tiempo de uso del canal es reducido y se mantendría libre para la mayoría de radioaficionados.

Por otra parte, en las pruebas de la Facultad de Ingeniería se usaron dos softwares para PC: UI-View y APRS-IS32 para verificar su adaptabilidad a la propuesta y que tan compatibles eran al enviar balizas de emergencia ya que no son del todo usadas en el sistema y APRSDROID para los dispositivos electrónicos con sistema operativo Android.

Además de la documentación de resultados se proporciona la configuración que debe hacerse en el equipo y paquetería para trabajar adecuadamente con APRS para ser usado en situaciones de emergencia.

### 3.1.1 Prueba de software y conexión entre estaciones en Ciudad Universitaria de la Facultad de Ingeniería al Conjunto sur

Antes de realizar el simulacro se hicieron pruebas para conocer ventajas y desventajas del software para trabajar de acuerdo a la propuesta y posibles problemas de conexión que enfrentarían los participantes.



**Figura 34.** Arreglo de estaciones para prueba.

En la Figura 34 se muestra el arreglo de estaciones usado para realizar la prueba. Los mensajes fueron enviados de la Facultad de Ingeniería al conjunto sur de Ingeniería (Edificio Valdés Vallejo).

### 3.1.1.1 UI-View

Para trabajar con el software más usado por radioaficionados a nivel mundial se realizó primeramente el registro y se obtuvo la clave de usuario. En este caso, se trabajó con la estación Igate XE1VP.

#### 3.1.1.1.1 Mapas.

UI-View cuenta con mapas preestablecidos de algunos países y regiones del mundo pero los radioaficionados se han encargado de digitalizar los mapas de regiones faltantes. En la Figura 35 se muestran los mapas disponibles para trabajar en la estación, siendo la mayoría de estos obtenidos vía internet.

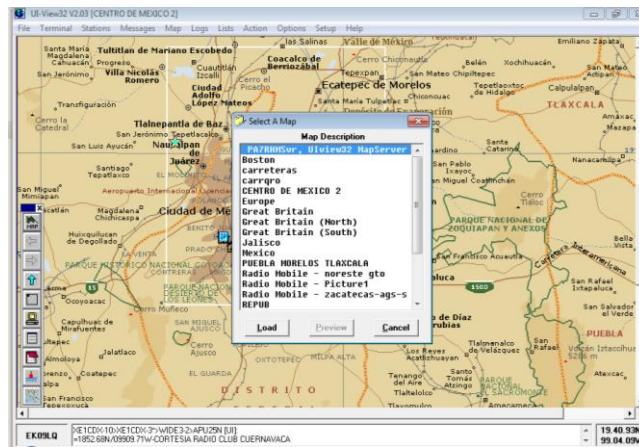


Figura 35. Mapas disponibles en la estación XE1VP.

Cabe señalar que a pesar de que los mapas son proporcionados por los radioaficionados se cuenta con gran precisión en la localización de estaciones y objetos. En la Figura 36 se observan las posiciones de diversas estaciones escuchadas; en la parte inferior derecha se muestran las coordenadas al ir recorriendo el mapa con el puntero o se puede obtener mayor detalle al dar click sobre el icono que representa a la estación.

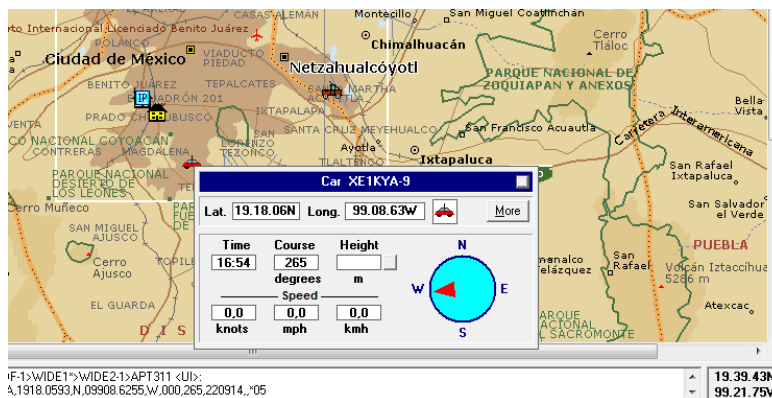


Figura 36. Posición de XE1KYA que se encontraba desde su automóvil.

### 3.1.1.1.2 Mensajería

La opción de mensajería en el programa es muy amigable muestra los datos recibidos de manera ordenada y facilita su lectura. Para responder sólo se debe seleccionar la estación o escribir el indicativo en caso de que se busque a algún radioaficionado en especial. En la Figura 37 se puede ver la opción de mensajes, donde se muestran los indicativos y parte del mensaje.

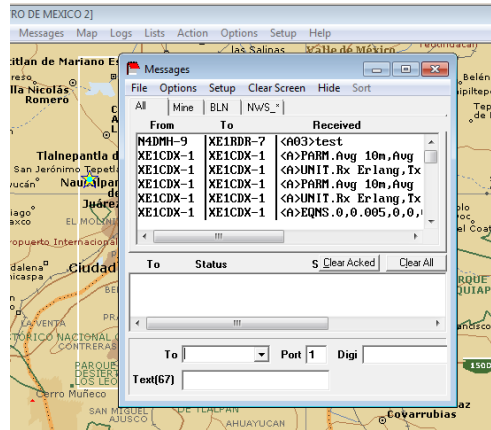


Figura 37. Mensajes recibidos en el Igate XE1VP.

### 3.1.1.1.2.1 Iconos

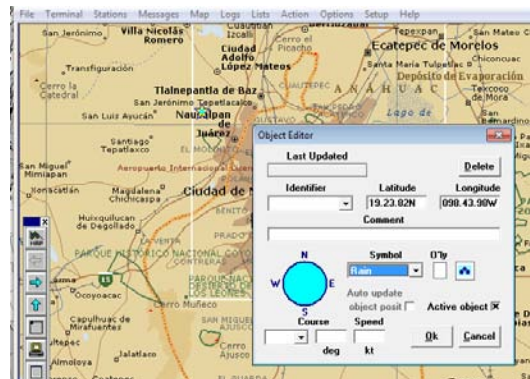


Figura 38. Iconos a mostrar en APRS.

UI-View permite mostrar los iconos disponibles para el sistema de manera sencilla. Están clasificados de acuerdo a la actividad y se pueden justificar con un comentario corto. En la Figura 38 se observa cómo debe darse de alta el icono, donde se solicita el indicativo del radioaficionado, la posición del lugar y el pequeño comentario que puede añadirse al pasar el puntero sobre este mismo cuando ya está dado de alta. En este caso se hizo referencia a la lluvia que se aproximaba a CU.

### 3.1.1.1.3 Complemento APRS-Emergency

Una vez que se exploraron las herramientas que ofrece el programa, fue notoria la falta de alguna que permita enviar balizas de emergencia directamente desde la interfaz. A pesar de ello, se cuenta con un plug-in que permite realizar esta función: “APRS-Emergency” [1] aunque no satisface los campos de la planilla para los mensajes de emergencia propuesta se trabajó con el complemento.

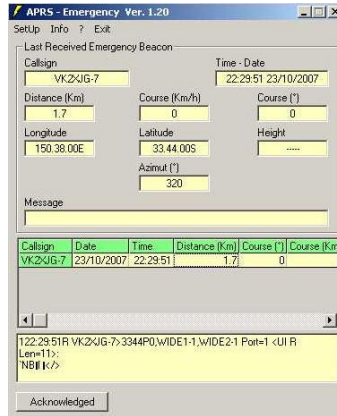


Figura 39. APRS-Emergency.

En la Figura 39 se muestra el formato de mensaje de alerta que puede ser enviado con ayuda de APRS-Emergency. En otros países se ha usado, sin embargo para nuestros fines no es del todo satisfactorio. Cabe señalar que si alguna estación manda algún mensaje desde este plug-in y el resto no lo tiene habilitado, éste no será visible para los remitentes, sólo será visible la presencia del emisor en el mapa y la baliza de emergencia.

#### Análisis de UI-View para situaciones de emergencia.

El software cuenta con grandes aportes por parte de los radioaficionados a cada una de sus herramientas haciendo que su operación sea amigable pero todo se encuentra enfocado al uso de mensajería, localización de estaciones y reportes del clima. A pesar de ser el software de mayor uso entre los radioaficionados no cuenta con herramientas dedicadas para situaciones de emergencia, es verdad que hay desarrollo de complementos al programa pero resultan ser pobres y sin gran difusión, no son directamente compatibles con la plataforma tradicional del software provocando que sean ineficientes si no son ejecutados por una cantidad considerable de usuarios.

