



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DIGITALES Y TELECOMUNICACIONES

TRABAJO MONOGRAFICO

**INTEGRACIÓN EN EL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE
INETER DE UNA RED WLAN PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS
DEL MONITOREO DE LA ACTIVIDAD SISMOVOLCÁNICA EN LOS
VOLCANES TELICA Y CERRO NEGRO.**

Autor: Br. Martha Vanessa Herrera Jiménez

Tutor: Ing. Enrique J. Hernández García

Managua, Nicaragua

Febrero 2011

AGRADECIMIENTOS

En esta página quiero mostrar mis agradamientos a mi tutor Ing. Enrique Hernández, que me ha brindado el apoyo para culminar este documento, el cual ha sido un proyecto de años. Agradezco su paciencia y el interés que me brindó en estos años de trabajo.

Así mismo agradezco al Dr. Wilfried Strauch, Director General de Geofísica de INETER, por apoyarme y brindarme la oportunidad de una carrera profesional en la institución.

Infinitamente agradezco a mis abuelos Olga Velásquez y Pablo Jiménez, a mis tías Melba, Damaris y Silvia Jiménez Velásquez, que sin su apoyo, no hubiese podido culminar la meta.

A nuestro señor Jesucristo por brindarme fortaleza y fe de seguir adelante.

RESUMEN

La Red de Comunicación de los SAT instalados en los volcanes Telica y Cerro Negro, tiene como objetivo principal la transmisión de datos generados por el sistema de monitoreo sísmicos de ambos volcanes, el cual está compuesto por sismómetros de periodo corto, sismómetros de banda ancha y equipos que realizan la digitalización y registro de la actividad sísmica en el mismo punto donde se generan.

Para la transmisión de esa información registrada, se han utilizados enlaces de radios digitales que operan en bandas de frecuencias libres en 2.4 GHz y 5.8 GHz, en topologías punto a punto y punto multipuntos.

La tecnología WLAN ofrece la ventaja de integrar a la red de información diferentes dispositivos de vigilancia sísmica y volcánica tales como: cámaras IP para monitoreo visual, sensores de temperatura instalados en los cráteres de los volcanes para monitoreo continuo de los cambios de temperatura significados que puedan ocurrir, monitoreo de deformaciones en la superficie de los edificios volcánicos por medio de estaciones de GPS y monitoreo de la densidad del dióxido de azufre (SO₂) que se encuentra en abundancia en las emanaciones volcánicas liberadas a la atmosfera.

Estos dispositivos deben tener interface Ethernet, lo que permite asignarle parámetros de red (ip, mascara de red, gateway y dns), otra facilidad de la red inalámbrica es que si está conectada a un servidor de proxy de servicio de internet, permite conectarse con una laptop y navegar para casos de emergencia, esto facilita la labor de los técnico en el campo al momento de solicitar soporte por internet para resolver algún problema.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
JUSTIFICACION	4
CAPITULO 1	
DISEÑO GENERAL DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA	
1.1 <i>Introducción</i>	5
1.2 <i>Descripción de General de un Sistema de Alerta Temprana (SAT)</i>	5
1.3 <i>Sistema de Monitoreo</i>	6
1.4 <i>Cooperación con el Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED).</i>	7
1.5 <i>Información a la Población</i>	7
CAPITULO II	
SISMOLOGIA, SISMOMETRIA Y VULCANOLOGIA	
2.1 <i>Introducción</i>	9
2.2 <i>Fenómenos Premonitores de Erupciones Volcánicas</i>	13
2.3 <i>Propagación de Ondas Sísmicas</i>	13
2.4 <i>Sensores Sísmicos</i>	16
2.5 <i>Adquisición de Datos Sísmicos</i>	17
2.6 <i>Consideraciones en la Instalación de Estaciones Sísmicas</i>	19
2.7 <i>Fuentes de Energía</i>	21
2.8 <i>Comunicación de Datos</i>	22

CAPITULO III

DISEÑO DE LA RED WLAN PARA LA TRANSMISION DE DATOS DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA (SAT)

<i>3.1 Introducción</i>	24
<i>3.2 Consideraciones Sismovolcánica para el SAT</i>	24
<i>3.3 Elección de Sitios para la Instalación de las Estaciones Sísmicas</i>	25
<i>3.4 Selección de la Instrumentación Sísmica</i>	26
<i>3.5 Diseño de la Red para la Transmisión de Datos del SAT</i>	30
<i>3.51 Consideraciones Técnicas</i>	31
<i>3.52 Sistema Central de Registro y Procesamiento Central de Datos</i>	35
<i>3.53 Tecnología y Topología WLAN: Porque Usar WLAN</i>	39
<i>3.54 Selección de Componentes del Sistema de Comunicación</i>	49
<i>3.6 Instalación del Sistema de Comunicación</i>	53

CAPITULO IV

INVERSION DEL PROYECTO 58

<i>4.1 Análisis Costo Beneficio</i>	61
-------------------------------------	----

CONCLUSIONES 62

RECOMENDACIONES 63

BIBLIOGRAFIA 64

ANEXOS

INTRODUCCION

Introducción

Nicaragua es un país con un alto grado de sismicidad producto de sistemas de fallas geológicas y actividad volcánica. Debido a su ubicación geográfica, la región del pacífico es la zona más activa sísmicamente debido a los procesos de colisión entre las placas tectónicas coco y Caribe, asociado a este proceso existe la cadena volcánica de los marrubios constituida por numerosas fallas, las cuales constituyen una fuente sísmica secundaria en cantidad de sismos y en nivel de magnitud.



Fig1. Mapa de la cadena volcánica de Nicaragua (Fuente:<http://webserver2.ineter.gob.ni/geofisica/vol/volnic.html>)

Los complejos volcánicos San Cristóbal, Telica y Cerro Negro ubicados en la zona de occidente presentan actividad volcánica constante tales como: sismos volcánicos, emanaciones de gases volcánicos, ceniza lanzada a la atmósfera por explosiones volcánicas y flujos de escombros o Lahares.

Para evaluar oportunamente la actividad volcánica y el riesgo asociado en los volcanes Telica y Cerro Negro, se hace necesario la observación y vigilancia sistemática mediante diversos métodos visuales e instrumentales. Emplearemos como método instrumental la instalación de una red de estaciones digitales de monitoreo remoto preferiblemente con acceso directo-online a la información registrada por cada una de las estaciones sísmicas y el uso de cámaras web para el monitoreo visual de los procesos eruptivos tales como explosiones y emanaciones de gases.

La aplicación de la tecnología WLAN “Wireless Local Area Network” espectro disperso permite la implementación de una red de comunicación de datos inalámbricos en una red de estaciones sísmicas digitales, lo cual permite recibir y transmitir datos sísmicos en tiempo real a velocidades de transmisión hasta 11 Mbps, acceder “online” a la información registrada por los equipos de adquisición, evaluar su desempeño y configurar los parámetros para obtener un diagnóstico de la sismicidad del área en un tiempo razonable.

Considerando las ventajas de la tecnología WLAN en costo, confiabilidad y velocidad de transmisión, por sus características de movilidad y escalabilidad, permite el acceso en tiempo real desde cualquier punto de la red a cualquier estación sismológica con rapidez y simplicidad además el sistema WLAN proporciona flexibilidad de instalación, lo que hace desplegar una variedad de topologías de configuración que satisfacen las necesidades de las instalaciones y aplicaciones específicas. Estas configuraciones son fáciles de cambiar lo que hace posible mejorar los procesos de operación y supervisión de la red sísmica además de la incorporación de nuevos equipos.

El uso de la tecnología WLAN “Wireless Local Network” como sistema de comunicación de datos de la red de estaciones sísmicas digitales, y siendo esta parte integral del sistema de alerta temprana, hace posible detectar oportunamente un cambio cualitativo y cuantitativo de la actividad volcánica lo cual conlleva a garantizar la emisión de mensajes de alerta ante los procesos eruptivos de los volcanes y que estos lleguen a tiempo a las instituciones gubernamentales tales como SINAPRED, Defensa Civil, comupred y población activándose un sistema de alerta temprana para la reducción de desastres.

OBJETIVOS

Objetivo General

Contribuir en la eficiencia del monitoreo y la alerta temprana de la actividad sismo volcánica en los volcanes Telica y Cerro Negro por parte de INETER a través de la implantación de una red digital de datos basada en tecnología WLAN.

Objetivos Específicos

- Recopilar información concerniente al diseño de sistemas de monitoreo de señales sismo volcánicas.
- Aumentar la calidad de la red sísmica de INETER mediante el uso de estaciones sísmicas digitales.
- Aumentar la calidad de la transmisión de datos sísmicos con el uso de tecnología digital inalámbrica.
- Independizar a la red sísmica de INETER de las vías tradicionales de comunicación comerciales (INTERNET por cable o telefonía), para asegurar el funcionamiento de la red sísmica en caso de emergencia por desastres naturales.
- Posibilitar la comunicación de la Central Sísmica con las estaciones sísmicas computarizadas para el control de sus parámetros, y el ajuste de las mismas utilizando la red de comunicación inalámbrica.
- Facilitar el uso de otros sensores (como cámaras Web, sensores meteorológicos, etc.), integrándolos en la red de monitoreo y alerta temprana
- Facilitar el intercambio de datos con redes sísmicas regionales e internacionales, creando una red sísmica virtual.

JUSTIFICACIÓN

WLAN originalmente fue considerado como tecnología de comunicación de cortas distancias, de pocos metros en oficinas hasta algunos cien metros en los puntos calientes del acceso al INTERNET móvil, sin embargo, los esfuerzos especialmente de aficionados en este campo han demostrado que WLAN en el rango de frecuencias de 2.4 y 5.8 GHz puede ser usado hasta 50 o 100 km de distancia. Últimas noticias reportan más de 200 km de distancia con una velocidad nominal de transmisión de datos de 10 Mbs.

De este desarrollo surgió la idea de aplicar la tecnología WLAN en la Red de Datos de la Dirección General de Geofísica del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) no solamente para la telemetría de datos sino para ofrecer servicios que permiten desarrollar sistemas de monitoreo que pueden utilizarse en la gestión de las actividades en casos de desastres. Esta tecnología WLAN facilitara acceso de información en lugares en donde la red cableada es difícil o imposible de instalar.

Las ventajas que ofrece la tecnología WLAN (Red de Área Local Inalámbrica) en costo, confiabilidad y velocidad de transmisión, permite implementar la red sísmica digital como una red de área local, acceder a la información "online", evaluar su funcionamiento y desempeño y configurar los parámetros de operación para obtener un diagnóstico de la actividad sísmica, volcánica y geológica de la región en un tiempo razonable.

Los datos a obtener de la Red Inalámbrica de Datos, proporcionarán información de áreas volcánicas vulnerables, considerando la elaboración de mapas de amenaza volcánica y sismicidad, lo cual permitirá el fácil acceso del público a dicha información cartográfica que resulta útil para reducir la vulnerabilidad (por ejemplo, los mapas que muestran la situación de las zonas de peligro en relación a la construcción de obras previstas).

CAPITULO 1: DISEÑO GENERAL DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA

1.1 Introducción

Un Sistema de Alerta Temprana (SAT) se crea en ciudades o regiones que por su ubicación geográfica se encuentran bajo el impacto inminente de amenazas de los fenómenos naturales.

En el departamento de León, se localiza una parte de la cordillera de los marrubios formada por 3 complejos volcánicos Telica, Cerro Negro y Momotombo, los que presentan actividad eruptiva recurrente que provocan múltiples daños y afectan directamente a comunidades aledañas de los municipios de León, Malpaisillo, La Paz Centro, Nagarote, Telica y Quezalaguaque.

Un SAT como herramienta para salvar vidas, involucra técnicas de preparación ante la ocurrencia de fenómenos naturales. Incluye técnicas instrumentales para monitoreo remoto y la elaboración de planes de respuestas orientados a la población a través de la capacitación, educación sobre los fenómenos naturales, identificación de la vulnerabilidad y su capacidad de manejo de respuesta ante una emergencia.

Considerando la zona de occidente como una región afectada por los procesos eruptivos de la cadena volcánica, el INETER ha instalado un SAT en los volcanes Cerro Negro y Telica con el objetivo de reducir las pérdidas de vidas humanas y el riesgo que ocasionan las erupciones volcánicas en las comunidades y municipios del departamento de León mediante la prevención y el fortalecimiento de las capacidades de respuesta ante este tipo de fenómeno.

1.2 Descripción de General de un Sistema de Alerta Temprana (SAT)

Con el objetivo de detectar en forma oportuna la ocurrencia inminente de erupciones volcánicas del Cerro Negro y Telica, que podrían causar daños a las poblaciones vulnerables, se instala un sistema de monitoreo sismo volcánico en las comunidades y municipios de León, con el objetivo de recolectar información sobre la posibilidad de ocurrencia de una erupción volcánicas y dar una alerta temprana.

Este sistema para los volcanes Cerro Negro y Telica aprovechará los siguientes elementos existentes:

- Red de estaciones de monitoreo sísmico.
- Central de monitoreo de Ineter con software especiales para monitoreo, registro y análisis sísmico y volcánico.
- Sistema de comunicación en base a Internet y de radio.
- Sistema de comunicación con Defensa Civil y Sinapred.

La instalación de la base instrumental del sistema de monitoreo fortalecerá el desarrollo de la red sísmica nacional de Ineter a través de:

- Instalación de estaciones sísmicas digitales para mejorar la localización de los sismos volcánicos.
- Mejorar el monitoreo volcánico de estaciones sísmicas analógicas con transmisión analógica proporcionando estaciones sísmicas digitales con transmisión digital.
- Cámaras web como monitoreo visual para observar los procesos volcánicos tales como salidas de gases, cenizas y explosiones volcánicas.
- Instalación de un sistema digital de transmisión de datos para las estaciones de medición y monitoreo visual.
- Elaboración de mapas de amenazas por caída de cenizas y balísticos.
- Elaboración de rutas de evacuación.

1.3 Sistema de Monitoreo

El sistema lo constituye una base instrumental compuestas de:

- 6 Estaciones sísmicas digitales con sensores triaxiales de 4.5 Hz, instaladas en comunidades cercanas al volcán Cerro Negro para monitorear la actividad sismo volcánica.
- 7 Estaciones sísmicas digitales con sensores triaxiales de 4.5 Hz. Instaladas alrededor de la zona del volcán Telica y en comunidades aledañas para monitorear la actividad sismo volcánica.
- 2 Cámaras web para monitoreo visual de la actividad del volcán Telica.

- Sistema de comunicación (Tecnología Wireless, radio frecuencias, internet, fax, teléfonos).
- Central Sísmica computarizada con programas especiales para el monitoreo sísmico de los volcanes.
- Turno Sismológico de 24 horas durante 365 días del año.
- Comunicación con Defensa Civil y Sinapred.

1.4 Cooperación con el Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED)

El SINAPRED tiene como misión, reducir las situaciones de riesgos causadas por fenómenos naturales que afectan la seguridad de las personas, sus bienes, los ecosistemas y la economía de los nicaragüenses y del país, promoviendo una cultura y una práctica de prevención en la ciudadanía, teniendo el reto de seguir profundizando su estrategia de reducir el riesgo, incidiendo en el único factor que es posible: el factor humano y su infraestructura.

Ineter como parte del SINAPRED, tiene la responsabilidad de garantizar el monitoreo y la alerta temprana de los fenómenos naturales peligrosos, apoyando la gestión preventiva y la consolidación del riesgo a corto y mediano plazo.

1.5 Información a la Población

Para la mitigación de las pérdidas de vidas humanas y económicas, el Ineter como organismo técnico científico elabora y pone a disposición a toda la sociedad mapas de amenazas de erupciones volcánicas y de riesgos de los volcanes Telica y Cerro Negro, los cuales muestran las zonas seguras, menor a mayor afectación ante las erupciones volcánicas, lo que facilitara a los diferentes usuarios una fuente de información que permita mejorar la planificación del territorio y reducir el riesgo por erupciones volcánicas.

Se ha creado una base de datos de los fenómenos geológicos hidrológicos peligrosos y de los elementos bajo riesgo, se integró información geográfica fotos aéreas y de satélites. El Sistema de Información geográfica (SIG), se interrelaciona en tiempo real

con los sistemas de monitoreo y alerta temprana. Un servidor de mapa con el software ArcGis presenta en tiempo real los sismos y otros fenómenos geológicos junto con mapas, fotos aéreas, imágenes de satélites y otra información geográfica de las zonas de interés.

Se contribuye en la elaboración de rutas de evacuación para el aseguramiento de las vías de acceso de las comunidades y municipios ubicadas en zonas cercanas a los volcanes Telica y Cerro Negro.

Con el desarrollo de nuevas tecnológicas de la información y la rapidez de las telecomunicaciones se aumenta considerablemente la disponibilidad de la información y la alerta temprana de los procesos volcánicos.

La información generada por los sistemas de alerta son enviados a las entidades gubernamentales encargadas de la toma de decisiones para la reducción del riesgo por erupciones volcánicas tales como SE-SINAPRED, Defensa Civil, Alcaldías Municipales y Ejército Nacional.

CAPITULO2: SISMOLOGÍA, SISMOMETRÍA Y VULCANOLOGÍA

2.1 Introducción

La sismología es la ciencia que estudia la generación, propagación y registro de las ondas en la tierra, generados por fuentes de energía dentro de la tierra, tales como: sismos, terremotos, fallas geológicas, explosiones y de la propagación de las ondas sísmicas.

La sismología intrínsecamente provee información acerca de los procesos activos de la tierra en tiempo real. Las fuentes de energía pueden ser naturales y producidas por el ser humano, ambas producen ondas sísmicas, las cuales se propagan por todo el planeta.

La instrumentación sismológica es capaz de detectar el espectro de ondas sísmicas que se irradian desde la fuente de un terremoto, la cual proporciona una indicación inmediata de la actividad sísmica; opera continuamente con una sensible capacidad de detección y sincronización para que los movimientos de la tierra sean registrados como una función del tiempo de manera que puedan generar un sismograma.

La capacidad de localizar un sismo y calcular su magnitud nos conduce a dos requerimientos básicos de la instrumentación sísmica: tiempo exacto y frecuencia, los cuales dependen de la relación entre la medición y el movimiento real del suelo.

Los sismos o terremotos son originados por la liberación súbita de energía acumulada durante los proceso de deformación de la roca en una falla de la corteza terrestre. El foco es el origen del terremoto, es la zona donde se inicia la liberación de energía y el epicentro es la proyección del foco sobre la superficie.

La magnitud del sismo es una medida obtenida de la cantidad de energía liberada por ese sismo. Aunque cada sismo tiene una magnitud única, su efecto variara según la distancia, condiciones del terreno, los estándares de construcción y otros factores. La Magnitud de escala Richter representa la energía sísmica liberada en cada terremoto y se basa en el registro de los sismógrafos. La intensidad en la escala de Mercalli, es una medida de la severidad de la sacudida en una zona en particular, cerca o lejos del epicentro que se clasifica según los efectos o daños que produce el sismo en las estructuras y en la sensación percibida por la gente.

Existen una amplia variedad de instrumentos diseñado para detectar los sismos:

- El sismómetro o sensor: Diseñado para medir las vibraciones de la tierra y entrega señal que contiene información cualitativa del movimiento. A continuación se muestra la Fig.2 un sensor de periodo corto con una típica señal sísmica.



Fig.2 Sensor sísmico SS1 de KMI

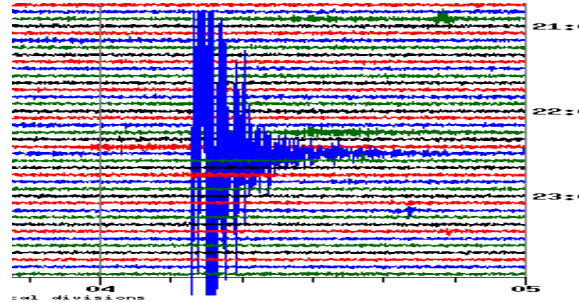


Fig. 3 Sismograma Digital

- El sismógrafo es un instrumento completo para el registro, medición y grabación de los movimientos de la tierra. En la Fig. 4 se muestra un sismógrafo de 24 bits de resolución.



Fig.4 Sismógrafo SARA

- El acelerógrafo registra las aceleraciones del suelo provocadas por un sismo fuerte. La Fig. 5 muestra un acelerógrafo digital de KMI

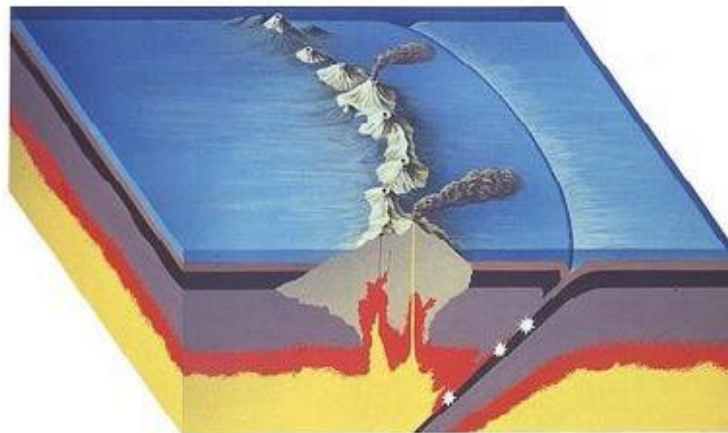


Fig.5 Acelerógrafo Altus Etna de KMI

Aspectos de la vulcanología

La ciencia que estudia el origen y los procesos volcánicos se llama Vulcanología, esta ciencia permite calificar los tipos de señales sísmicas que pueden ser registrados en un ambiente volcánico, además de la identificación y cuantificación de las mismas así como su estudio estadístico.

Las estructuras volcánicas se originan cuando una placa tectónica se hunde con respecto a otra, alcanza cierta profundidad dentro de la corteza terrestre, se funde y el material resultante conocido como magma tiende a ascender hacia la superficie a través de grietas y fisuras formando los volcanes. Se muestra a continuación el modelo de formación volcánica. En la Fig. 6 se muestra la el modelo de formación de la cordillera volcánica.

Fig.6 Formación de una estructura volcánica (Fuente <http://oscars3a.blogspot.com/>)

Las partes principales de un volcán lo conforman:

- Cámara magmática: localizada a profundidad y comunica con la superficie por medio de la chimenea.
- Chimenea: Conducto que comunica la cámara magmática con el cráter
- Cráter: Orificio de salida

Las erupciones volcánicas se presentan cuando la presión ejercida por los gases y el magma rompe el equilibrio en el interior de cámara donde están acumulados,

ascendiendo a la superficie a través de la chimenea por las grietas o fracturas existentes.

Los volcanes activos Cerro Negro y Telica están localizados en la región del pacífico de Nicaragua, en el departamento de León y han presentado actividades eruptivas, en los últimos años.

El volcán Telica, con una altura de 1,061 metros, es uno de los volcanes más activos de Nicaragua, presenta erupciones de forma intermitente desde la conquista española, caracterizada por la emisión de gases, explosiones y ceniza volcánica. Se muestra la Fig.7 volcán Telica con fuerte actividad.



Fig. 7. Volcán Telica (www.ineter.gob.ni)

El volcán Cerro Negro es el volcán más joven de Nicaragua y el más activo, tiene una altura de 675 metros, sus erupciones se han caracterizado por salida de flujos de lava, explosiones y columnas de cenizas. La Fig. 8 muestra al Volcán Cerro Negro



Fig.8 Volcán Cerro Negro (Fuente:<http://webserver2.ineter.gob.ni/geofisica/vol/volnic.html>)

2.2 Fenómenos Premonitores de Erupciones Volcánicas

Una actividad volcánica está precedida por eventos premonitores los cuales son los sismos, explosiones volcánicas, inflación o deformación del suelo.

Los volcanes Cerro Negro y Telica han presentado eventos premonitores antes de sus actividades volcánicas.

La última erupción del Cerro Negro ocurrida en 1999, fue precedida y acompañada por fuertes movimientos sísmicos que atemorizaron a la población. Producto de esta actividad eruptiva se activaron los volcanes Telica y Momotombo, provocando una serie de enjambres sísmicos que afectaron la zona del occidente.

El Volcán Telica presentó intensas y fuertes explosiones, las cuales originaron salida de gases y la caída de cenizas en las zonas cercanas al volcán y en los poblados de Telica, Chichigalpa, Posoltega y en la ciudad de León.

2.3 Propagación de Ondas Sísmicas

La tierra se comporta como un medio elástico a través del cual se propagan las ondas generadas en el foco de un terremoto. El lento movimiento de las placas litosféricas producen acumulación de energía que se libera bruscamente cuando las rocas se rompen, las ondas sísmicas se propagan a partir de la zona donde se inició la ruptura, llamada foco o hipocentro en todas direcciones, hacen vibrar la superficie de la tierra y son percibidas por las personas como temblores o terremoto. Se muestra la Fig.9 el modelo de propagación de las ondas sísmicas

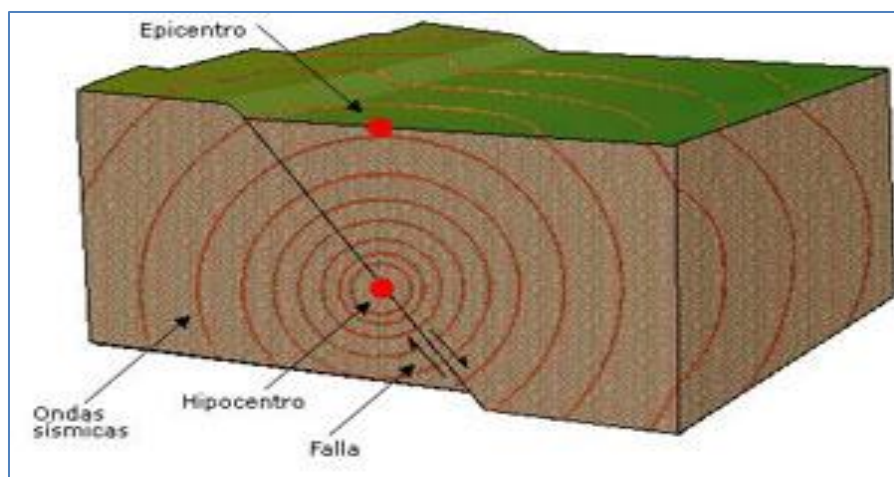


Fig.9 Propagación de Ondas Sísmicas (Fuente: <http://oscars3a.blogspot.com/>)

Las placas litosféricas dividen la tierra en 7 grandes placas y varias pequeñas llamadas Placas Tectónicas. La Fig. 10 muestra las placas tectónicas que forman la tierra.

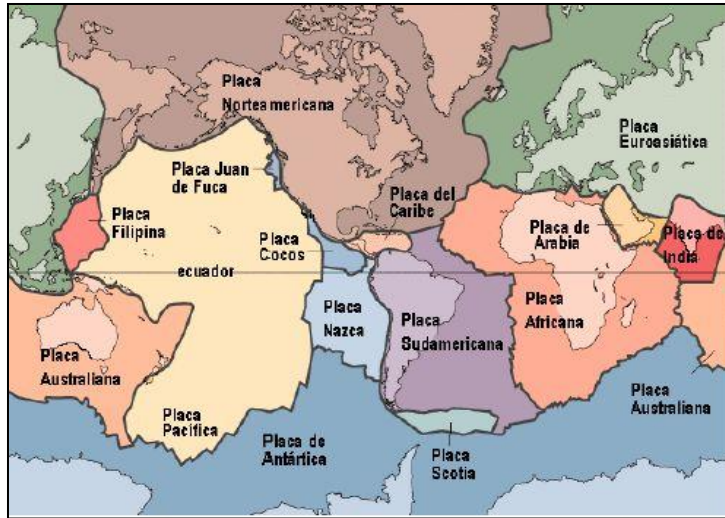


Fig. 10 Placas Tectónicas (Fuente: www.ineter.gob.ni)

En Centroamérica y en Nicaragua, las placas tectónicas Coco y Caribe colisionan en el océano, aproximadamente 100km paralelo a la costa del Pacífico de América Central. La Fig. 11 muestra el ambiente tectónico de la cadena volcánica en Nicaragua

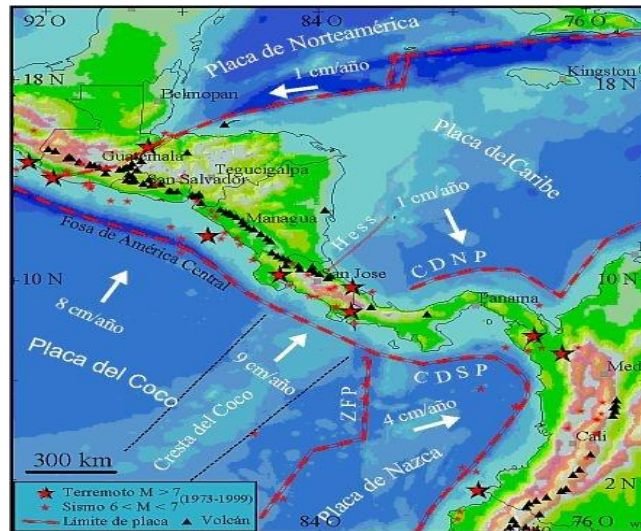


Fig. 11 Mapa del ambiente tectónico de Nicaragua y la cadena volcánica (Fuente: www.ineter.gob.ni)

Las flechas indican dirección y velocidad del movimiento. Es por eso que ocurren grandes terremotos en la zona de colisión. Los volcanes se forman en una franja estrecha paralela a la zona de choque.