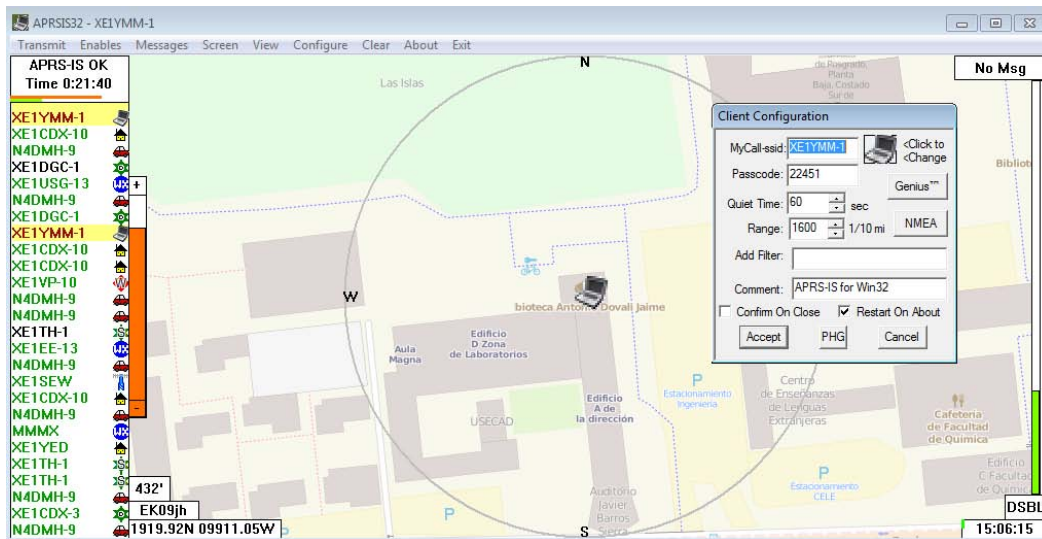
En general es un software muy útil, sin embargo no cubre las necesidades de la propuesta, con lo obtenido se puede solicitar a los desarrolladores trabajar en este rubro para complementar y nutrir aún más la paquetería para facilitar las tareas de operación en situaciones de emergencia y de esa manera hacer del conocimiento de los radioaficionados que el sistema es competente para este tipo de tareas.

### 3.1.1.2 APRS-IS32

Para hacer uso de la paquetería se necesita realizar un registro y así adquirir un código único de usuario. El programa permite usar la mayoría de herramientas de APRS. A pesar de no ser el software con más aceptación cuenta con la opción para enviar balizas de emergencia permitiendo identificarlas como: “emergencia, prioridad o prueba”, su desarrollo está pensado para conexión a la red sólo vía internet, sin embargo permite complementar el funcionamiento con estaciones fijas y portátiles de RF.

#### 3.1.1.2.1 Conexión vía internet

Usando sólo internet se puede recibir el tráfico de balizas enrutadas. Posee una variedad de iconos compatibles con diversos mapas además del mensaje para mostrar cuando se busca al usuario.

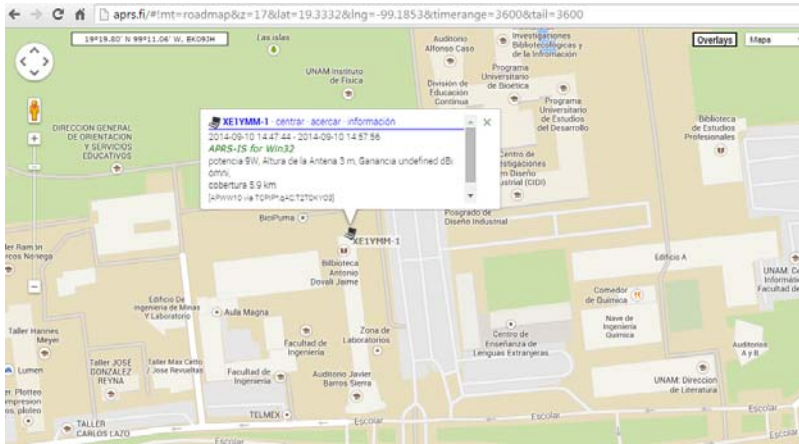


**Figura 40.** Configuración de usuario XE1YMM.

En la Figura 40 se muestra la configuración del usuario donde se solicita el indicativo, icono, código de configuración, tiempo en que se mandan las balizas y el comentario a mostrar en el mapa. Para indicar la posición del radioaficionado sólo se posiciona el icono en el lugar con un click, quizá no cuenta con gran precisión pero es aceptable.

En la parte izquierda de la pantalla se observan las estaciones escuchadas en el rango establecido junto con su icono identificador lo cual permite saber cómo están conectados los demás radioaficionados.





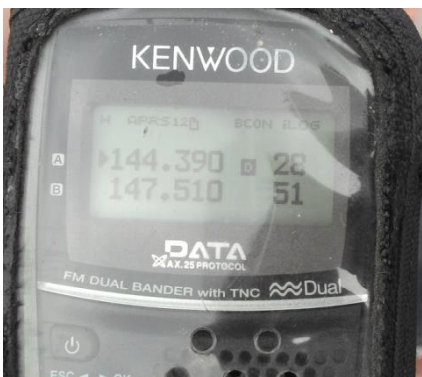
**Figura 41.** Visualización de XE1YMM en aprs.fi.

En la Figura 41 se muestra a XE1YMM en el mapa de aprs.fi. El icono de la laptop indica que el usuario ingreso a la red desde este dispositivo tal como se configuró en el programa.

### 3.1.1.2.2 Conexión con estación RF portátil

Las estaciones portátiles serán en su mayoría la fuente de información de los acontecimientos de emergencia. No necesitan internet para enviar información, el único requisito es que se encuentren dentro del área de cobertura. Para mostrar este tipo de conexión se usó el portátil Kenwood TH-D72 el cual fue desarrollado para usar APRS.

#### Configuración básica de estación portátil Kenwood TH-D72 para usar APRS:



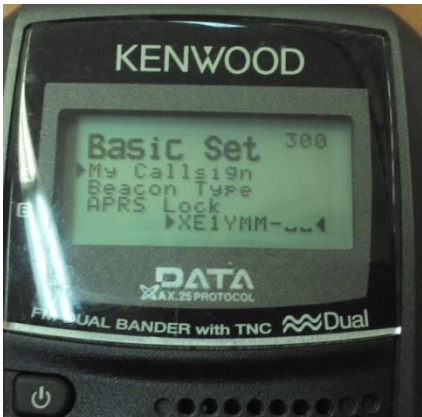
1.- Inicialmente se configuró la frecuencia de APRS que es 144.390 MHz (Figura 42).

**Fig. 42.** Frecuencia APRS.



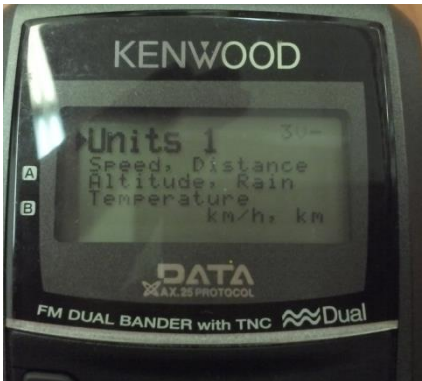
2.- En la Figura 43 se muestran los menús principales, se seleccionó la opción APRS para configurar indicativo, número de saltos, etc.

**Figura 43.** Menú principal.



3.- Una vez dentro, en la opción Basic Set (Fig. 44), se configura el indicativo y tipo de baliza a enviar. En este caso el indicativo es XE1YMM-7 y las balizas a enviar son del tipo APRS.

**Figura 44.** Menú Basic Set.



4.- Los datos que pueden proporcionarse con el equipo, son velocidad en la que se desplaza el usuario, las distancias recorridas, altura a la que se encuentra y temperatura con ayuda de GPS, esto en la opción Units1 como se muestra en la Figura 45.

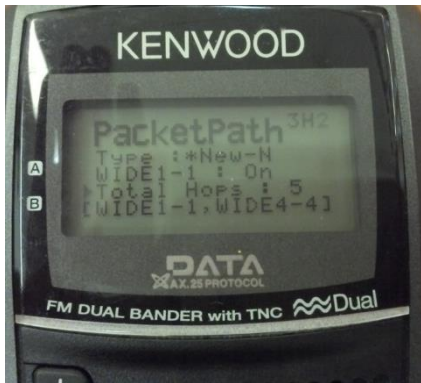
**Figura 45.** Menú Units 1.



5.- Los Smartbcon (Figura 46) permiten ahorrar energía o número de balizas enviadas, ya que se activan cuando el usuario recorre cierta distancia, transcurre tiempo establecido o se detecta movimiento de la estación.

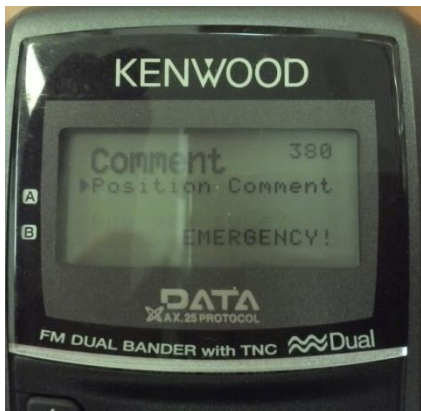
**Figura 46.** Menú SmartBcon1.





6.- En el menú Packet Path (Fig. 47) se configura el número de HOPS que pueden dar los mensajes al ser enviados y escuchados por un Digipeater, en este caso se configuraron 5.

**Figura 47.** Menú Packet Path.



7.- Finalmente, se configura el tipo de baliza que será enviado y los usuarios recibirán, en este caso para realizar las pruebas se usaron balizas de emergencia (Fig. 48).

**Figura 48.** Menú Comment.

Este portátil es capaz de trabajar por sí sólo como Digipeater con un alcance aproximado de 5 Km a la redonda con lo cual puede enlazarse con otra estación. APRS-IS32 permite tener interface con el tracker para usarlo como lgate/Digipeater cuando se tiene conexión a internet y de no tener acceso a la red funciona solamente como Digipeater.