Las ondas sísmicas se clasifican en dos grupos: ondas internas y superficiales. Las ondas internas se propagan a través del interior de la tierra y se dividen en dos tipos: Ondas primarias y Ondas Secundarias. Las ondas primarias **P** durante su propagación comprimen y dilatan periódicamente el medio sólido en la misma dirección de su movimiento, llegan en primer lugar al sismógrafo. Las ondas secundarias **S** su dirección de vibración es perpendicular a la dirección de propagación. La Fig.12 muestra una representación grafica de la onda sísmica

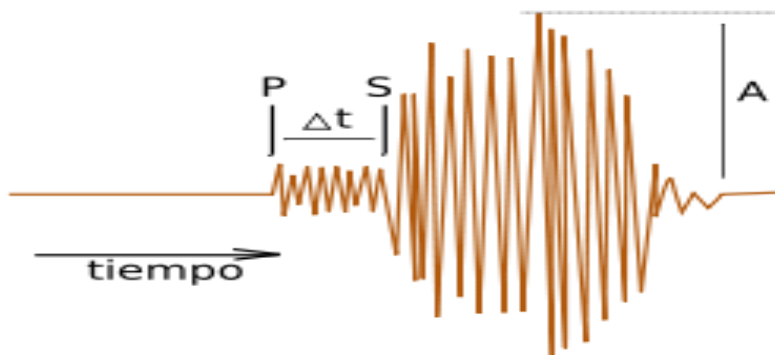


Fig. 12. Propagación de ondas sísmicas. (Fuente: www.google.com)

La amplitud y el rango de frecuencias de las señales sísmicas es bien amplio, el ruido natural de fondo limita el registro de pequeñas frecuencias de interés. Frecuencias típicas generadas por diferentes fuentes sísmicas. Se muestra la tabla1. que representa los tipos de frecuencias

Frecuencia (HZ)	Tipo de Medición
0.00001-0.0001	Marea Terrestre
0.0001-0.001	Vibraciones del suelo y sismos
0.001-0.01	Ondas superficiales y sismos
0.01-0.1	Ondas Superficiales, Ondas p y Sismos con magnitud $M > 6$
0.1-10	Ondas P y S, Sismos con magnitud $M > 2$
10-1000	Ondas P y S, sismos con magnitud $M < 2$

Tabla1.muestra los tipos de frecuencias y su medida.

2.4 Sensores Sísmicos

Las ondas sísmicas generadas por los movimientos del suelo, son captadas por un sensor, instrumento diseñado para medir los movimientos o vibraciones del suelo y las convierte en señales eléctricas.

Idealmente consideremos un sensor o sismómetro como una caja negra que tiene como entrada el movimiento del suelo (desplazamiento, velocidad o aceleración) y como salida tiene señal eléctrica (voltaje).

El principio de los sensores está basado en el principio de una masa suspendida de un resorte, tendrá a permanecer en estado de reposo ante un movimiento externo. De acuerdo a este principio solo podremos medir el movimiento si hay aceleración. El movimiento relativo entre la masa suspendida y la superficie del suelo proporcionará una función del desplazamiento del suelo. Esto se refiere a que el marco de referencia es la propia superficie del suelo.

La frecuencia propia está relacionada con la constante de recuperación del resorte k y

con la masa móvil m del sistema. $f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{k/m}$

En caso ideal, esto es en ausencia de rozamiento, la masa suspendida comenzará a oscilar indefinidamente por efecto de la suspensión ante un impulso de aceleración, por lo que se utilizan amortiguadores normalmente viscosos para atenuar las oscilaciones.

Los sensores constan básicamente de 3 elementos fundamentales:

- Masa Inercial
- Suspensión
- Amortiguador

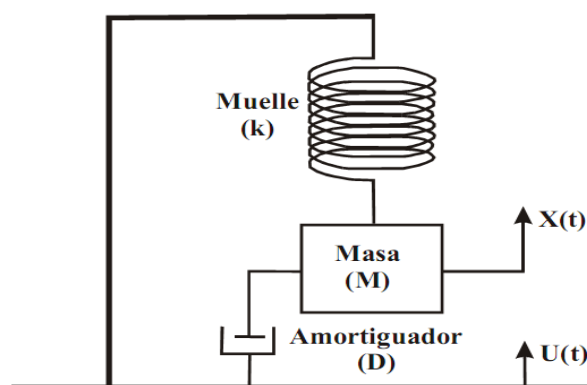


Fig. 13. Representación de un Sensor. (Fuente: www.google.com)

Fig.13 Sensor Mecánico Vertical, donde K es la constante recuperadora, M masa y D la constante de amortiguamiento. Las Flechas indican el movimiento vertical del suelo $U(t)$ y el de la masa (M)

El sensor mide el movimiento del suelo si existe aceleración y dependiendo de cuál sea la variable de medida, desplazamiento, velocidad o aceleración del suelo, podemos clasificar a los sensores como de desplazamiento o deformación, velocidad o aceleración respectivamente.

Los sensores se clasifican en

Sensor de periodo corto (SP, Short Period) Registran señales en una banda de frecuencias de 0.1-0.3 a 100 Hz con periodos entre 10 – 0.01 segundos, típicamente con frecuencia natural de 1Hz.

- Sensor de largo periodo (LP, Long Period): Registran señales en una banda de frecuencias de 0.01 a 0.1 Hz con periodos entre 10 – 100 segundos.
- Sensor de Banda Ancha (BB, Broad Band): Trabajan en bandas de bajas frecuencias y altas frecuencias, tienen una respuesta plana de función del desplazamiento alrededor de 0.01 a 50 Hz con periodos de 0.02 – 100 segundos.
- Banda Muy Ancha (VBB, Very Broad Band) con un ancho de banda que se extiende 0.001 a 10 Hz.
- Acelerómetro: Específicamente diseñado para registrar sacudidas sísmicas de gran amplitud. La señal eléctrica que produce el sensor es proporcional a la aceleración del suelo, contrario a los demás sensores sísmicas que normalmente tienen registros proporcionales a la velocidad del movimiento del suelo.

2.5 Adquisición de Datos Sísmicos

De acuerdo al tipo de tecnología que se usa en una la red sísmica, existen tres tipos de sistemas adquisición de datos: Analógica, Mixta y Digital.

Los sistemas de adquisición analógicos están constituidos por sensores analógicos, acondicionadores de señales analógicas, modulador de frecuencias FM para la transmisión vía radio RF o el algunos casos líneas telefónicas y demodulador. La

información se registra en papel o en películas en forma de sismogramas totalmente analógico.

En los sistemas analógicos el rango dinámico y la resolución de adquisición de datos es bajo. Para un canal oscila entre 40-45 dB, para dos canales el rango es 60-65 dB con transmisión de datos con ganancias altas y bajas, lo cual suministra información incompleta. A continuación se muestra la Fig.14 de un sistema de adquisición de datos analógico.

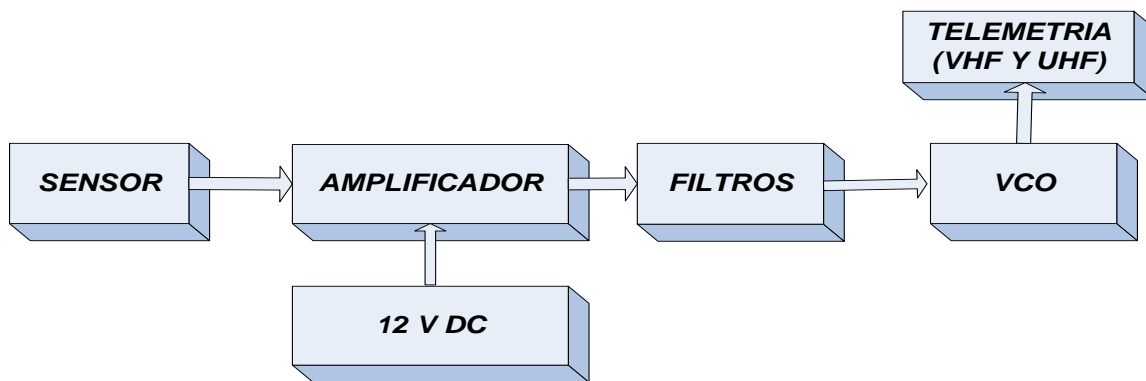


Fig.14 Sistema de adquisición de datos Analógico

Los sistemas mixtos (Analógicos / Digitales) tiene sensores analógicos, módulos de acondicionamiento de la señal, módulos de FM para la telemetría, demoduladores pero la adquisición se hace en la central sísmica así como el proceso y el registro de datos. Estos sistemas también tienen bajo rango dinámico de adquisición, usualmente la transmisión FM es un factor limitante y por ser un sistema analógico hay baja calidad en la registro de los datos.

En los sistemas digitales únicamente el sismómetro es analógico, todos los equipos son digitales. El rango dinámico y la resolución son más altos que en los sistemas análogos y mixtos. Estos factores dependen del número de bit del convertidor analógico-digital A/D. Los convertidores A/D 12 a 24 bit corresponden a un rango dinámico de aproximadamente 70 a 140dB. Sin embargo en la práctica, el rango dinámico total y la resolución de la adquisición de datos es usualmente menor que el número de bits de convertidor A/D, un convertidor de 24 bits tendrá un nivel de ruido tan bajo como 1 bit.

La siguiente Fig. 15 muestra un sistema de adquisición de datos mixto

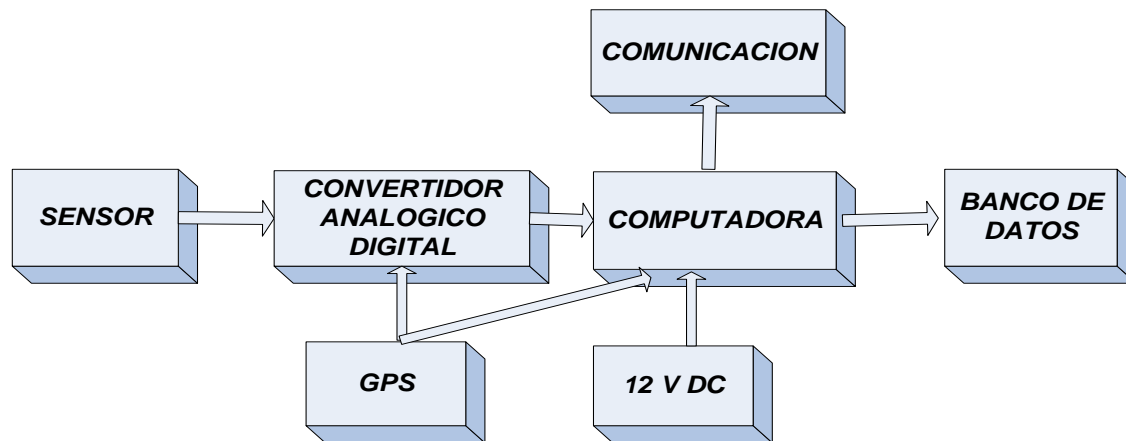


Fig. 15 Sistema de adquisición de datos digital

2.6 Consideraciones en la Instalación de Estaciones Sísmicas

La capacidad de cualquier red sísmica para detectar terremotos y representar el registro en forma de onda, está regida por las características de la señal y el ruido de los sitios sin importar el tipo de tecnología usada en instrumentación ya sea avanzada o costosa. El éxito para instalar una estación sísmica radica en la instalación del sensor, de tal manera que brinde una mínima sensibilidad ante las fuentes de ruidos generados por los seres humanos y el ambiente pero si ofrezca alta sensibilidad para detectar las señales producidas por los sismos.

Si el ruido sísmico es muy alto, muchas de las ventajas que provee el uso de la tecnología moderna y el alto rango dinámico que proporciona el equipo pueden ser perdidos. Por tanto la calidad de detección de la estación sísmica será muy pobre.

En los SAT Telica y Cerro Negro, se consideraron los sitios para la instalación de la red sísmica local, para mejorar la localización de los sismos de origen volcánico, de tal manera que puedan brindar mayor información del comportamiento de los procesos volcánicos y la predicción de una posible erupción volcánica.

El proceso para la selección del sitio para la instalación de los SAT, reunió criterios sísmicos, geológicos y radio link, tal manera que permitiesen mejorar la calidad del registro y la detección de los eventos sísmicos y la transmisión de datos en tiempo real.

Otros factores a considerarse son:

- Geografía de la región de interés: Esto es la importancia de la región, en este caso los volcanes, los cuales representan una amenaza para la población que habitan en las zonas aledañas y ciudades.
- Condiciones sismos geológicos: Presencia de fallas geológicas que representa interés de estudio. Calidad de detección de los procesos sismos volcánicos, registrados por la estación sísmica, bajo las condiciones de la señal sísmica y el ruido.
- Condiciones de la topografía: Para la selección de los sitios en los SAT Cerro Negro y Telica. se consideró las zonas altas y regiones plana para la instalación de la para la telemetría de la red.
- Accesibilidad: Las estaciones fueron instaladas en sitios remotos, lo más alejadas posible de la actividad humana, en algunos casos no hay carreteras sino caminos rurales lo que permite que el vehículo llegue hasta cierta distancia y posteriormente se debe caminar al sitio.
- Consideraciones del suministro de energía y transmisión de datos: Se consideró la topografía del lugar para el diseño de la red telemétrica de transmisión de datos sísmicos, los mapas topográficos fueron de gran ayuda para este propósito. En el suministro de energía optamos por energía solar, esto es paneles solares, regulador de voltaje y baterías porque la energía comercial no es posible.
- Derechos de propiedad del terreno y uso: Los sitios que se eligieron para los SAT, se ubicaron en tierras comunales y en reservas naturales.
- Condiciones climáticas: Las condiciones a pleno sol, es un dato que determina el buen desempeño del sistema fotovoltaico para mantener el equipo energizado. La época lluviosa, indicó que se deben proteger los equipos de la humedad para mantenerlos en buenas condiciones evitando un la condensación

2.7 Fuentes de Energía

Para suministrar energía a la red WLAN y a los SAT Cerro Negro y Telica, se consideró la energía fotovoltaica como suministro de energía para la instrumentación de las estaciones sísmicas, las cuales están localizadas en sitios remotos y no es posible el uso de energía comercial CA. Las estaciones sísmicas y la red WLAN requieren suministro de energía continuo sin interrupciones para un buen funcionamiento, sin embargo es frecuente que algunas estaciones no funcionen por falta de energía, por tanto consideramos cuidadosamente el sistema de suministro de energía, incorporando la cantidad de paneles solares y baterías que requiere la carga eléctrica con un determinado grado de confiabilidad para el sistema.