Para usar el TH-D72 como Digipeater es necesario realizar cambios en la configuración del equipo como se muestra a continuación:

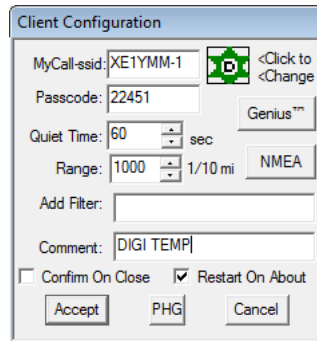
Configuración de fábrica.	Configuración lgate/Digipeater.
Sub menú APRS	Sub menú APRS
Digipeat>Digipeat(MyCall)=Off	Digipeat>Digipeat(MyCall)=On
Uldigipeat>Uldigi = off Aliases=-----	Uldigipeat>Uldigi = on Aliases=TEMP
Uitrace>Uitrace= off >Alias=-----	Uitrace>Uitrace= on >Alias=TEMP

**Tabla 6.** Configuración TH-D72 como Digipeater.

Una vez realizados estos cambios el TH-D72 ya trabajará como Digipeater. Esta misma configuración es la que se usa cuando hay interfaz con APRS-IS32. Para lograr una correcta comunicación entre computadora y radio también se hacen cambios en el programa.

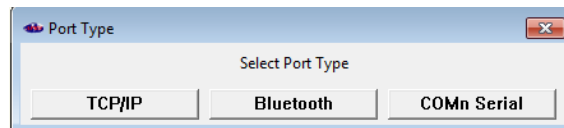
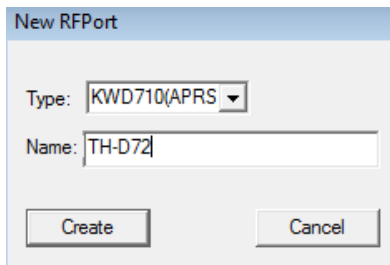
### 3.1.1.2.3 Configuración de APRS-IS32 para trabajar con el TH-D72 [2]

- 1) En “Configure General” se abre la ventana “Client Configuration” donde se introduce el indicativo seguido del SSID -1 y la contraseña para conectarse a la red. En la Figura 49 se muestra como se realiza este paso.



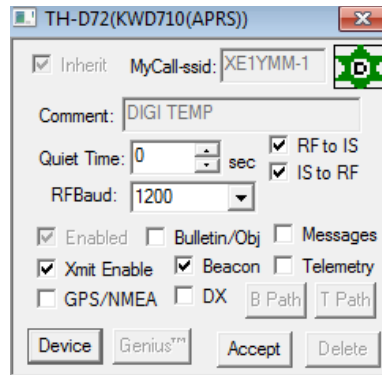
**Figura 49.** Configuración general para trabajar como Digipeater.

- 2) Para lograr que el radio y la computadora se comuniquen correctamente se debe apagar la TNC del tracker y conectarlo vía USB.
- 3) Reiniciar APRS-IS, seleccionar el menú “Configure” y después “Ports”
- 4) Una vez en Puertos, se selecciona “new port”, seleccionar KWD710(APRS), especificar el puerto serie donde está conectado el tracker y continuar.



**Figuras 50 y 51.** Ejemplificación de puntos 3) y 4).

- 5) Una vez que se seleccionó la opción de “COMn Serial” aparecerá una ventana como en la Figura 52 donde deberán habilitarse las siguientes opciones: Enabled, RF to IS, IS to RF, Xmit Enable, Beacon, Messages y GPS, la configuración del tiempo de envío de balizas depende del usuario así como los RF Baudios.



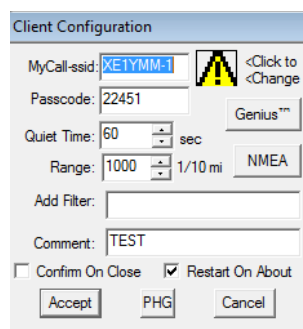
**Figura 52.** Configuración del puerto.

- 6) Si todos los pasos se realizaron correctamente, al dar aceptar a esta última ventana, la TNC del tracker comenzará a funcionar automáticamente para hacer el envío de balizas.

#### 3.1.1.2.4 Balizas de emergencia en APRS-IS

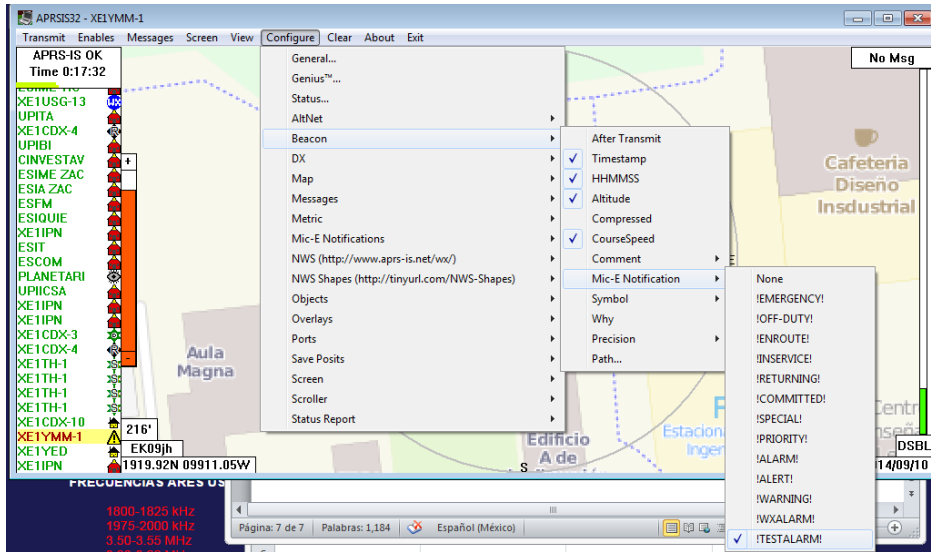
El envío de balizas de emergencia se facilita debido a que el programa ya tiene incluida esta herramienta. Permite hacer conexión a una sola estación o a todas las que se encuentren en el área de cobertura establecida en el programa o la permitida por el portátil.

Para enviar estas balizas, en la configuración inicial se cambió el icono preestablecido por el de emergencia que ofrece APRS, en la Figura 53 se muestra cual es.



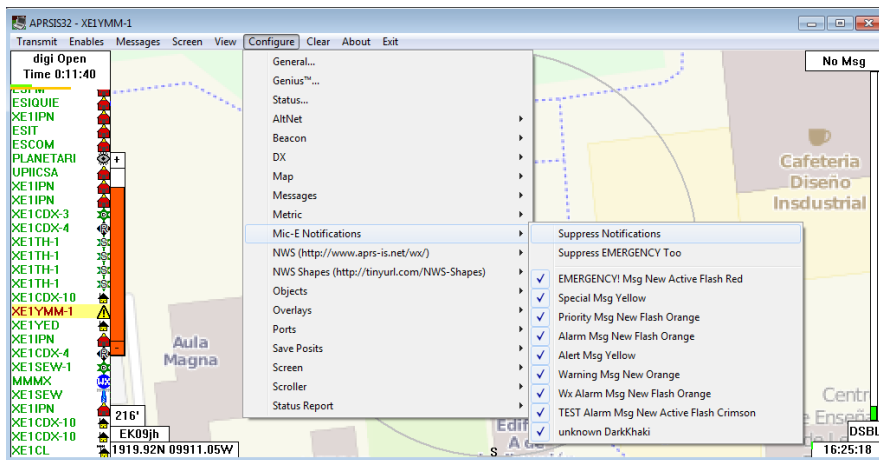
**Figura 53.** Icono de emergencia APRS.

En seguida, en el menú “Configure” se tiene la opción de “Beacon” que muestra una gran diversidad de opciones siendo de nuestro interés la de “Mic-E Notification” y allí se selecciona la última opción que es “TestAlarm” (Figura 54). Con esto se configura el programa para enviar balizas de emergencia y en este caso se hizo con la opción de Test ya que solo se ejemplifico para realizar pruebas.



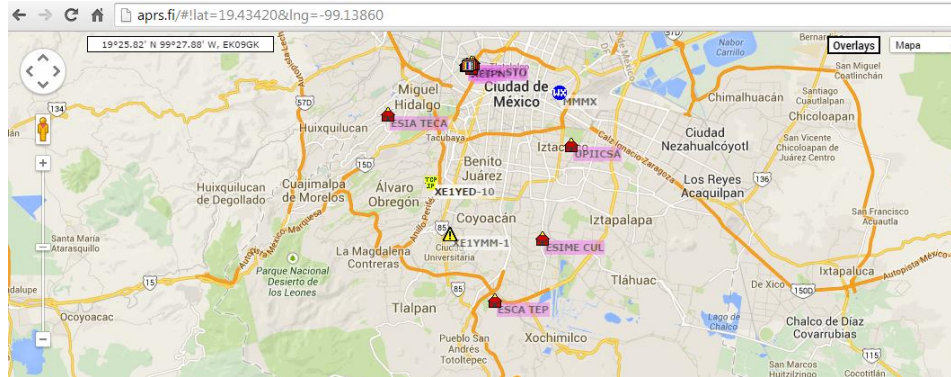
**Figura 54.** Configuración del tipo de mensaje a enviar.