Las estaciones sísmicas usan corriente directa, +12 VDC y la potencia de consumo depende del tipo de estación sísmica, el consumo de la instrumentación instalada en los volcanes Cerro Negro y Telica típicamente requieren de 10 a 15 W. Se muestra un esquema del sistema de energía.

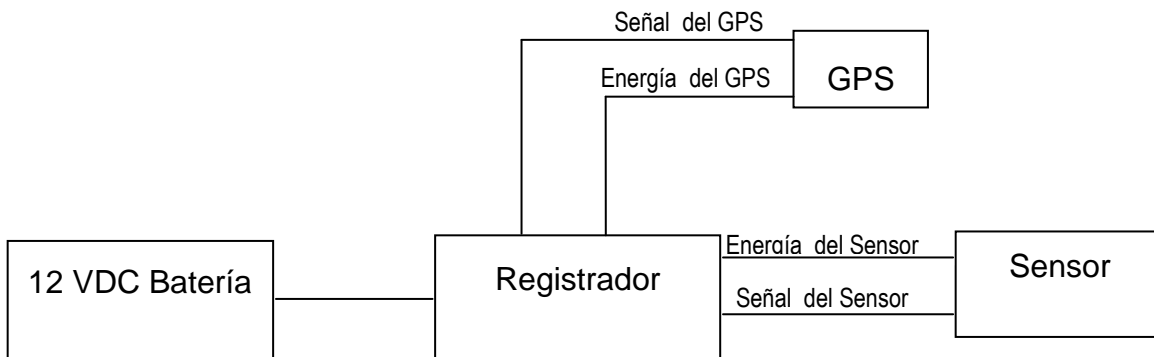


Fig.16 Suministro de Energía a de una estación sísmica

Se diseñó un sistema fotovoltaico que incluya paneles solares, baterías y reguladores de voltajes que satisfacen el consumo y la autonomía que demanda el sistema.

Los paneles o celdas solares transforman la energía solar en energía eléctrica. Para este sistema se eligieron paneles solares mono cristalinos, baterías de descarga profunda o ciclo profundo y reguladores de voltajes de manera que cumplieran con los requerimientos del sistema.

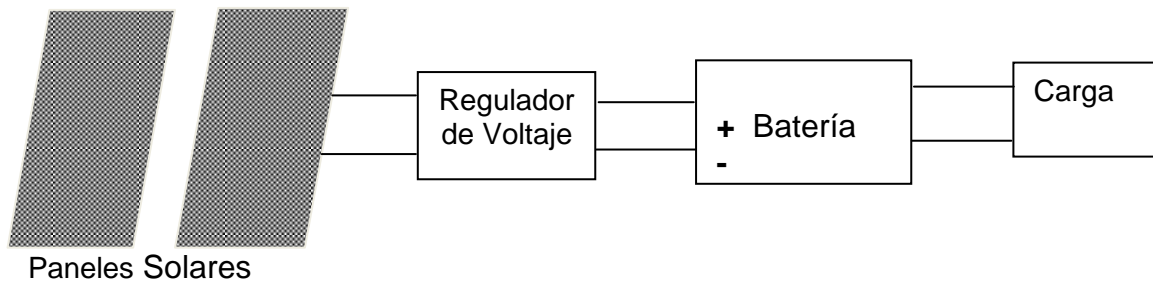


Fig.17 Sistema Fotovoltaico usado para energizar la instrumentación

Las baterías son el elemento usado para suministrar energía al sistema y son del tipo ciclo profundo, las cuales permiten disponer de una reserva de energía superior y constante de mayor duración que una batería convencional. Además su capacidad de recarga es superior, ya que está diseñada para continuos procesos de carga y descargas, no sólo en rapidez sino en número de veces que podemos hacerlo que es la mayor diferencia con una batería convencional.

El regulador de voltaje es el dispositivo que evita las sobrecargas de la batería por el modulo solar y descargas por el exceso de uso, ambas condiciones causan daños irreversibles, el regulador de voltaje asegura el correcto funcionamiento y tiempo de vida útil de las baterías.

2.8 Comunicación de Datos

La accesibilidad en las técnicas de comunicación, permitieron usar tecnologías WLAN, de fácil instalación, flexibilidad física, economía, conectividad y buen desempeño. La aplicación de la tecnología de RF ha permitido la transmisión y recepción de datos sísmicos con velocidad de 5 Mbps hasta 54 Mbps, de tal manera que ha sido posible acceder en línea a la información registrada por cada uno de los instrumentos sísmicos, checar el status y brindar un diagnostico del funcionamiento del sistema. Un usuario

dentro de la red wlan puede recibir y transmitir datos en zonas cercanas y alejadas a los volcanes Cerro Negro y Telica a velocidades de 5 hasta 54 Mbps

Se ha optado por el uso de estándares de WLAN 802.11a y 802.11b, los cuales son frecuencias libres, permiten flexibilidad en la zona de cobertura, poca planificación que las redes alambradas, además los radios son fáciles de instalar, configurables, de bajo consumo y eficientes.

El estándar 802.11b, también llamado WiFi, es un protocolo de transmisión inalámbrica que soporta velocidades de 2Mbps hasta 11 Mbps en las mejores condiciones, trabaja en la banda de 2.4Ghz, utiliza la técnica de espectro de dispersión de secuencia directa (DSSS) con la modulación CCK (Complimentary Code Keying), la cual permite alcanzar la velocidad de 11Mbps. Permite usar 11 canales de los cuales 3 no se traslapan con separación de 25Mhz.

El estándar 802.11a, No necesita licencia, transmite a frecuencia de 5Ghz y soporta velocidad hasta 54Mbps. Utiliza la técnica de multiplexión por división de frecuencia ortogonal (OFDM). Es incompatible con el estándar 802.11b. Tiene un total de 12 canales no traslapados distribuidos en 8 canales espaciados 30 MHz en el rango de 5.3 GHz y 4 canales espaciados 20 MHz en el rango de 5.8 GHz.

CAPITULO III: DISEÑO DE LA RED WLAN PARA LA TRANSMISION DE DATOS DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA (SAT).

3.1 Introducción

En la región de Occidente, los departamentos de León y Chinandega han sido escenario de actividades eruptivas recurrentes de los volcanes San Cristóbal, Telica y Cerro Negro, los cuales provocan daños y afectaciones.

Para el monitoreo de la actividad volcánica y la transmisión de datos registrados por la instrumentación instalada en los SAT de los volcanes Telica y Cerro Negro, se ha implementado una red de comunicación WLAN, la cual está compuesta por radios digitales que cumple con los protocolos y estándares de comunicación.

Se presenta el diseño de una red WLAN, como una solución para la transmisión de datos digitales, en la cual se ha optado por el uso de los estándares de WLAN 802.11a y 802.11b, los cuales proveen ventajas sobre las redes alambradas y tecnologías de transmisión. Además no requieren licencias, permiten flexibilidad de interconexión, radios fáciles de instalar, configurables, y de bajo consumo.

Se presenta las configuraciones de la red WLAN, así como las topologías empleadas en la transmisión de datos una red sísmica digital. Esta red WLAN tiene por objetivo la transmisión de datos en tiempo real e integrarlos a la red sísmica de nacional con el objetivo de mejorar la calidad de localización de los parámetros sísmicos y conocer los procesos volcánicos que están ocurriendo.

3.2 Consideraciones Sismovolcánica para el SAT

Los complejos volcánicos Telica y Cerro Negro son volcanes activos que han presentado actividad eruptiva y han provocado múltiples daños y afectaciones directas a las comunidades, municipios y ciudad del departamento de León.

Estos volcanes muestran signos de actividad volcánica que pueden ser apreciables a simple vista como son la aparición de nuevas fumarolas, salida de gases, cambios de temperatura de los suelos calientes y la actividad sísmica, esta requiere instrumentos muy sensible, sin embargo cuando un sismo es sentido por la población podríamos encontrarnos en una fase ya muy avanzada del proceso eruptivo.

El incremento de la actividad volcánica se produce generalmente de modo lento, es por eso que la población puede soportar niveles altos de la actividad del volcán sin conciencia del peligro real al que se encuentra expuesta. Por tanto se hace necesario la implementación de un SAT, el cual es un sistema de alerta temprana que involucra un sinnúmero de técnicas de monitoreo volcánicos pero las limitaciones presupuestarias reducen el SAT al monitoreo sismológico y visual en este caso a la observación y vigilancia sistemática de la actividad del volcán mediante métodos visuales e instrumentales, estos cubren un rango de frecuencias típicas de la actividad volcánica, junto con su sistema de telemetría y una PC dedicada a la recepción en tiempo real con un programa para desplegar y analizar los datos

Este monitoreo volcánico permite detectar, recolectar información y los datos se analizan usando técnicas tradicionales para el análisis de la sismicidad volcánicas como son la localización de los eventos, la energía liberada o RSAM, el análisis espectral y la estadística del número de eventos.

La información desplegada permite analizarla periódicamente y garantizar la correcta interpretación para evaluar el estado de la actividad del volcán y el riesgo asociado, lo cual hace posible pronosticar en forma anticipada una erupción volcánica y la capacidad de brindar una alerta temprana.

3.3 Elección de los Sitios para la Instalación de Estaciones Sísmicas

En la elección de los sitios para las estaciones sísmicas, se consideran condiciones geológicas, topográficas, accesibilidad a los sitios, análisis de las condiciones de transmisión de datos y seguridad.

Realizamos trabajos de oficina y trabajos de campos. En el trabajo de oficina analizamos mapas topográficos del Volcán Telica y Cerro Negro, recopilamos información de los sitios potenciales, obteniendo como resultados sitios potenciales para la instalación de la red, los cuales son verificados en el trabajo de campo.

Las condiciones geológicas, considera la fuente de ruido sísmico del área de interés, si el terreno es blando el registro de la señal sísmica es ruidosa, si el terreno es roca solida, obtendremos una buena calidad del registro de las ondas sísmica con un bajo nivel de ruido.

En la elección de los sitios para instalar la red local de estaciones en los volcanes Cerro Negro y Telica se ha optado por las estructuras solidas como coladas de lavas y suelos duro y no zonas de depósitos piroclásticos o rellenos de ceniza.

Un suelo blando induce contenidos espectrales relacionados con la estructura que contaminan la información radiada por la fuente. Se evitó la proximidad con corrientes de vientos que al chocar pueda generar un nivel de ruido alto.

En la accesibilidad de los sitios se optaron por sitios remotos, alejados de la actividad humana, con fáciles vías de acceso, en los cuales se pueda llegar en vehículo. Esto es fundamental para garantizar el mantenimiento de las estaciones.

Con la seguridad se acordó instalar las estaciones en propiedades de personas naturales y en áreas de reservas naturales protegidas, para evitar el vandalismo y el robo, asegurando el funcionamiento de la estación.

Para la red de transmisión de datos se consideró la topografía de la región, seleccionamos los puntos que permitan los enlaces de radio con líneas de vistas, puntos altos como cerros para repetidoras y el enlace principal de las estaciones remotas con la central sísmica.

3.4 Selección de los Instrumentación la Sísmica.

En la actualidad existe una amplia variedad de instrumentación sísmica diseñada para diversas aplicaciones, las cuales dependen el rango de frecuencias de estudio.

Para la vigilancia y monitoreo local de los Volcanes Telica y Cerro Negro se adquirió un sistema de estaciones sísmicas digitales que conforman la instrumentación sísmica distribuida alrededor de los Volcanes Telica y Cerro Negro y dos cámaras web IP para monitoreo visual. La transmisión de los datos es a través de una red WLAN, la que permite obtener la información en tiempo real y a buena velocidad.

La instrumentación sísmica está compuesta de sismómetros de periodo corto y sismógrafos registradores digitales de 24 bit con su antena de recepción de GPS para asegurar el tiempo de adquisición y registro.

Se utilizan sismómetros SARA, Modelo SS-45 de período corto, triaxiales esto significa de 3 componentes Z, X, Y (Z vertical, X norte-sur, Y este-oeste), con frecuencia natural de 4.5Hz, constante de amortiguamiento de 0.707, sensibilidad de 80 V/m/s.

Estos sensores ofrecen un ancho de banda disponible de 0.2Hz-100Hz, detectando terremotos, actividad volcánica, sismicidad, inestabilidad geológicas e hidrológicas.

No requiere alimentación por ser un sensor electrodinámico, por lo que no afecta el consumo del suministro de energía de registro digital.

Tiene un conector circular de 10 pines para conexión con el registrador digital. Dimensiones de 180x170x90mm con un peso de 1500gr. La siguiente Fig. 18 muestra el sismómetro SARA, de 4.5 Hz.



Fig18. Sismómetro triaxial de periodo corto de 4.5 Hz

Se usan sismógrafo digitales SARA, modelo SL06 de 3 canales, basada en tecnología del convertidor analógico digital 24 bit Delta Sigma ($\Sigma\Delta$) y ofrece un rango dinámico 124dB @ 100SPS, considerando que las señales sísmicas originadas por un volcán cubren un amplio rango dinámico.

Este sismógrafo está diseñado para detectar registro de terremotos y es compatible con los sistemas de adquisición de datos de vigilancia sísmica. A continuación se muestra el sismógrafo o registrador SARA modelo SL06



Fig.19 Sismógrafo o Registrador Digital SARA modelo SL06

El bajo consumo de energía del SL06 (<2.5 W) hace que pueda ser utilizado en sitios remotos y energizarse con un sistema fotovoltaico. Además incluye un modulo de recepción de GPS, asegurando el tiempo exacto de registro del evento sísmico.

El SL06, está equipado con una tarjeta madre compacta SBC (single-Board-Computer), basada en procesador ARM9 Cirrus EP9302. No tiene conectado disco duro ni monitor.

La TS 7260 incluye un chip 10/100 Ethernet, USB, serial y Controlador de FLAS/SDRAM. Opera a una velocidad de 200Mhz a baja potencia de 1/2 W.

La TS 7260 tiene incluido un sistema operativo compacto TS Linux (embedded) para ARM, instalado en la memoria NAND Flash. El TS Linux está basado en Busybox ideal para pequeñas aplicaciones, ofrece una amplia gama de aplicaciones y compatibilidad con el software de adquisición y registro sísmico Seislog para Linux (Seislog embedded) con un alto rendimiento para el registro y grabaciones de señales sismo-volcánicas en una memoria RAM o USB Flash, con la opción de transmitir los datos en tiempo real.