Finalmente, para poder recibir y visualizar en el mapa las balizas de emergencia se debe verificar que todos los mensajes tipo Mic-E se encuentran seleccionados (Figura 55).



**Figura 55.** Mensajes Mic-E.

Una vez que se envía la baliza de emergencia puede ser visualizada en los mapas de APRS. Además de permitir enviar mensajes de texto a un usuario en especial o a todos los cercanos. En la Figura 56 se visualiza la estación XE1YMM con el icono de emergencia, el cual resalta de los demás. Esta actividad se realizó como TEST para no generar falsas alarmas a los usuarios que pudieron haberla recibido.



**Figura 56.** XE1YMM con el icono de emergencia.

### **Análisis de resultados del Uso de APRS-IS.**

La baja aceptación y uso reducido del programa por parte de los radioaficionados se ve reflejado en la calidad del programa ya que no permite tener precisión en la localización de las estaciones y no cuenta con diversidad de mapas pues sólo se trabaja con el establecido, sin embargo resulta ser eficiente para trabajar como interface en la conexión de la red. Por otra parte a diferencia de UI-View los desarrolladores han trabajado para usar el software en situaciones de emergencia ofreciendo diversos tipos de balizas incluidas las de emergencia. No cuenta con una plantilla preestablecida para mensajería de emergencia pero si alerta a los usuarios cuando otro se encuentra en peligro.

Si bien fue desarrollado para conectarse a la red usando solamente internet, la experimentación con el software ha demostrado que trabaja correctamente con la conexión RF de alguna estación, en este caso se trabajó con una portátil y se obtuvieron resultados satisfactorios reduciendo así el margen de error en la localización del radioaficionado ya que usa los datos proporcionados por el GPS del equipo. No cuenta con algún complemento al programa, pero en caso de solicitar una mejora en el desarrollo de la paquetería enfocada a situaciones de emergencia se tendría que trabajar menos ya que inicialmente fue considerado para este uso.

### 3.1.1.3 APRSDROID

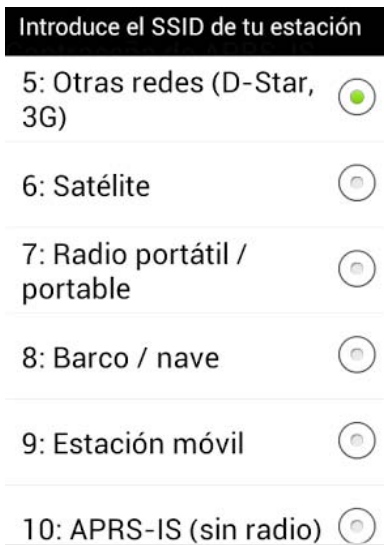
Los teléfonos inteligentes con sistema operativo Android pueden usar la aplicación APRSDROID para ingresar a la red. Se usa el GPS del dispositivo y es necesario que esté conectado a internet para poder trabajar. Estos dispositivos pueden ser otra gran fuente de información ya que los usuarios pueden enviar mensajes, recibir balizas, consultar el mapa, en general, usar las herramientas que ofrece APRS desde su Smartphone. A pesar de la facilidad de ingreso a la red se está sujeto a que el servicio de internet no se vea interrumpido en ningún momento.

#### 3.1.1.3.1 Configuración



La aplicación cuenta con ciertas medidas de seguridad para evitar que ingresen a la red usuarios sin indicativo, en el menú de “Preferencias” se configura el indicativo de llamada del usuario, la contraseña de APRS-IS, el SSID, el icono para identificar la estación, comentario para mostrar a los usuarios que escuchen nuestras balizas de información, privacidad de la posición, la conexión a APRS y las notificaciones. En la Figura 57 se observa el menú mencionado.

Figura 57. Configuración.



La aplicación permite escoger el tipo de SSID, en la Figura 58 se muestran las opciones. En este caso se debe establecer el número 5 ya que se realiza a través de un dispositivo electrónico.

Figura 58. SSID.





### 3.1.1.3.3 Funciones y herramientas



Figura 61. Hub.

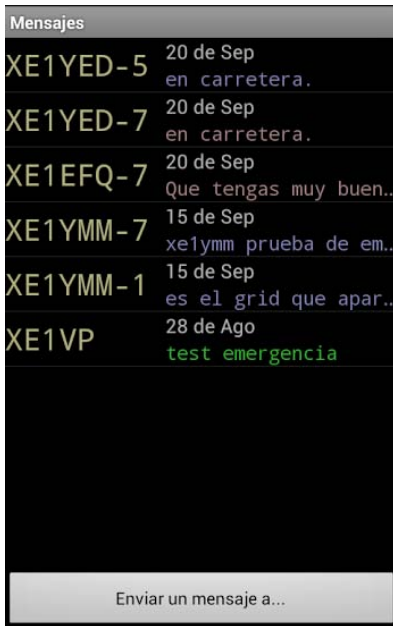
En la Figura 61 se observa el “Hub” o centro de actividades de APRS donde se muestran las estaciones y objetos escuchados, los cuales ya han enrutado sus balizas vía internet. Se proporciona el indicativo junto con el SSID, el icono que identifica el tipo de actividad o conexión por parte de los usuarios, la distancia a la que se encuentra y el momento en que se recibió la baliza.



Figura 62. Tramas APRS.

APRSDroid permite visualizar las tramas de información completamente, esta herramienta no es muy usual ya que no es de interés de la mayoría de los usuarios. En la Figura 62 se muestran las tramas que recibió XE1YED-5 en su smartphone.





**Figura 63.** Mensajes recibidos.

Los mensajes recibidos se muestran en lista, en la Figura 63 se observa que además de mostrar parte del mismo se indica la fecha. Se permite ingresar a la bandeja de cada radioaficionado para ver en su totalidad el mensaje y los próximos recibidos.



**Figura 64.** Mensajes enviados.

En la Figura 64 se observa la opción de enviar mensaje, donde se solicita el indicativo del radioaficionado y el texto, además de poder configurar el tipo de baliza a enviar.

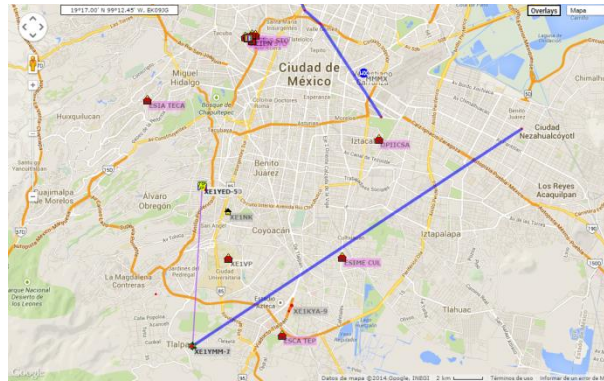
### **Análisis de resultados de APRSDroid.**

Esta aplicación para smartphones cuenta con variadas opciones y herramientas de operación que pueden ser benéficas para la propuesta. La interfaz es de fácil uso y cuenta con gran aceptación por parte de los radioaficionados mostrando el gran trabajo realizado por los desarrolladores.

La gran limitante que representa usar este software para situaciones de emergencia es el tipo de conexión, ya que depende totalmente del servicio de conexión a internet para trabajar condicionando al radioaficionado a participar en un evento de intercambio de información ya que al caer este tipo de servicio resulta ser inservible contar con esta paquetería.

### 3.1.1.4 Prueba de conexión

#### 3.1.1.4.1 Prueba del Igate XE1YED-10

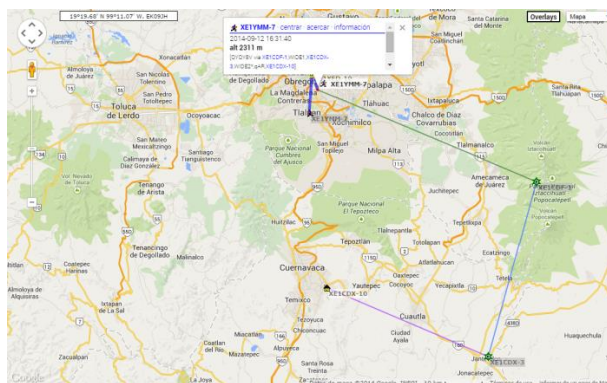


**Figura 65.-** Conexión entre XE1YED-10 y XE1YMM-7.

En la figura 65 se muestra la conexión entre el Igate XE1YED-10 situado en la delegación Álvaro Obregón y la estación portátil XE1YMM-7 situada en la delegación Tlalpan, como se observa se obtuvieron resultados satisfactorios. En otra prueba con la estación portátil se trató de contactar desde Ciudad Nezahualcóyotl pero no se logró el objetivo, pero la actividad ayudó a conocer la zona de cobertura del Igate con equipos de baja potencia.

Para el caso satisfactorio no fue necesario hacer uso de algún Digipeater ya que XE1YMM-7 se encontraba dentro del área de cobertura del Igate XE1YED-10, teniendo intercambio directo de información.

#### 3.1.1.4.2 Prueba del Igate XE1VP en la Facultad de Ingeniería



**Figura 66.** Uso de repetidores.

Inicialmente esta prueba contemplaba hacer uso de la estación XE1VP situada en el conjunto sur de la Facultad de Ingeniería pero falló al momento de usarla. Aunque lo deseado era comunicarse a través del Igate en su zona de cobertura la falla sirvió para

ejemplificar el uso de Digipeaters (Figura 66). Situación que seguramente se presentará en una situación de emergencia real.

En la misma figura se muestran los dos saltos que dio la baliza mandada por XE1YMM-7 a XE1YED-5 en los Digipeaters (XE1CDF-1 y XE1CDX-3) el primero situado en las cercanías del Volcan Popocatepetl y el otro en Morelos para llegar al Igate XE1CDX-10 situado en el mismo estado, mostrando así la importancia de contar con repetidores enlazados para hacer llegar la información a cualquier estación.

### **Análisis de las pruebas de conexión.**

Los diversos tipos de conexión a la red APRS resultan satisfactorios considerando una situación ideal de operación sin sufrir daños a la infraestructura o al servicio de internet. Gracias a la falla de la estación Igate se pudo demostrar la importancia de contar con Digipeaters en la infraestructura de la red, a pesar de estar operando en una zona segura y sin inconvenientes, la conexión a internet no resulto ser lo suficientemente buena en ese momento provocando interrupción en la comunicación entre un dispositivo de RF y un smartphone por lo que fue necesario buscar otro Igate y los Digipeaters fueron los que ayudaron a realizar la conexión.

Por otra parte, se demuestra la limitante de la conexión vía internet, con lo cual se reafirma que su uso debe ser considerado como última opción para participar en la red, es verdad que contando con el servicio resulta ser muy cómodo y accesible pero ante el mínimo inconveniente no servirá de nada.

## **3.1.2 Simulacro de emergencia APRS**

Para realizar el simulacro se convocó por Facebook a los radioaficionados mexicanos a participar en el evento, siendo coordinadora la estación de radioaficionados de la Facultad de Ingeniería XE1VP. El documento con las indicaciones y supuestos del ejercicio se encuentra en la sección de anexos [3].

### **3.1.2.1 Lanzamiento de la convocatoria**

En México nunca antes se había realizado un ejercicio con APRS para situaciones de emergencia lo que provocó comentarios tanto a favor como en contra. Cabe señalar que hay mucho tradicionalismo en realizar este tipo de actividades en fonia siendo este el comentario común en contra, justificando que hay otros modos digitales usados en situaciones de emergencia para fonia que han dado buenos resultados (Figura 67).

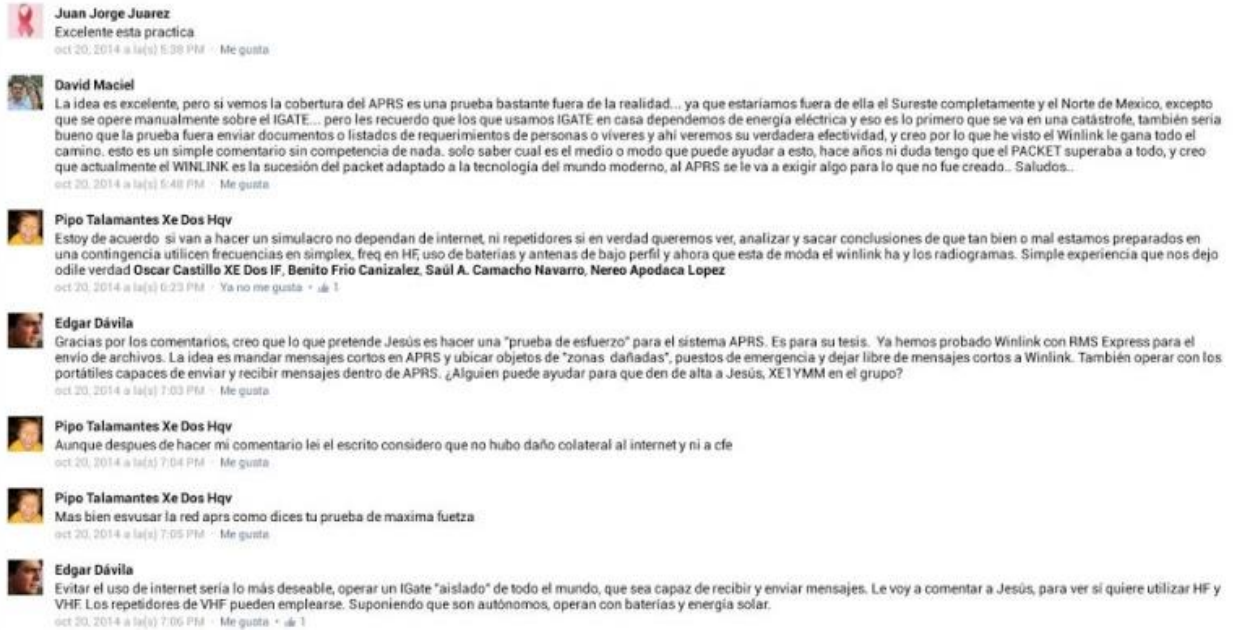


Figura 67. Comentarios en Facebook.

A pesar de las inconformidades mostradas hubo quien se mostró solidario e interesado con el evento donde se obtuvo lo siguiente:

### 3.1.2.1.1 Creación del evento

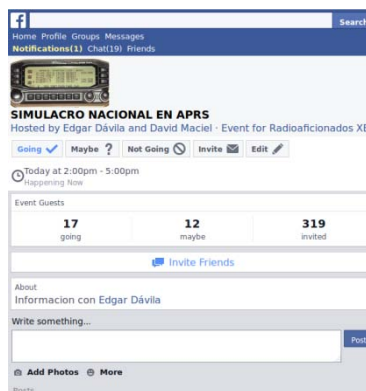


Figura 68. Evento en Facebook.

En Facebook se creó el evento "Simulacro Nacional en APRS" (Figura 68) organizado por David Maciel (XE3DX) y Edgar Dávila (XE1YED). El ejercicio tuvo una duración de 3 horas y se realizó con los conocimientos individuales de los participantes en el sistema, lo cual permitió conocer que tan familiarizados estaban en su uso. Se agradece su colaboración y participación a:

David Maciel XE3DX

Edgar Dávila Moreno XE1YED

Gonzalo López Jara XE3N

Jonathan Remba XE1BRX

Jorge Rodríguez Salcedo XE1GXO

Ricardo Solano XE1GQP

Víctor Damián Pinilla Moran XE1VP

Víctor Manuel Gil Baltazar XE1DGC

Por otra parte, es necesario mencionar que el trabajo comenzó con la estación Igate XE1VP pero por desfortuna hubo fallos en la conexión y el tráfico se centralizó al Igate y Digipeater de XE1YED el cual se operó remotamente desde la estación de la Facultad de Ingeniería.

### 3.1.2.2 Balizas de emergencia

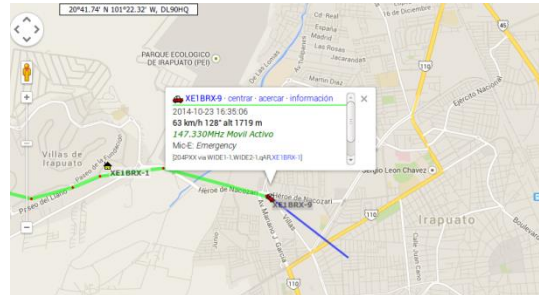
Como ya se ha mencionado, las balizas de emergencia permiten saber si el radioaficionado se encuentra en peligro y solicita ayuda a alguien más. Tanto en el software como en equipo es posible configurar esta opción, sin embargo no todos los usuarios realizaron esta parte de la actividad y algunos de ellos no sabían cómo configurarla.



**Figura 69.** Duda sobre baliza de emergencia.

En la Figura 69 se observa que XE1BRX solicita como realizar esta acción, fue el único en pedir ayuda ya que no sabía cómo hacerlo. Al no indicarles en lo absoluto como realizar las actividades y sólo solicitarlas nos pudimos percatar que el empleo del sistema por parte de los usuarios es limitado y en su mayoría dedicado sólo al servicio de posicionamiento y mensajería.

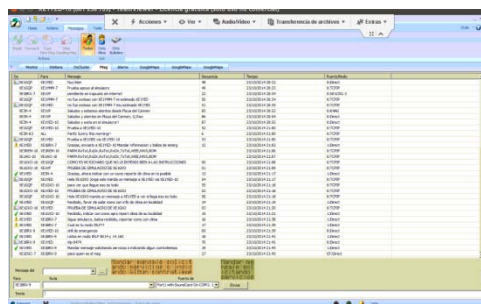
Una vez que se activa este tipo de baliza el sistema comienza a enviar constantemente el aviso y se registra en el mapa (Mic-E Emergency) como se muestra en la Figura 70. Cuando no se trate de un simulacro y XE1BRX-9 la active los radioaficionados cercanos a él o con servicio de conexión podrán darse cuenta que se encuentra en apuros y así contactarlo para tratar de ayudarlo.



**Figura 70.** XE1BRX-9 con baliza de emergencia activa.

### 3.1.2.3 Mensajería

Para esta parte de la actividad no se presentó ningún contratiempo, todos y cada uno de los radioaficionados participó activamente recibiendo y mandando mensajería (Figura 71). No sólo se probó si los mensajes llegaban a la estación coordinadora sino también a la estación portátil con la que se contaba. Gracias a esta parte del simulacro se pudo comprobar que el alcance de las estaciones fijas es aceptable ya que se trabajó a bajas potencias (25 y 50 W) en general. El problema se presentó para enlazar con la portátil ya que no contaba con cobertura de una estación cercana.