La siguiente Fig. 20 muestra como está compuesta la tarjeta TS-7260

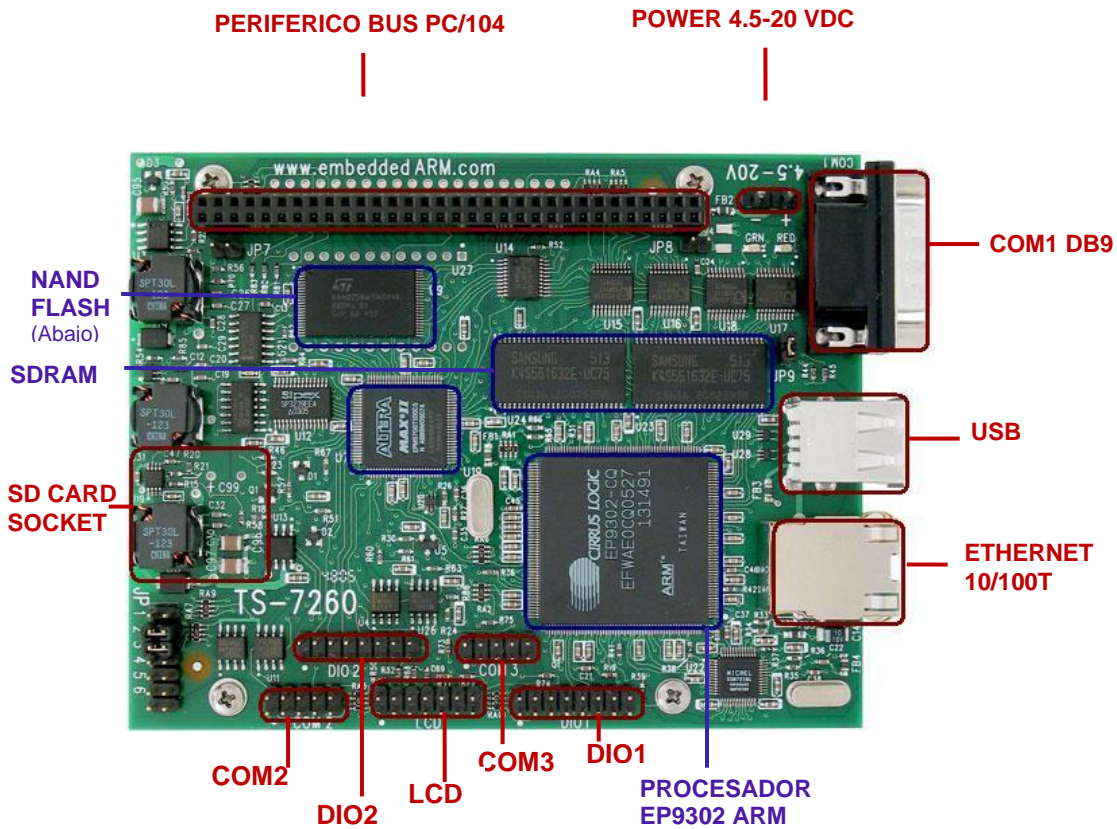


Fig.20. Tarjeta TS 7260

La conectividad que provee la TS-7260 facilita configurar y controlar el registrador a través del puerto de consola y un puerto ethernet, este puerto garantiza el uso de comunicación LAN y la transmisión de datos en tiempo real. El sistema operativo TS Linux tiene los protocolos de comunicación pre instalados tales como: TCP/UDP, WebServer Apache/FTP/SSH/ Telnet, facilitando el acceso desde una terminal remota para iniciar la adquisición de datos.

Cámara de red IP

Para la vigilancia visual del volcán Telica, se seleccionó un tipo de cámara IP Intellinet Modelo 550710 a color, que contiene web server incorporado, un sistema operativo optimizado incrustado, algoritmo de compresión de imágenes y una conexión física de Ethernet. Habilita el acceso a video a través de cualquier web browser permitiendo

realizar el seguimiento visual de la actividad volcánica en forma remota. Tiene resoluciones selectivas de VGA (640x480), CIF (320x240), QCIF (160x120) y protocolos TCP/IP, FTP, ARP, HTTP, PO3, SMTP, DHCP. DNS.

La cámara monitorea la actividad diurna tales como salida de gases y cenizas o explosiones, toma una imagen cada 5 minutos y la envía vía ftp al servidor web de la central de sísmica. El uso de la cámara como método de vigilancia visual de la actividad volcánica fortalece el monitoreo instrumental. Se muestra la Fig. 21 una cámara IP.



Fig.21 Cámara Web (Fuente (<http://www.networkipcamera.com/item3358>))

3.5 Diseño de la Red para la Transmisión de Datos de SAT

El diseño de la red de transmisión de datos es tan importante como la adquisición de los mismos, así como estos lleguen a la central de procesamiento. Por eso se hace necesario contar con un sistema de comunicación que permita el acceso inmediato a la información registrada con el fin de evaluar oportunamente la actividad volcánica observada, esto puede hacerse usando tecnologías de comunicación digital WLAN, la que hace posible la implementación de redes de intercambio de datos de forma simple y eficiente.

Por tanto, la red de estaciones sísmicas digitales que componen el SAT Telica y Cerro Negro ha considerado el uso de la tecnología WLAN, por su efectivo: desempeño, características, seguridad y velocidad de transmisión. Para estos fines, se usaron los estándares 802.11b (WI-FI) y 802.11a, con una topología de red “hibrida”, es decir: Dos conexiones Punto a Multipunto (P-MP: de cada volcán a las estaciones de monitoreo asociadas) y Dos conexiones integrada por los Puntos de Accesos a la red WLAN (que

son los volcanes monitoreados) con la red de fibra óptica de ENATREL hacia INETER-Managua.

3.51 Consideraciones Técnicas

En la planificación de la red inalámbrica se consideraron aspectos técnicos tales como: Cobertura, rendimiento, características técnicas de los equipos de transmisión, desempeño, accesibilidad a los recursos de la red e instalación, estándares de comunicación, largo alcance, resistencia a ambientes agresivos y a la intemperie, robustos, configurables, bajo consumo de potencia, compatibles con el suministro de energía fotovoltaica y flexible con los protocolos de comunicación y programas de aplicación de los dispositivos instalados.

La red inalámbrica permite acceder a puntos de la región volcánica en donde una red cableada no es posible llegar. Brinda a los usuarios y programas de registro sísmico acceso rápido a la información y aplicaciones de las estaciones en tiempo real sin necesidad de estar físicamente en el sitio, lo que facilita la adquisición de datos remotamente sin interrupción.

Las frecuencias de transmisión utilizadas están en 2.4 Ghz y 5.8 Ghz, frecuencias libres. Estas frecuencias se definen en los estándares 802.11a y 802.11b.

El uso de la red inalámbrica facilita expandir la red después de su instalación inicial. Podemos conectar fácilmente una nueva estación sísmica en la zona de cobertura de la red inalámbrica y obtener datos de la zona de interés. La instalación fue realizada por el mismo personal técnico de Ineter, sin necesidad de contratar empresas, lo que ahorró costo y tiempo.

Generalidades Sobre Redes de Área Local Inalámbricas (WLAN)

Una red de área local (WLAN) usa la tecnología de radio frecuencia (RF) para transmitir y recibir datos y está fundamentada en las especificaciones del estándar IEEE 802.11 establecido en junio de 1997, el cual define el uso de los dos niveles inferiores de la arquitectura OSI (capa física y de enlaces de datos) especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN.

Este estándar se ha desarrollado a lo largo del tiempo en una serie de estándares, además del original (802.11) como lo son: 802.11a, 802.11b, 802.11c y existen muchas variaciones, cada una de las cuales añade modificaciones y mejoras (seguridad, interoperabilidad, calidad de servicio y desempeño), pero en lo referente a este trabajo abordaremos el uso de los estándares 802.11a y 802.11b.

El estándar original IEEE 802.11, tenía velocidades de 1 hasta 2 Mbps utilizando la banda de frecuencia ISM (Industrial Scientific Medical) y trabajaba en la frecuencia de 2,4 Ghz, la ventaja es que no necesita licencia. En 1999 surge una modificación y es designada como IEEE 802.11b, es un estándar conocido como Wi-Fi, soporta velocidades de 5 hasta 11Mbps, transmite en la banda de 2.4 Ghz y utiliza la modulación DSSS con el sistema de codificación CCK (Complementary Code Keying) que le permite la velocidad hasta 11 Mbps.

El estándar divide el espectro en 14 canales, que varían de acuerdo a las leyes de los diferentes países. El estándar define una separación mínima entre canales de 5 Mhz, cada canal necesita un ancho de banda de 22 Mhz, esto provoca que cada canal interfiera con los otros adyacentes a cada lado, por eso se recomienda optar por los canales que no representan traslapes (ej. 1, 6 y 11 // 2, 7 y 12 // 3, 8 y 13).

El estándar IEEE 802.11a transmite en 5 Ghz UNII y soporta velocidades de hasta 54 Mbps pero se usa comúnmente en velocidades de 6,12 y 24 Mbps, es incompatible con el estándar 802.11b y 801.11g, pero es útil en el caso de que la interferencia sea en 2.4 Ghz. Esta banda esta dividida en tres divisiones de 100 Mhz (es decir 300Mhz están asignados en UNII) con diferentes potencia de salidas. La banda baja opera de 5.15 – 2.25 Ghz y tiene un máximo de 50mW. La banda media opera en 2.25-5.35 Ghz con un máximo de 250mW. La banda alta utiliza 5.725-5.825 Ghz con un máximo de 1 W. El uso del rango de frecuencias no necesita licencia y utiliza la modulación OFDM tecnología de espectro expandido, esta técnica distribuye los datos en múltiples canales separados entre sí en distintas frecuencias precisas. Esa separación evita que los

demoduladores vean frecuencias distintas a las suyas propias. Tiene 12 canales no solapados, 8 para uso interior y 4 para uso exterior.

La flexibilidad de las redes inalámbricas permite desplegar diversas configuraciones en dependencia de las necesidades y en función de los requerimientos del sistema que queramos implementar. Entre las diferentes configuraciones tenemos:

- Peer to peer o redes ad-hoc

Es la configuración más básica, llamada de igual a igual o ad-hoc y consiste en una red de estaciones móviles que se comunican entre sí. Estas redes ad-hoc son muy sencillas de implementar y no requieren ningún tipo de gestión administrativa.

- Modo Infraestructura

Las estaciones de la WLAN acceden a una LAN cableada través de uno o varios puntos de accesos (AP). Estos puntos de accesos actúan como puentes entre ambas redes, la Ethernet y la inalámbrica, coordinando la transmisión y recepción de los dispositivos inalámbricos. La Fig. 22 muestra las topologías de la red inalámbrica.

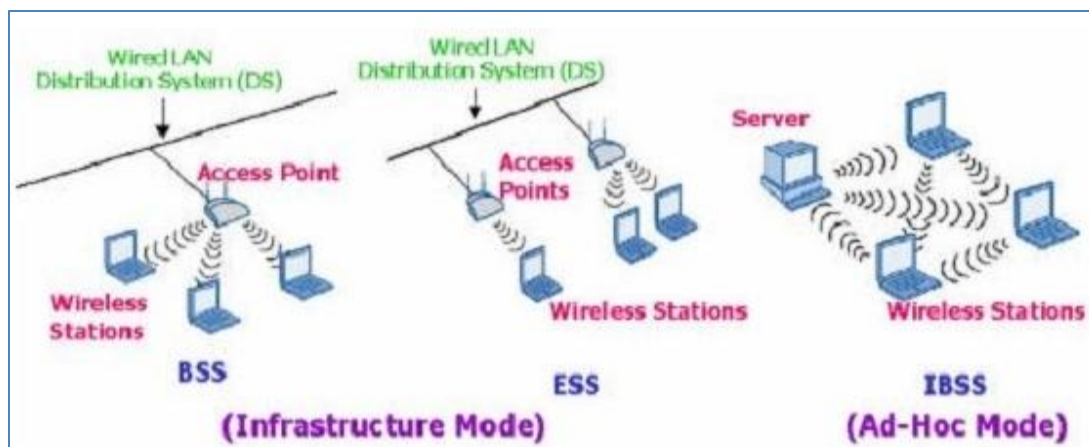


Fig.22 Topologías de las redes Inalámbricas

- Enlaces entre LAN o WMAN

Esta configuración de red inalámbrica incluye el uso de antenas direccionales para enlazar redes que se encuentran geográficamente en diferentes sitios. Podemos conectar dos ciudades a la red local, de esta forma una LAN no inalámbrica se beneficia de la tecnología inalámbrica para realizar interconexiones con otras redes. La presente Fig. 23 representa la topología LAN-WLAN

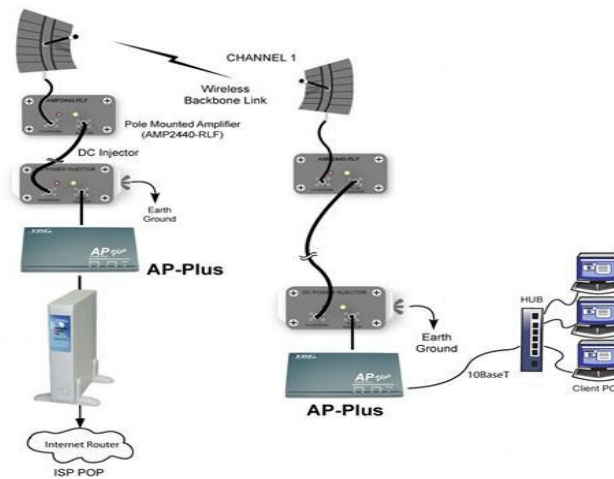


Fig.23 Interconexión de redes entre las redes LAN e Inalámbricas

Estas configuraciones de redes pueden ser usadas para integrarse unas con otras en una gran red, y complementarse con técnicas de redes cableadas. Es por eso que podemos usar enlaces de largo alcance para proveer acceso a internet a una zona remota y usar un punto en esa zona como punto de acceso para proveer acceso local a otros puntos.

3.52 Sistema Central de registro y Procesamiento Central de Datos

El sistema de registro, procesamiento y análisis de datos lo constituye La Central Sísmica de Ineter, en la cual se mantienen sistemas de cómputos que tienen por función detectar automática los eventos sísmicos de las señales que recibe continuamente de las estaciones sísmicas.

En La Central Sísmica se utilizan tres sistemas: SEISLOG, software para registro de estaciones analógicas, EARTHWORM, software para el registro de la red sísmica digital y analógica. Estos dos sistemas de cómputos sirven para detectar y registrar automáticamente los eventos sísmicos de las señales que se reciben continuamente de la red sísmica nacional. SEISAN, software para el procesamiento y análisis de sismos, trabaja bajo la plataforma SUN SOLARIS. Se utilizan dos estaciones de trabajo (SUN) en red con microcomputadores (PC IBM Compatibles).

Están instalados los servidores que reciben, almacenan y distribuyen otros datos importantes para el monitoreo de los fenómenos geológicos, los servidores de Internet y del sitio web para ver los sismogramas de cada una de las estaciones sísmicas en tiempo real y la publicación inmediata de mensajes de alerta comunicados sísmicos y vulcanológicos. Se tiene instalado un servidor de mapas con el software ArcGis, el cual presenta en tiempo real los sismos en forma de mapa epicentral y en lista de sismos fuertes o sentidos por la población, fenómenos geológicos junto con mapas, fotos aéreas o de satélites y otra información topográfica.

Atención ante una crisis volcánica

Cuando ocurre una crisis volcánica, está caracterizada por el incremento de la actividad sísmica, ocurrencia de explosiones, emisiones de gases, salida de cenizas y en algunos casos deformación en la estructura del volcán. La instrumentación sísmica en los volcanes es la técnica más utilizada y con la mayor facilidad para analizar los datos procedentes de las estaciones remotas, encontrando mayor cantidad de datos que pueden brindar información de cómo ha evolucionado la sismicidad antes, durante y después de una actividad eruptiva.

Si la instrumentación sísmica de los SAT a través de sus sensores de periodo corto, detectan cambios en la actividad volcánica tales como sismos, explosiones, tremor o

tren de ondas sísmicas con diferentes periodos de ocurrencia, nos encontramos en un típico incremento de la actividad volcánica. La información es almacenada en el sismógrafo digital y enviada en tiempo real vía internet a la central sísmica de Ineter. Estas señales sísmicas son registradas y almacenadas por el software Earthworm y desplegadas por el programa RSAM que mide la amplitud de la energía liberada.

Si se observa un incremento inusual del RSAM y una sismicidad continua seguida de explosiones, esta información es enviada a la Defensa Civil y Secretaria de SINAPRED en forma de comunicado vulcanológico reportando el estado del volcán.

Si ocurre un sismo, la computadora principal del sistema (SUN) emite una alarma acústica para su procesamiento inmediato. El sismólogo de turno, técnico que presta un servicio de vigilancia sísmica y volcánica en Nicaragua, después de procesar el sismo usando el software el especial SEISAN, envía los parámetros de localización (Fecha, Hora Local, Epicentro, Región y Magnitud) vía fax y correo electrónico a la

Defensa Civil, SINAPRED, Presidencia de la República y medios de comunicación e Instituciones sismológicas de Centroamérica.

Al mismo tiempo se emite un comunicado Vulcanológico, informando sobre la situación del volcán y las medidas de seguridad a seguir, si se estima que una erupción puede ocurrir, Ineter recomienda al SINAPRED el nivel de alerta correspondiente y este pone en función los planes de emergencia. Ineter como la parte científico técnica tiene la tarea de mantener el monitoreo volcánico en Nicaragua y la posibilidad de dar una alerta temprana a la población ante la ocurrencia de erupciones volcánicas.

Así mismo se mantiene una constante comunicación con la defensa civil para el despliegue de sus unidades ante cualquier emergencia



Fig. 24. Central Sísmica (Fuente webserver2.ineter.gob.ni/geofisica/sis/centsis.html)

La fig 24, muestra la Central Sísmica de INETER, la cual es un centro de datos que recibe las señales de las estaciones sísmicas que forman parte de la Red Sísmica Nacional.

El Turno Sismológico es un servicio de 24 horas que garantiza la vigilancia sísmica y volcánica de Nicaragua. En el se integran los miembros de la Dirección de Sismología y del Laboratorio de Electrónica de la Dirección General de Geofísica de INETER.

El sismólogo de turno controla el funcionamiento de la Red Sísmica, de la Central Sísmica; recibe informaciones vía teléfono, fax, radio, INTERNET sobre fenómenos geológicos peligrosos. En caso de la ocurrencia de sismos, erupciones volcánicas, deslizamientos, tsunamis (maremotos) emite mensajes de alerta a Defensa Civil, otras instituciones, medios de comunicación.

Se cuenta con varios servidores que analizan automáticamente las señales sísmicas de las diferentes estaciones. Cuando se detecta un sismo se graba la señal del mismo en disco duro. El sismólogo del turno procesa cualquier sismo dentro de poco tiempo usando un sistema de software especial. Sismos fuertes se procesan inmediatamente y los parámetros del mismo se envían comunicados de alerta por correo electrónico y fax.

Los parámetros se publican también, automáticamente, en una página Web, en forma de mapa epicentral y lista de eventos sísmicos.

3.5.3 Tecnología y Topología WLAN: Porque usar WLAN

Debido al auge y el éxito de los protocolos de comunicación inalámbrica se ha producido una gran difusión en la utilización de dichas redes, debido fundamentalmente a la interoperabilidad del equipamiento producido por distintos fabricantes.

Topología WLAN

La topología implementada fue “Híbrida”, la cual la componen dos o más tipos de topologías. Para la WLAN de los volcanes Telica y Cerro Negro, se usaron tres diferentes topologías, punto multi punto, punto a punto e infraestructura. Además de la fibra óptica la cual transporta los datos de las dos redes para ingresarlo a la red LAN de Ineter.

Diseño de la Red Telica-Cerro Negro-León-Managua Planteada

La red diseñada prestará servicios de enlaces para los tramos de red León-Cerro Negro, Cerro Negro-Telica y León- Managua, por la cobertura geográfica, velocidad de acceso y flexibilidad sin la necesidad de usar cables para establecer la comunicación, proporcionando acceso de alta capacidad a los dispositivos instalados en la zona volcánica. En León se aprovechó el nodo de la red de fibra de óptica de la Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL), para el ingreso de la red inalámbrica proveniente de los Volcanes Telica y Cerro Negro-Telica y el transporte de los datos hacia el nodo de fibra óptica en GECSA, Managua. Para transmitir los datos hacia Ineter, se instala un enlace inalámbrico con topología punto a punto entre GECSA–INETER, para el ingreso a la red LAN de INETER.

Para el diseño la red de datos del SAT Telica y Cerro Negro se ha seleccionado la tecnología WLAN compuesta por sistemas de enlaces radios de digitales en la banda de 2.4 Ghz y 5.8 Ghz, con antenas sectoriales y direccionales de alta ganancia para cubrir la zona. Se dividió el sistema de enlaces en dos redes inalámbricas, una red en el Volcán Telica y la otra red en Volcán Cerro Negro.

La arquitectura de la red en el Volcán Telica tiene radios digitales de 5.8 Ghz para exteriores configurados como clientes (CPE) y puntos de acceso (AP) compatibles con el estándar 802.11a, radios digitales 2.4 Ghz para exteriores compatibles con 802.11b configurados como cliente (CPE), una antena sectorial de 5.8 Ghz en la estación base para cubrir el área de la red de clientes y antenas direccionales de 5.8Ghz y 26dBi de ganancia. La configuración implementada ha sido punto multipunto (P-MP) y punto a punto (PxP) o bridge.

La red tiene los siguientes componentes:

- Puntos de Acceso (AP) o Estación Base, TR-5a con antena sectorial de 15 dBi, 120 grados de cobertura.
- Clientes (CPE) 5.8 Ghz, TR-5a -26, con antenas direccionales de 26 dBi
- Clientes (CPE) TeraStar Etherant Turbo Cell de 2.4 Ghz con antena integrada de 18 dBi que a la vez funciona para enlazar con la red inalámbrica del Cerro Negro.
- Switch Ethernet de 8 puertos 3Com, 12 VDC

Este sistema de enlaces en el Volcán Telica, los clientes están ubicados en los puntos donde están ubicadas las estaciones sísmicas, se ha instalado un punto de acceso (AP) en el Volcán Telica para recepción de los datos y un cliente (CPE) en 2.4 Ghz para la transmisión de datos al Cerro Ojo de Agua en Volcán Cerro Negro, enlazando las dos redes. Como estamos usando la frecuencia de 5.8 GHz hemos consideramos la línea de vista entre los clientes y el punto de acceso (AP) ubicándolo en un punto alto para mejorar la cobertura y calidad de los enlaces.

Los puntos se describen a continuación:

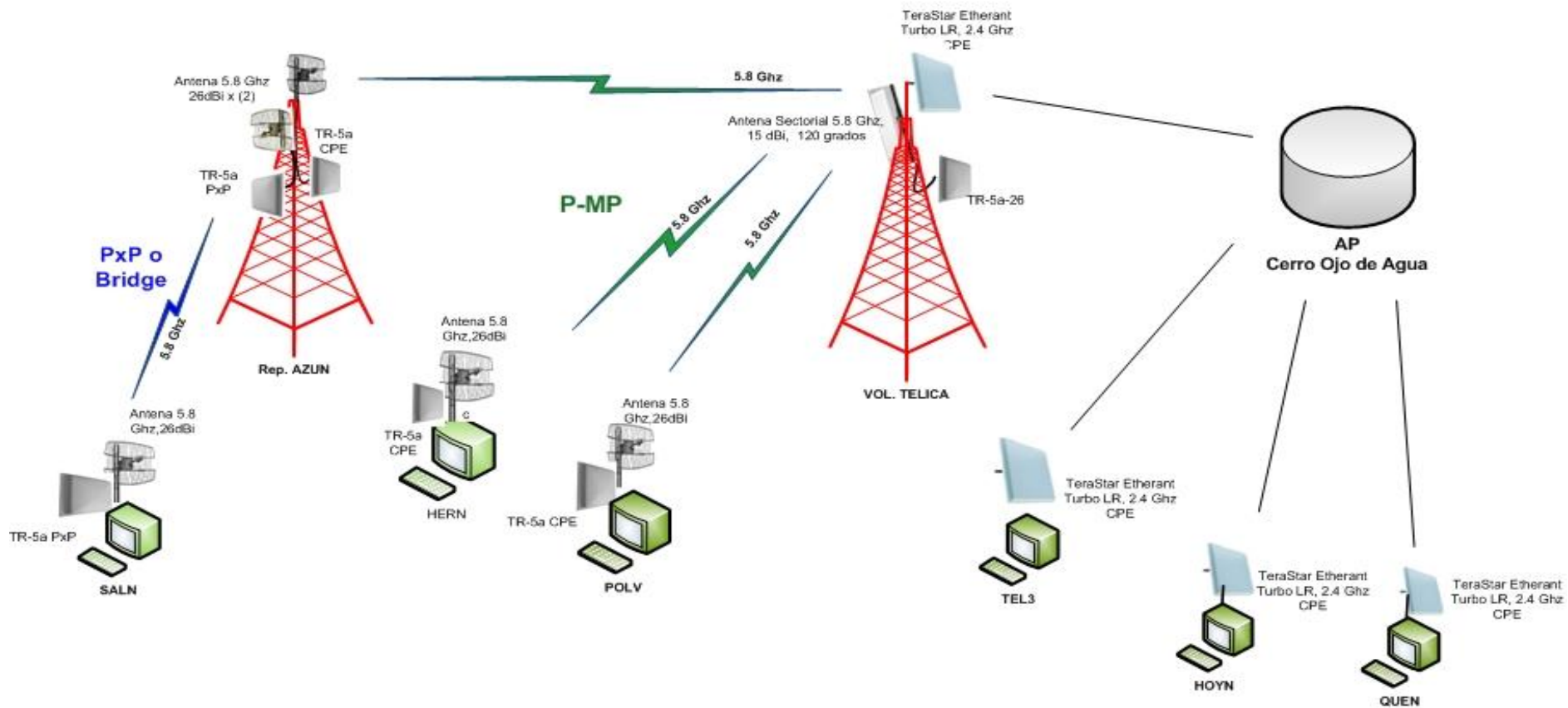
- HERN: Cliente(CPE) 5.8 Ghz, con antena direccional de 26dBi de ganancia
- POLV: Cliente(CPE) 5.8 Ghz, con antena direccional de 26dBi de ganancia
- SALN: Cliente(CPE) 5.8 Ghz, con antena direccional de 26dBi de ganancia
- AZUN: Se usa como repetidor con un Punto de Acceso (AP) 5.8 Ghz y Cliente (CPE) 5.8 Ghz, con antenas direccionales de 26dBi de ganancia

- TELN: Punto de Acceso (AP) 5.8 Ghz con antena sectorial de 5.8 Ghz y Un cliente Wireless (CPE) TeraStar Etherant Turbo Cell de 2.4 Ghz con antena integrada de 18 dBi de ganancia.
- HOYN: Cliente Wireless (CPE) TeraStar Etherant Turbo Cell de 2.4 Ghz con antena integrada de 18 dBi de ganancia
- TEL3: Cliente Wireless (CPE) TeraStar Etherant Turbo Cell de 2.4 Ghz con antena integrada de 18 dBi de ganancia
- QUEN: Cliente Wireless (CPE) TeraStar Etherant Turbo Cell de 2.4 Ghz con antena integrada de 18 dBi de ganancia

Para la red WLAN, se usaron radios de 5.8 Ghz TR-5a porque tiene las características de ser configurado como punto de acceso, cliente y puente. Además tiene doble Puerto Ethernet lo que permite encadenar (Daisy Chaining) el radio con otro radio, sin la necesidad de usar un switch Ethernet. Se alimenta vía POE y se configura a través de interface de web. En las estaciones QUEN, TEL3 y HOYN se usó radios en 2.Ghz porque no tiene línea de vista con el AP en Volcán Telica, únicamente tienen línea de vista con el Cerro Ojo de Agua (CNG4) y se aprovecho la red del volcán Cerro Negro ya existente. Se muestra un esquema de la red

En la página siguiente se muestra la Fig. 25 Red Inalámbrica de Telica

Red de Comunicación de Datos del SAT Volcán Telica



La estructura de la red inalámbrica en el Volcán Cerro Negro la componen radios digitales de 2.4 Ghz para exteriores, compatibles con 802.11b, diseñados para aplicaciones punto multipunto (P-MP) con antenas internas de 18 dBi. Un radio digital AP Ext-LR de 2.4 Ghz como punto de acceso (AP), con una antena sectorial externa de 2.4Ghz para cubrir el área de los clientes. La configuración implementada ha sido punto multipunto (P-MP) y un enlace punto a punto (PxP) o modo bridge para enlazar la red inalámbrica con el nodo de fibra en Enatrel de León.