**Figura 71.** Trafico de mensajería en la red APRS.

Por otra parte, es necesario mencionar que los participantes solamente hicieron el reporte de presencia clásico en los ejercicios de fonia, es decir, no cumplieron con elaborar la plantilla propuesta. Esta situación no es culpa de ellos ya que algunos mencionaron su posición geográfica, más bien, hizo falta indicar con mayor claridad lo que se solicitaba.



A pesar de lo antes mencionado la mensajería fue exitosa y llamó la atención de un radioaficionado norte americano KJ4ERJ, el cual se interesó por lo que se realizaba y al indicarle que se trataba de una prueba del sistema APRS agradeció la respuesta (Figura 72).

De	Para	Mensaje	Secuencia	Tiempo	Puerto/Red
XE3DQ-10	XE1YD	PRUEBA DE SIMULACRO DE XE3DQ	81	20/10/2014 21:09	81CPOP
XE1YED	XE3DQ-4	Gracias, ahora indicar con un signo reporto de clima si lo posible	82	20/10/2014 21:17	81CPOP
XE3DQ-7	XE1YED	Mala XE3DQ Jorge esto manda un mensaje a XE1YED via XE1YED-10	84	20/10/2014 21:17	81CPOP
XE3DQ-10	XE1YED-10	para ver que llegan mis mensajes	85	20/10/2014 21:18	81CPOP
XE3DQ-10	XE1YED-10	PRUEBA DE SIMULACRO DE XE3DQ	82	20/10/2014 21:18	81CPOP
XE3DQ-7	XE3DQ-10	Mala XE3DQ manda un mensaje a XE1YED a ver si llega mas en todo	86	20/10/2014 21:18	81CPOP
XE1YED	XE3DQ-7	Gracias, favor de saber como van otros de clima en localidad	84	20/10/2014 21:19	81CPOP
XE3DQ-10	XE1YED	PRUEBA DE SIMULACRO DE XE3DQ	83	20/10/2014 21:20	81CPOP
XE1YED	XE3DQ-10	Gracias, indicar con como apere reporto clima de su localidad	85	20/10/2014 21:21	81CPOP
XE1YED	XE3DQ-7	Signe cualquier cambio notificado, reportar cuanto con clima	86	20/10/2014 21:28	81CPOP
XE1YED	XE3DQ-7	Cual es su modo BSLP??	87	20/10/2014 21:39	81CPOP
XE3DQ-9	XE1YED-10	Clas de emergencia	89	20/10/2014 21:39	81CPOP
XE1YED	XE3DQ-9	Llamas en modo BSLP 8014 y 14,180	88	20/10/2014 21:41	81CPOP
XE3DQ-9	XE1YED	sig BSLP	90	20/10/2014 21:41	81CPOP
XE1YED	XE3DQ-9	Manda mensaje solicitando permiso a indicando algun contralame	91	20/10/2014 21:41	81CPOP
XE3DQ-7	XE3DQ-9	para quien es el map	27	20/10/2014 21:43	81CPOP
XE3DQ-9	XE3DQ-7	ok tony	71	20/10/2014 21:43	81CPOP
XE1YED	XE3DQ-7	Soy XE1YED mande a XE1YED-10	30	20/10/2014 21:49	81CPOP
XE3DQ-9	XE1YED	saludo no confundas sero demas se tony-10 y luego dicen se tony-10??	72	20/10/2014 21:50	81CPOP
XE1YED	XE3DQ-7	Gracias por tony	21	20/10/2014 21:51	81CPOP
XE3DQ-10	XE3DQ-9	PARA RUTAS AEROS Y TERRESTRES Y VUELOS AEROS	31	20/10/2014 21:51	81CPOP
XE1YED	XE3DQ-10	Llamo, muchas gracias por su participacion de XE1YED-73	32	20/10/2014 22:02	81CPOP
XE1YED	XE3DQ-7	Llamo, gracias por su participacion de XE1YED hasta pronto 73	33	20/10/2014 22:02	81CPOP
XE1YED	XE3DQ-10	Pravaledo, gracias por por favor de XE1YED-73	24	20/10/2014 22:04	81CPOP
XE1YED	XE3DQ-9	Pravaledo, gracias por los mensajes de XE1YED-73	25	20/10/2014 22:05	81CPOP
XE3DQ-7	XE1YED	saludo buen proyecto saludo para todos	28	20/10/2014 22:06	81CPOP
XE1YED	XE3DQ-7	Saludo gracias de XE1YED estado correctamente 73	26	20/10/2014 22:08	81CPOP
XE3DQ-1	XE3DQ-1	EQNS 0,0,000,0,0,000,0,0,0,0,0,0,0,0	29	20/10/2014 23:05	81CPOP
XE3DQ-7	XE3DQ-1	Comentarios: se tony @nordby.net en QZL VIA EMAIL GRACIAS.	29	20/10/2014 23:10	81CPOP
XE3DQ-7	XE3DQ-1	Mis de todo niveles emergencia in sea 73	29	20/10/2014 23:18	81CPOP
XE3DQ-7	XE1YED	Excelente felicitades por estas pruebas	87	24/10/2014 00:08	81CPOP

Figura 72. KJ4ERJ-AL recibió mensajería del simulacro.

### 3.1.2.4 Iconos

Dar de alta un icono de APRS desde un dispositivo electrónico resulta aparentemente sencillo, pero esta actividad se complica cuando se hace desde una estación móvil o una portátil ya que se debe conocer el código de la imagen y las coordenadas para colocarlo en el mapa.

A pesar de que la mayoría de radioaficionados opero desde una lgate no todos colaboraron, a excepción de XE1YED que hizo alusión a las edificaciones caídas en el sismo de 1985 en la Ciudad de México (Fig. 73) y XE3N que dio de alta iconos cercanos al lugar donde operaba en apoyo al simulacro (Fig. 74).

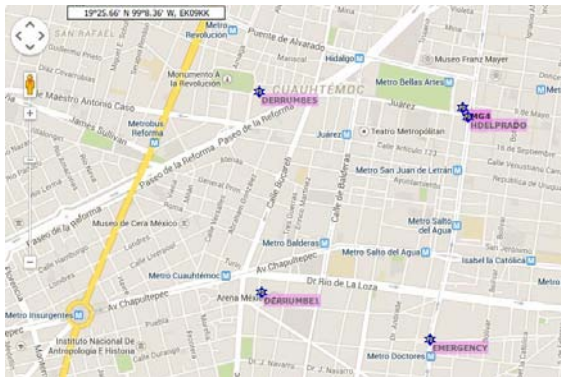


Figura 73. Iconos de XE1YED.

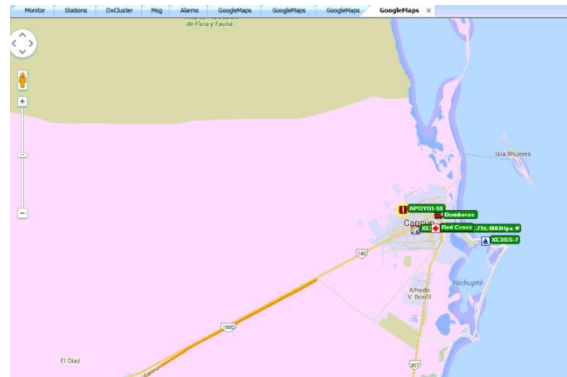
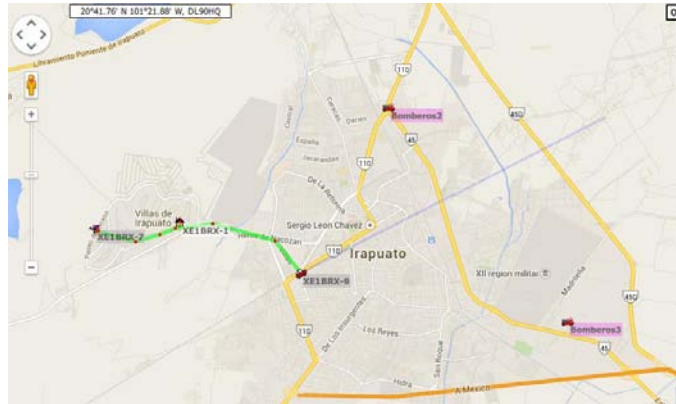


Figura 74. Iconos de XE3N.

Todos reportaron el haber observado los iconos de XE1YED donde se indicaban numerosos daños a edificaciones. La estación portátil XE1YMM-7 recibió uno de estos avisos. En la Figura 75 se muestran varias conexiones y el seguimiento del automóvil de XE1BRX, así como una de las ventajas de usar la red APRS para situaciones de emergencia: localización de lugares de interés y utilidad. Una vez que finalizó el simulacro se dieron de baja los iconos del evento para no dar falsas alarmas.



**Figura 75.** Posicionamiento permanente de las estaciones de bomberos y ruta marcada de XE1BR-9.

### 3.1.2.5 Reportes climatológicos

El reporte climatológico en el evento fue una falla total. Una vez que los participantes se reportaban se les solicitaba dieran de alta algún icono alusivo al reporte del clima de su localidad e indicaran brevemente que es lo que sucedía. Esta parte de la actividad también se solicitaba en la convocatoria pero nadie lo realizó.

Esta situación resalto nuevamente una falla en la programación del evento, indicando que no fue muy clara la indicación provocando la falta de participación, sin dejar de mencionar que ninguno de ellos es dueño o colaborador de una estación meteorológica y como se había previsto esta parte de la propuesta será un poco más complicada de realizar y se necesitará mayor preparación para llevarla a cabo.

### 3.1.2.6 Conexiones

Los participantes se enlazaron a la estación coordinadora XE1VP y después a la XE1YED a través de un Igate y estaciones móviles omitiendo por completo el uso de internet. Se justificaron diciendo que no se debe depender en lo absoluto de esta manera de conexión ya que de acuerdo a la experiencia después de un desastre natural queda suspendido el servicio.



La propuesta al igual que los radioaficionados considera esta conexión como la última alternativa para operar y no depender del servicio de internet. Así como se menciona en los comentarios es necesario tener preparada una estación de RF para ser partícipes en alguna situación de emergencia y no estar limitados en la operación.

### **Análisis del simulacro de emergencias.**

En general se obtuvieron resultados satisfactorios que favorecen y respaldan la propuesta, sin embargo en algunos puntos no se cumplió plenamente con lo solicitado, es necesario mencionar que es la primera ocasión que se realiza este tipo de actividad con APRS lo cual provoco gran indiferencia por participar por algunos de los radioaficionados.

Se iniciará con los puntos en los cuales no se realizó plenamente lo solicitado fue en usar la planilla para intercambio de información propuesta y el uso de iconos para indicar el reporte meteorológico de la localidad. A continuación se dan algunas razones por las cuales no se cumplió plenamente cada punto:

- 1) Planilla para mensajería de emergencia.
  - a) Los caracteres para mensajes en APRS es reducido.
  - b) No hay opciones dedicadas en la paquetería actual de APRS para situaciones de emergencia.
  - c) La mayoría de los usuarios desconocen las herramientas del sistema.
  - d) Son muy tradicionalistas en el uso del modo digital.
  
- 2) Reporte meteorológico con iconos del sistema.
  - a) No son muy adeptos al uso de iconos.
  - b) Desconocen cómo usar el sistema para estos reportes.

Ninguno de los radioaficionados hizo mención de los complementos al programa UI-View o trabajos de alguna otra parte del mundo con el mismo fin, lo cual deja en claro que no hay indagación por su parte para darle otros usos a la red. Por otra parte, es necesario mencionar que el tiempo para difundir el evento fue muy corto, su realización fue prácticamente inmediata por lo cual no hubo muchos participantes. Sobre todo, faltó considerar que algunos de ellos desconocían herramientas ofrecidas por el sistema y era necesario realizar una breve explicación de cómo realizar lo solicitado aunada la falta de experiencia de mi parte para realizar un simulacro ya que es la primera ocasión en la que coordinaba un evento de tal magnitud.

Ya que se ha hecho mención a las deficiencias encontradas y realizadas en el simulacro, se procede a evocar los aciertos que forman parte de los supuestos que benefician la propuesta.

Al recibir el mensaje de los radioaficionados inmediatamente se obtiene su indicativo y su posición geográfica, lo cual reduce significativamente tiempo de copiado y errores al registrar la información. Sin dejar de mencionar que gracias al tipo de SSID usado se

sabe inmediatamente si será posible estar permanentemente o no en contacto con el radioaficionado. Como se observa en lo obtenido podemos saber si está en un lugar fijo, en su automóvil o caminando y trae consigo un portátil.

Los usuarios no deben estar a la escucha esperando la liberación del canal, ya que el sistema permite estar recibiendo mensajería constantemente incrementando el número de reportes. El operar la estación remotamente no represento ningún inconveniente, es verdad que en momentos parecía entorpecerse la recepción pero luego en su totalidad satisfactoriamente haciendo intercambio y peticiones sin problema alguno.

Las deficiencias actuales en la red APRS no representaron ningún problema para enlazar y recibir tráfico de paquetes en la estación con lo cual se puede responder ante la duda de los radioaficionados si es que llegase a caer toda la infraestructura de algún estado. Se puede instalar una estación en las cercanías del lugar o adentrarse y operar bajo condiciones desfavorables, pero la ayuda de los Igates y Digipeaters colindantes será posible asistir con enlaces para comunicación a quien más lo necesita.

Finalmente, el resultado más importante fue que las balizas, iconos, y mensajería de alerta usados durante el comunicado llamaron la atención de otro usuario que por desgracia no fue ningún connacional y si de un extranjero que preguntó por lo que sucedía en la localidad, con lo cual podemos asegurar que la información que circule a través de APRS en el peor de los casos llegará hasta otra nación que seguramente pueda brindarnos ayuda y soporte ante algún desastre.

## Referencias.

[1] Software APRS.

Disponible en: <http://www.trilogysystem.it/HamRadioe/aprs/software.asp>

[Fecha de consulta: Julio/2014]

[2] Configuration TH-D72.

Disponible en: <http://www.worldwidedx.com/threads/how-to-kenwood-th-d72-aprs32-igate-digipeater.91234/>

[Fecha de consulta: Julio/2014]

[3] Convocatoria para simulacro.

[Anexos página 104]

## Conclusiones

Con base a lo obtenido en las pruebas y simulacro realizados se presentan las siguientes conclusiones:

### **Cobertura y redundancia**

Los resultados confirman la eficacia y necesidad de trabajar con Digipeaters en la red no sólo durante una situación de emergencia sino en su uso común y llegara a presentarse algún problema con los lgates.

A pesar de no haber implementado por completo un arreglo de estaciones se pudo demostrar que la interconexión entre Digipeaters es fundamental para brindar redundancia en un caso ideal de funcionamiento o para dar soporte a la cobertura de la red en situaciones desfavorecedoras.

El diseño presentado en esta tesis constituye una propuesta eficiente que contribuye al desarrollo e infraestructura que la red de APRS necesita para cubrir el territorio nacional y explotar el sistema a favor de los radioaficionados y sociedad civil.

### **Distribución de la información**

Durante el simulacro ocurrió la caída del lgate coordinador XE1VP por lo cual fue necesario asignar la responsabilidad a alguien más, en este caso el lgate disponible era XE1YED. Con la paquetería actual se puede trabajar para atender cada uno de los contactos, pero es necesario desarrollar herramientas que faciliten aún más la tarea, siendo esta ausencia un rubro importante para trabajar en el futuro.

Los resultados confirmaron que es correcta la propuesta al asignar distintas responsabilidades a los participantes para no tener interrupciones considerables en el tráfico de información en situaciones de emergencia, al contar con distintos niveles de operación y llegase a existir alguna baja, ésta puede ser rápidamente sustituida por otra estación para brindar apoyo a la sociedad civil cuando más lo necesite.

### **Canal de comunicaciones libre**

El simulacro permitió comprobar que el canal de comunicaciones se mantiene libre durante la operación. A pesar de estar trabajando remotamente el lgate se recibió todo el tráfico de mensajería confirmando que el uso de APRS en situaciones de emergencia permitiría la participación de un mayor número de radioaficionados y por ende aumentar los reportes y mensajería de emergencia a una estación coordinadora.

## **Localización de las estaciones**

En los resultados de las pruebas de conexión con la infraestructura de la red actual resaltaron las necesidades de contar con buenas condiciones de propagación y aumento de potencia cuando no se tiene alcance a algún nodo debido a las condiciones del terreno. Con lo anterior se muestra la necesidad de abarcar con prioridad las zonas del “Atlas Nacional de Riesgos” para que cuenten con salida a zonas de menor afectación y así poder brindarles ayuda en caso de ser necesario.

## **Mensajería**

Los resultados confirman que es necesario añadir herramientas para situaciones de emergencia en los softwares de APRS ya que durante las pruebas los radioaficionados no elaboraron por completo el mensaje y hubo opiniones tanto favorecedoras como en contra ya que no existe tal función actualmente y la paquetería limita el número de caracteres a enviar.

Por otra parte, la estrategia de mensajería en esta tesis constituye una propuesta novedosa y competente en apoyo a los procesos de manejo de información en una situación de emergencia, conjunta las recomendaciones de dependencias de protección civil, telecomunicaciones y organizaciones de radioaficionados tanto nacionales como internacionales reduciendo tiempo de transmisión, copiado y errores, ofreciendo incorporación de mayor número de participantes y proporcionando la posición del emisor; factores fundamentales que se deben satisfacer en una situación de emergencia, además de que la actividad de lo acontecido en las zonas afectadas puede ser vista por el público en general.

## **Alertas meteorológicas**

Los resultados para esta parte de la propuesta únicamente son los obtenidos en las pruebas de software, ya que en el simulacro no se pudo obtener fruto alguno. Dar informes constantemente sobre el reporte del clima de nuestra localidad puede tornarse un poco aburrido después de un largo tiempo, para ello se crearon las estaciones meteorológicas que realizan mediciones y actualizan los datos constantemente pero su costo es elevado y los usuarios no pueden realizar actividades extra con el equipo, de modo que esta parte deberá ser tomada una vez que se tenga experiencia en el uso de la red APRS y será necesario contar con la organización y participación de varios radioaficionados para adquirir el equipo de medición e irlo instalando poco a poco por la República Mexicana.