La red tiene los siguientes componentes:

- Un Punto de Acceso (AP) o Estación Base AP Ext-LR Turbo de 2.4 Ghz con antena sectorial de 14 dBi y 180 ° de cobertura.
- Clientes Wireless (CPE) TeraStar Etherant Turbo Cell de 2.4 Ghz con antena integrada de 18 dBi de ganancia
- Un enlace punto a punto o modo bridge en 2.4 Ghz, EC-II, con antena direccional de 24dBi de ganancia para comunicar la red inalámbrica con el nodo de fibra en Enatrel de León
- Switch Ethernet de 12 puertos Netgear, 16 VDC

En esta red inalámbrica, los clientes Wireless (CPE) están ubicados en los sitios donde están situadas las estaciones sísmicas, se ha instalado un punto de acceso (AP) en el Cerro Ojo de Agua para mejor cobertura de la recepción de los datos. Un enlace punto a punto en 2.4 Ghz para conectar la red con el nodo de fibra en Enatrel de León. En este diseño se consideró las líneas de vistas, trayectorias, posibles obstrucciones y cobertura de área de los enlaces.

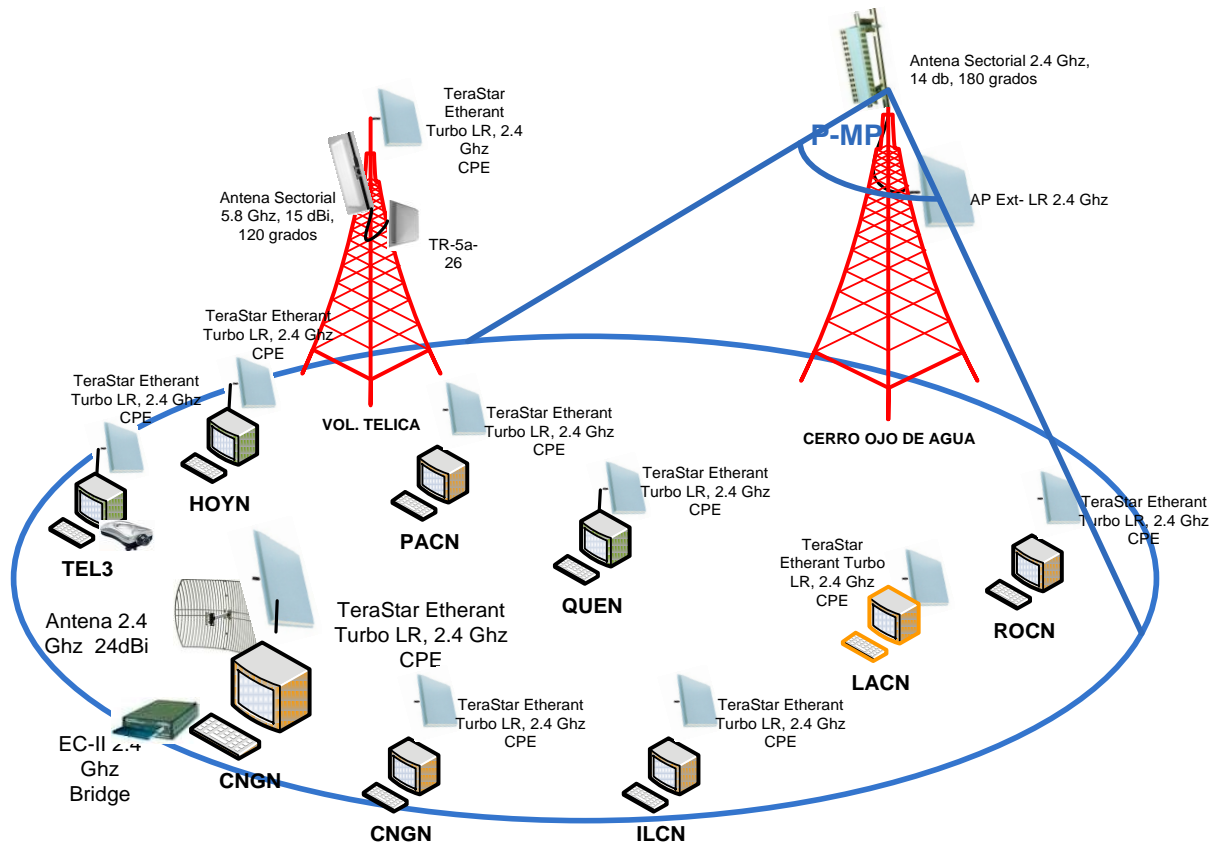
Los puntos se describen a continuación:

- CNGA: Cliente Wireless (CPE) en 2.4 GHz
- ROCN: Cliente Wireless (CPE) en 2.4 GHz y Punto de Acceso como repetidor
- ILCN: Cliente Wireless (CPE) en 2.4 GHz
- CNG4: Cerro Ojo de Agua, Punto de Acceso en 2.4 GHz con antena sectorial

- CNGN: Cliente Wireless (CPE) en 2.4 GHz y un enlace punto a punto (Bridge) en 2.4 GHz para la comunicación con el nodo de fibra en León.
- PACN: Cliente Wireless (CPE) en 2.4 GHz
- LACN: Cliente Wireless (CPE) en 2.4 GHz

A continuación se muestra Fig. 26. Red inalámbrica de comunicación de datos Cerro Negro. El círculo simula la cobertura de la antena.

Red de Comunicación de Datos del SAT Volcán Cerro Negro



En la red de enlaces de comunicación del red SAT Cerro Negro, se usaron radios TeraStar Etherant Turbo en la banda de 2.4 Ghz, los cuales usan Turbo Cell, es un protocolo alternativo para las redes públicas exteriores y servicios de proveedores de internet inalámbricos. La principal diferencia es que el Turbo Cell no tiene la infraestructura estándar y los modos ad hoc, en lugar tiene diversos AP que operan de modo Estación Base y Estación Satélite.

La Estación Base funciona como el punto principal de conexión inalámbrico y las estaciones basadas en los satélites casi actúan como los repetidores y el enlace con la estación base para proveer el servicio a los clientes. Estos radios permite la conexión de hasta 5 clientes alambrados por cada radio. La Fig. 27 muestra el funcionamiento estándar Turbo Cell.

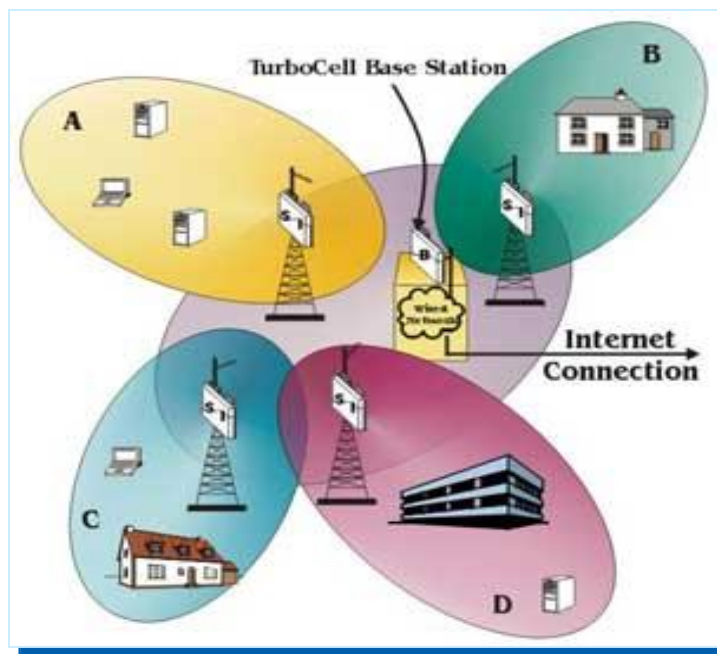


Fig.27 estándar Turbo Cell

A continuación la Fig. 28 muestra la red de comunicación de datos Volcán Cerro Negro-León-Managua.

En la Fig. 29 se muestra la red de comunicación Telica-Cerro Negro-León – Managua.

Red de Comunicación de Datos Volcán Cerro Negro – LEON-MANAGUA

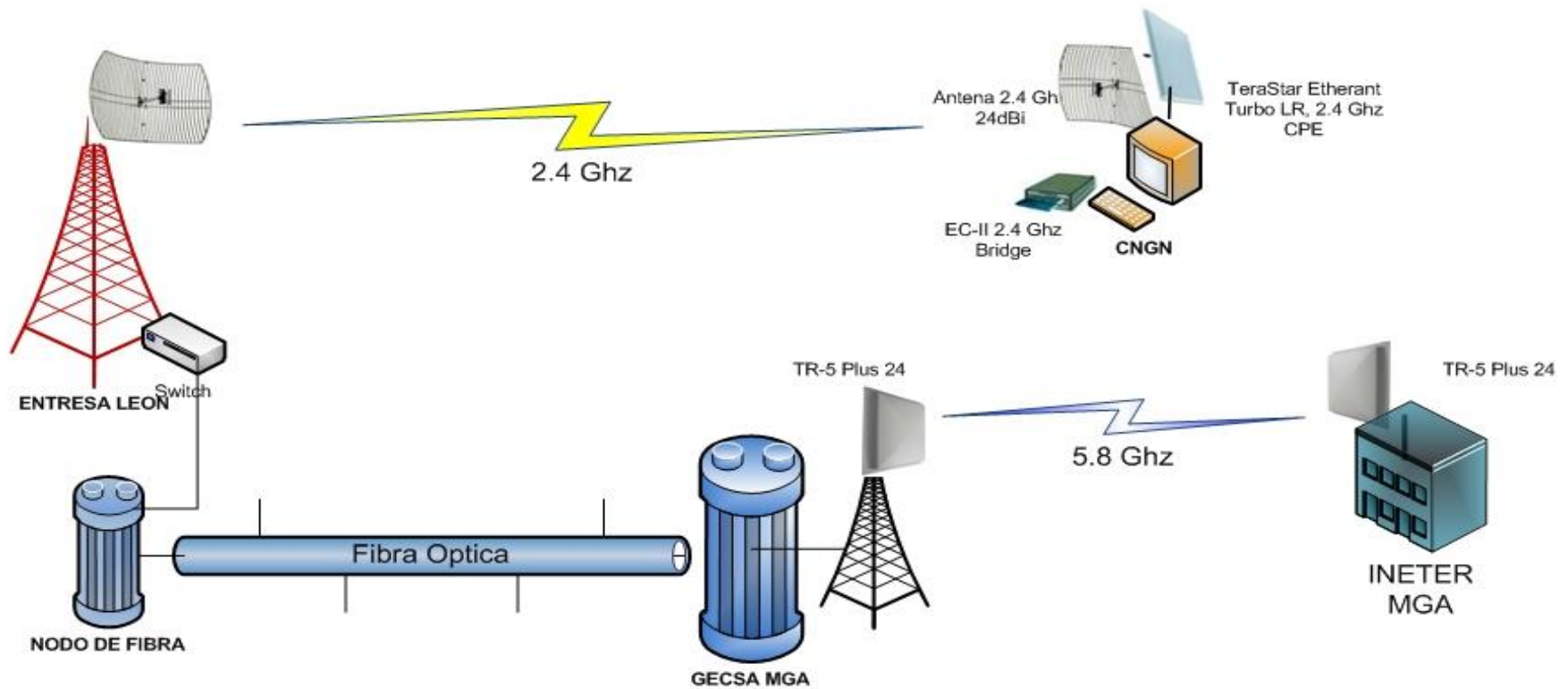


Fig. 28

Red de Comunicación de Datos SAT Telica-Cerro Negro-Leon-Managua

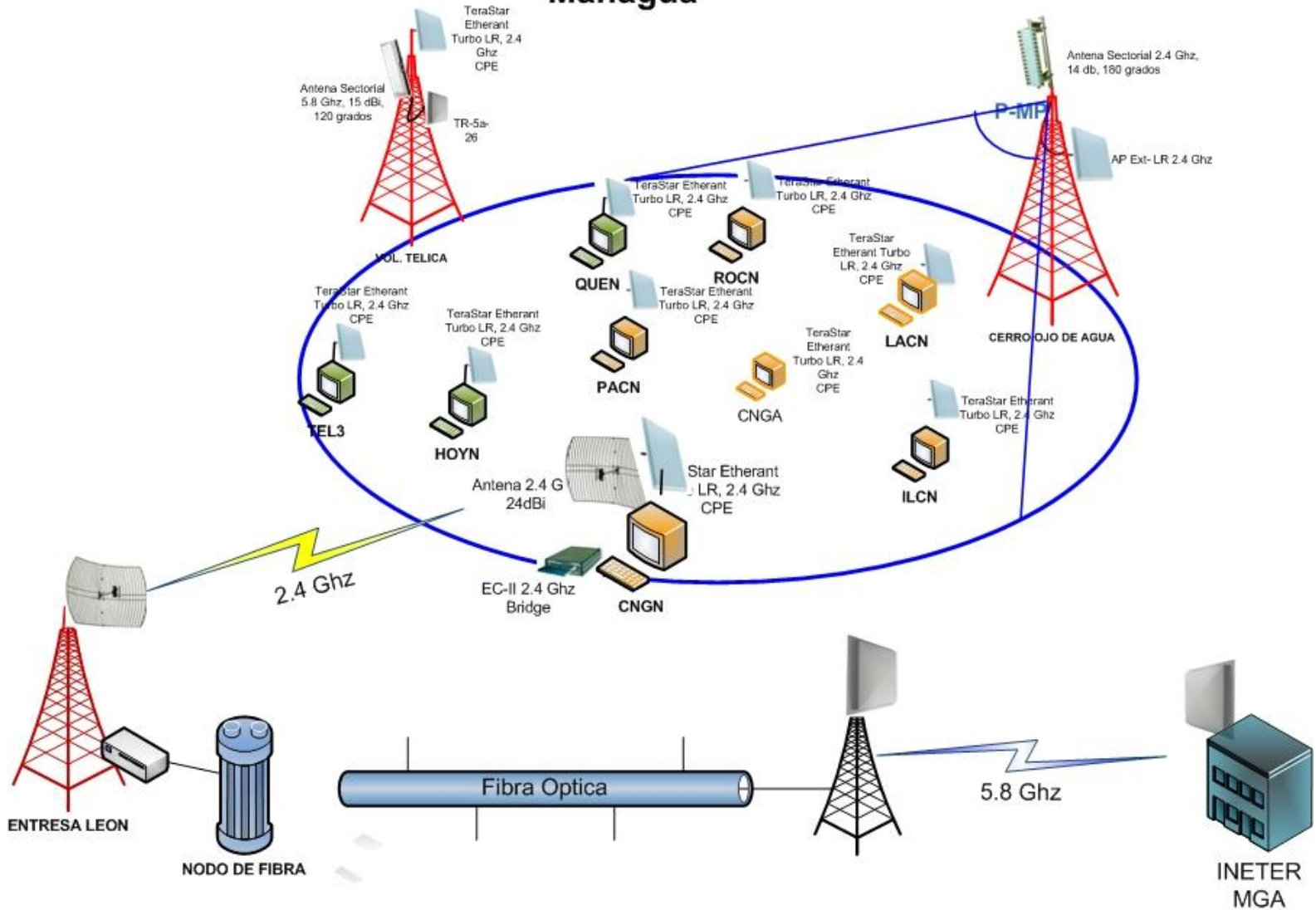


Fig.29

3.5.4 Selección de Componentes del Sistema de Comunicación

Para equipos utilizados en la implantación de la WLAN para las redes sísmicas digitales, hemos seleccionado radios digitales en la banda de 2.4 Ghz y 5.8Ghz, que son compatibles con los estándares 802.11b y 802.11g respectivamente. Con aplicaciones para exteriores y resistentes a los ambientes agresivos como son los gases volcánicos, humedad y alta temperaturas.