## **Operación y conexión en la red APRS**

Mundialmente APRS es conocido como un modo digital para radioaficionados, pero con la experimentación y pruebas que se realizaron podría decirse que se trata de un sistema híbrido ya que no depende totalmente del servicio de internet para trabajar.

Los resultados corroboran que las diferentes formas de conexión son eficientes para ser usadas en una situación de emergencia, resaltando como se esperaba la conexión vía RF ya que al existir alguna falla en el servicio de internet no hay interrupciones si se encuentra en la zona de cobertura de alguna estación.

La facilidad en su operación permite una rápida adaptación por parte de los usuarios a pesar de que desconozcan todo lo que ofrece APRS con lo cual verdaderamente se podría explotar el potencial que tiene el sistema, ya que en su mayoría, se piensa que la manera correcta de hacerlo es inundando el territorio nacional y se dejan olvidadas demasiadas funciones que podrían beneficiar al país en general.

## **Conclusión general de la propuesta**

Con todos los resultados obtenidos se demuestra que la propuesta presentada en esta tesis es funcional, resultando novedosa y competente ante la manera tradicional realizada en fonía. La mensajería usada en APRS disminuye el tiempo de transmisión, permite a un mayor número de usuarios participar, no es necesario estar a la escucha para tomar el canal cuando se libere y reduce errores al copiar la información ya que el indicativo y posición del radioaficionado son proporcionadas por el sistema inmediatamente.

La información puede ser actualizada en el mapa y observada por cualquier persona en el mundo, además de que se puede precisar lo que ocurre; como sucedió en el simulacro, se aumentan las posibilidades de ser auxiliados no sólo por parte de los radioaficionados nacionales sino a nivel internacional agilizando la información lo cual incorpora a más personas para que brinden auxilio a quien lo necesite. Se amplía el panorama de lo sucedido con la posibilidad de usar una interfaz visual para localizar con mayor rapidez organizaciones y dependencias que puedan ser útiles en casos de emergencia con la participación de los radioaficionados al brindar información de lo que se encuentra en su entorno.

De acuerdo a la experiencia se sabe que ante un desastre natural por lo general se pierden los servicios e infraestructura de telecomunicaciones tanto comerciales como privados, pero conjuntando esfuerzos se puede instalar una estación provisional como se hace en fonía bajo condiciones adversas y mandar la mensajería hacia un sitio seguro (cuestión que llama la atención de la gran mayoría de los radioaficionados), ya que gracias a las características y extensión de nuestro país es difícil que en su totalidad la nación se quede incomunicada y sin servicios.

Por último, es necesario mencionar que la creación del sistema APRS estaba inicialmente pensada para situaciones de emergencia pero el uso por parte de los radioaficionados le dio un giro a su uso a sólo a mensajería, posicionamiento e informes climatológicos, rezagando su idea inicial. Los cambios generalmente no son bien recibidos cuando un sistema ha funcionado bien a lo largo del tiempo, pero incorporar nuevas herramientas no para suplir sino como apoyo a lo ya establecido brindará mucho más ayuda facilitando las tareas de búsqueda y comunicación ante una situación adversa.

## **Recomendaciones**

Las sugerencias que a continuación se mencionan están enfocadas para el beneficio de APRS en situaciones de emergencia pero que pueden ser de utilidad de uso común.

### **1.- Experimentar**

Por lo general el uso de APRS está enfocado a lo más popular del sistema olvidando su historia y la idea por la cual fue desarrollado, es verdad que mundialmente hay pocos trabajos para su uso en situaciones de emergencia y es notoria la disparidad en su uso entre un país y otro. Este experimento sencillo permitió mostrar que al menos en México no ha sido contemplado para este uso, por lo que se invita a los radioaficionados a trabajar en este rubro.

### **2.- Desarrollo de herramientas para situaciones de emergencia**

Se mostró un complemento para UI-View para mensajería de emergencia y las disparidades entre la paquetería analizada pero ninguno es suficientemente satisfactorio para la propuesta; es necesario hacerles mención a los desarrolladores del software para que trabajen en estos complementos e incluirlos en el software para facilitar su uso en situaciones de emergencia, dando a conocer que es eficiente APRS.

### **3.- Trabajar en equipo**

En esta tesis se muestra una propuesta del uso de APRS, pero seguramente habrá más ideas que no sea han dado a conocer o se desconoce si el sistema es capaz de realizarlas, con los comentarios de Facebook se puede complementar la propuesta como lo es incluir el uso de celdas solares y baterías a las estaciones Igate o simplemente tenerlas preparadas para cuando sean necesario. Trabajando y conjuntado ideas se puede potencializar una idea que inicialmente puede ser muy sencilla y con el paso del tiempo establecerla como función cotidiana en el uso por parte de los radioaficionados.

#### **4.- Para el servicio de radioaficionados a nivel nacional**

Los radioaficionados deben promover el uso de APRS a través de la FMRE informando sobre sus trabajos, pruebas o propuestas realizados que contemplen el empleo del sistema, no importando si el beneficio está enfocado para la sociedad civil o para los radioaficionados, lo importante es mostrar los beneficios que se pueden obtener de las herramientas que ofrece el modo digital. Para ampliar la red se debe buscar el apoyo de entidades públicas y privadas como se ha hecho en varios países del mundo, en Estados Unidos de América por ejemplo se ha logrado tener gran cobertura de su territorio con ayuda de organizaciones que se interesan y apoyan proyectos de APRS (CWOP que apoya a monitoreo del clima) .

#### **5.- Para la Facultad de Ingeniería**

Es necesario que se apoyen y promuevan las actividades realizadas por la estación de radioaficionados ya que un grupo muy reducido de los estudiantes conocen de su existencia. Es necesario aumentar el número de radioaficionados en el país y que mejor que hacerlo con gente con formación profesional para mejorar y aportar a proyectos antes realizados o que están en marcha. Por otra parte es necesario que la F.I. refuerce los servicios de internet que actualmente se ofrecen en sus instalaciones ya que a lo largo del trabajo fue determinante la falta del servicio, en ocasiones intermitente o totalmente colapsado.



## Anexos.

### Anexo I. Invitación para el simulacro.



# Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ingeniería



Invitan a todos los radioaficionados mexicanos a través de la Federación Mexicana de Radio Experimentadores FMRE a participar en el evento especial:

### **Prueba de APRS para situaciones de emergencia.**

El tema del evento a reportar será un sismo hipotético de 8.0 grados Richter en las costas de Michoacán con una profundidad de 18 Km e implicaciones. Se hará solicitud de servicios, avisos de zonas de riesgo, etc. Como supuesto adicional se considerará que existen intermitencias en el servicio de internet y las líneas eléctricas provocando que haya servicio en algunas zonas y otras no.

Este ejercicio servirá para conocer el área de cobertura de las estaciones Igate y Digipeaters trabajando actualmente, solicitando a sus propietarios mantenerlas activas.

Por otra parte, se pretende hacer uso masivo de la red actual de APRS y conocer su capacidad de envío de información. Para ello, se solicita a los participantes hacerlo por medio de sus estaciones Igate, estaciones portátiles y dispositivos electrónicos (smartphones, tablets, laptop, etc), enviando información desde cada equipo a la estación XE1VP situada en el Conjunto Sur de la Facultad de Ingeniería.

## Mecánica del evento:

- 1.- Los radioaficionados buscan la estación XE1VP situada en la Facultad de Ingeniería, CU.
- 2.- El comunicado se realizará mandando balizas de emergencia.
- 3.- El intercambio será apegándose al siguiente ejemplo de mensaje:

Nombre e indicativo:	Jesús Melgarejo Mayorga XE1YMM
N. Telefónico	(01)(55) 10-65-24-61 ó 57-31-38-38
Tipo de mensaje	E =emergencia, R= rutina
Ubicación:	Facultad de Ingeniería, CU, Distrito Federal.
Fecha:	02/05/2014
Hora en UTC:	22:10:30 UTC
Situación:	Inundación en Chilpancingo, localidad de Guerrero.
Solicita:	Equipo para desalojar a los pobladores.
Mensajería:	<b>La mensajería se usa para mandar la relación de personas afectadas, evacuados, informes a familiares, indicar si hay caminos bloqueados, probables riesgos que se puedan registrar en el mapa APRS, necesidades apremiantes en suministro de medicinas, comida, combustibles, etc.</b> El camino "X" se encuentra bloqueado para entrar al poblado.
	<b>Nombre, sexo, edad, número telefónico a dónde dirigirse, dirección, ciudad, código postal, necesidad, mensaje o solicitud.</b> Valentín Ramírez 34/M (01)(55) xx-xx-xx-xx Calle Valerio Trujano 56, Chilpancingo de los Bravo, CP XXXXX, Insulina.
FC	FC=Fin del Comunicado.

- 4.- Indicar en lo posible con algún icono que ofrece el sistema la situación que se reporte.
- 5.- Para confirmar el comunicado XE1VP responderá que se trabaja en lo solicitado y si se solicita algo más.
- 6.- Se pide también hagan un reporte del clima de su localidad y activar un icono que lo represente en el mapa.

Se solicita a los participantes que configuren el número de saltos igual a 2 HOPS si están cercanos a la estación y los aumenten conforme la distancia incrementa. En zonas fronterizas configurar un número de saltos no máximo a 3 para no causar problemas de tráfico de información a los colegas extranjeros.

Una vez termine el evento, se pedirá desactiven iconos y cambien el tipo de balizas a enviar para no usar innecesariamente la red.