Entre los equipos en 2.4 Ghz, se presentan los radios digitales TeraStar Etherant Turbo/LR, TeraStar AP-Ext-N, Wireless Ethernet Converter EC-II y antenas sectoriales y direccionales.

TeraStar Etherant Turbo/LR

Este radio de Terabeam Wireless ofrece aplicaciones punto a multipunto (P-MP), tiene integrada una antena de 18 dBi de ganancia y un radio de 2.4Ghz. Los radios cuentan con el estándar industrial Turbo Cell, protocolo que mejora significativamente el desempeño de los sistemas en 802.11b para exteriores y proporciona la función de asignación del ancho a los usuarios, esta característica no es propia de 802.11b pero Turbo Cell la implementa. El dispositivo WLAN se energiza a través del cable Ethernet (POE) a 48 VDC, con un inyector de corriente directa (DC Power Injector). En el campo se usó un convertidor de 12 VDC a 48VDC porque el suministro de energía fotovoltaica es 12VDC.

TeraStar AP-Ext-N-LR

El TeraStar AP-Ext-N-LR (4400) es un 802.11b access point (AP) que provee máxima cobertura en áreas donde hay hot spots 802.11b, hoteles, aeropuerto etc. Es fácil de instalar y tiene un conector externo tipo N para antena. El AP-Ext-N-LR se energiza a través del cable Ethernet (POE) a 48 VDC, con un inyector de corriente directa (DC Power Injector). En el campo se usó un convertidor de 12 VDC a 48VDC porque el suministro de energía fotovoltaica es 12VDC.

Ethernet Converter EC-II

Es un Convertidor de Ethernet Inalámbrico de la YDI Wireless que soporta una tarjeta WLAN Agere 802.11b, compatible con Wi-Fi. Esta tarjeta incluye un conector externo para antenas. Cuando la tarjeta WLAN es instalada en el EC-II proporciona velocidades de hasta 11 Mbps.

El radio EC-II ofrece eficiencia de alta velocidad y conectividad inalámbricas para cualquier dispositivo equipado con un puerto Ethernet.

Es de bajo consumo, ya que alimenta con 12VDC, compatible con el sistema de energía fotovoltaica.

Se muestra en la Fig. 29 un radio EC-II

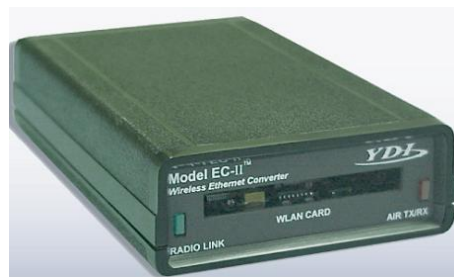


Fig. 29 Ethernet Converter

Antenas

Para el establecimiento de los diferentes enlaces se utilizan dos tipos de antenas. Una para enlace entre dos puntos de red y otra para proporcionar cobertura a los enlaces locales de corto alcance.

Antena de parrilla

Es una antena modelo PT22424 de 2.4 Ghz de la YDI Wireless, tiene ganancia de 24dBm y una apertura de haz de 10°. Ofrece alta ganancia para comunicaciones de datos inalámbricas de largo alcance. Incorpora un reflector de parrilla y un elemento de alimentación integrado a un cable coaxial con un conector N-Macho.

Antena Sectorial

Antena sectorial 2.4 Ghz modelo LP14 de Terabeam Wireless, polarizada verticalmente, tiene una ganancia 14 dBi con una apertura de haz horizontal de 180° y vertical de 9°.

Equipos de 5.8 Ghz

Radio Tranzeo TR-5a de Tranzeo Wireless Technologies, compatible con 802.11a y tiene con potencia de transmisión de 13 dBm. Es configurable en tres modos: Punto de Acceso (AP), Punto a Multipunto (P-MP) y Punto a Punto (PxP) o Bridge. Tiene doble puerto Ethernet lo que permite hacer un "Daisy Chaining" con otro radio. Se alimenta a través de Ethernet (Power Over Ethernet, POE) con 12VDC.

Antenas Direccionales

Antena de rejilla 5.8 Ghz modelo TR-GD58-26 de Tranzeo Wireless. Tiene una ganancia de 26 dB con una apertura de haz horizontal y vertical de 6° en la dirección de máxima directividad.

Antena Sectorial

Antena Sectorial 5.8 Ghz modelo SA4958-120-16 de pacwireless, polarizada verticalmente. Tiene una apertura de haz horizontal de 120° y horizontal de 90°. Se usan en las estaciones bases para brindar cobertura los enlaces.

Se muestra figura

Switch Ethernet

Switch Ethernet Netgear, de 12 puertos Netgear, 12 VDC.

Switch Ethernet 3Com 10/100 TX, de 8 puertos 3Com, 12 VDC.

Energía

Se utiliza la energía solar para alimentar todos los equipos y sistemas de adquisición. El sistema fotovoltaico está compuesto de: Paneles solares, baterías, controladores de voltajes

Paneles Solares

Paneles de 100 Watt, Monocristalino. Se instalaron en el techo de la caseta, empotrados con angulares y pernos, para evitar el vandalismo.

Baterías

Las baterías almacena la energía que les proporciona los paneles solares. Se utilizaron baterías marca Deka Solar y Trojan tipo ciclo profundo de 12 VDC, 105 Ah.

Regulador de Voltaje

Evita la que batería soporte descargar y sobre cargas excesivas. Los reguladores usados son Sun Saver 20, Marca Morningstar y Phocos 20 Amp.

Protección Eléctrica

La zona volcánica es propensa a las tormentas eléctricas y la caída de rayos. Para proteger los equipos de esas descargas eléctricas se ha optado por instalar protectores de Ethernet RJ-45 Tripp lite, instalados en los cables de comunicación Ethernet que van conectados a los radios. Se instalaron varilla polo a tierra de cobre de $\frac{1}{2}$ ', con cable solido # 8, se deriva hacia el mástil para mantener a todos los equipos conectados a la misma potencia de tierra,

3.6 Instalación del Sistema de Comunicación

Para la instalación del sistema de comunicación, fue necesario hacer un estudio del área para verificar la posibilidad de la instalación del enlace. Se realizó un trabajo de oficina, tomando como referencia un mapa topográfico para ubicar los puntos y tener una formación acerca de la localización, vías de acceso, puntos altos y puntos bajos.

Para verificar esta información se tuvo que efectuar una visita de campo a los sitios específicos, tomar las coordenadas y verificar la existencia de línea de vista, las obstrucciones en el trayecto de los enlaces y la distancia entre los puntos.

Se utilizó el programa ArcGis como herramienta cálculos de link planner, esto es crear los perfiles de la telemetría y cobertura de los enlaces.

Una vez finalizados los trabajos de campo, se procedió a realizar pruebas de laboratorio con los equipos de radios y monitoreo para verificar que estos se encuentren funcionando perfectamente. A la vez se configuraron asignando los IP con que trabajaran en el campo.

La instalación de la red inalámbrica en conjunto con las estaciones sísmicas digitales se efectuaron en dos etapas, la primera en el Volcán Cerro Negro y la segunda en el Volcán Telica. En ambas etapas se contó con grupo técnico de trabajo formado por tres personas.

Actividades en la instalación en SAT Volcán Cerro negro

Se realizó una prueba de transmisión para un enlace de 25 Km de distancia entre la estación del Cerro Negro (CNGN) y el nodo de fibra en Enatrel de León (LEON), para esta prueba se usaron radios EC-II que operan en la banda de 2.4Ghz con una antena de rejilla de 24dB de ganancia, se configuraron en modo punto a punto o bridge. Se obtuvo como resultado un enlace de buena calidad, por lo que se seleccionó este equipo para establecer la comunicación. Esto permite que la red inalámbrica proveniente de los volcanes ingrese a la red de fibra en Enatrel de León y transporte los datos hacia Ineter–Managua.

La fig. 30 muestra los resultados de la prueba de transmisión del enlace CNGN-LEON

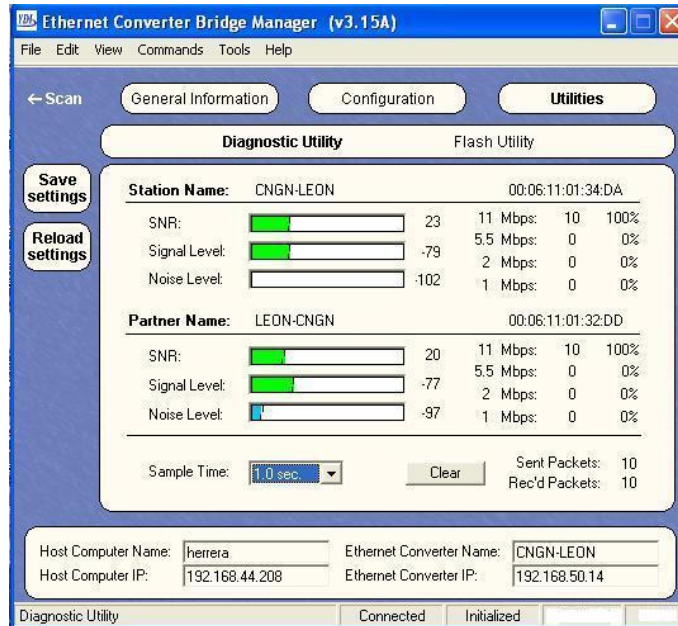


Fig.30 Diagnostico del enlace CNGN-LEON

Para los cortos enlaces no se realizaron pruebas de transmisión, ya que se tenía LOS esto es clara línea de vista, visibilidad directa del punto a la estación base y sin obstrucciones.

Se instaló el radio AP-Ext-N-LR como estación base en el Cerro Ojo de Agua (CNG4). Los trabajos de montaje de los paneles solares, baterías, regulador de voltaje, radio y antena de transmisión fueron tareas muy duras, porque se tuvo que transportar los equipos a la caseta ubicada en la cima del cerro Ojo de agua, el cual tiene una altura de 800 metros.

Dos paneles solares se instalaron en el techo de la caseta, se reforzaron con marcos elaborados con angulares y se fijaron con pernos para brindar seguridad. Dos baterías de 12 VDC, 105 Ah son colocadas en un soporte de madera dentro de la caseta. La antena sectorial de 2.4Ghz se instala en un tubo galvanizado de 3" de diámetro y se alineó de acuerdo al ángulo del azimut, que es el ángulo horizontal que hay que girar la antena desde el polo norte hasta encontrar la antena receptora, se usó una brújula para

orientar la dirección de la antena, sin embargo para este tipo de enlaces cortos, suele bastar con alineamiento a vista. Para energizar el radio se usa un convertidor de 12 VDC a 48 VDC.

En las punto de CNGN, ILCN, ROCN, LACN, PACN y CNGA se instalaron los radios TeraStar Etherant Turbo/LR y estaciones de monitoreo sísmico. Se continuó con la misma técnica de instalación de los paneles solares empotrándolos en el techo de la caseta, igualmente los radios con antena integrada de 18dBi se instalaron en un tubo galvanizado de 3" de espesor.

Las estaciones de monitoreo están conformadas por un sensor sísmico de periodo corto de 4.5 Hz y un sismógrafo SARA de 24 Bit de resolución. El sensor se fija en el piso de la caseta para registrar las vibraciones del suelo y se conecta al sismógrafo que esta empotrado en la pared. Las baterías 12 VDC, 105 Ah, están colocadas sobre un soporte de madera situado en el piso de la caseta. El sismógrafo tiene un puerto Ethernet que se conecta al radio preparado para transmitir datos.

Una vez finalizados los trabajos de instalación, se procedió a realizar pruebas con las estaciones de la red local, se conectó desde la estación CNGN y se logro ver el estado de la red. Se pudo accesar a las estaciones sísmicas ROCN y CNGA.

Se realizaron pruebas de transmisión entre la base y los puntos de la red, obteniendo resultado satisfactorios. Se notó que con los enlaces ILCN y PACN la velocidad de transmisión no era constante por lo que se tuvo que orientar sus antenas para lograr una mejor conexión con el cerro Ojo de Agua (CNG4).

Se conectó a la red desde CNGN y se hizo pruebas de conexión con el servidor en Ineter, obteniendo bueno resultados ya que los datos de las estaciones están entrando al servidor en tiempo real.

Actividades en la instalación en SAT Volcán Telica

En la estación del cráter del Volcán Telica (TELN) se instaló un radio de 5.8 Ghz TR-5a configurado como AP con un antena sectorial de 5.8 Ghz, un cliente (CPE) TeraStar Etherant Turbo/LR de 2.4 Ghz para establecer el enlace con la estación base cerro Ojo de Agua y una estación de monitoreo sísmico, compuesta por un sensor sísmico de periodo corto de 4.5 Hz y un sismógrafo SARA de 24 Bit de resolución.

El sensor se instala en el piso de la caseta para registrar la sismicidad volcánica y se conecta al sismógrafo que esta empotrado en la pared de la caseta. Las baterías están colocadas sobre un soporte de madera situado en el piso de la caseta. Se suministra un swith Ethernet de 8 puertos 3Com 10/100 para interconectar los equipos a la red. En la estación ya tenía instalado el suministro de energía fotovoltaica por lo que no fue necesario instalar otro.

En cada una de las estaciones de POLV, HERM y SALN se instaló el sistema de comunicación, monitoreo sísmico y energía fotovoltaica. En el techo de la caseta se instalaron dos paneles solares, se fijaron con marcos elaborados con angulares para brindar seguridad. Se colocaron dos baterías 12 VDC, 105 Ah en un soporte de madera.

Los radios TR-5a-26 y las antenas de rejilla de 5.8 Ghz, se instalaron en un tubo galvanizado de 3" de diámetro. La antena se alineó en dirección a la estación base TELN.

Se ha instaló la instrumentación de monitoreo sísmico, compuesta por un sensor sísmico de periodo corto de 4.5 Hz y un sismógrafo SARA de 24 Bit de resolución. El sensor se fija en el piso para registrar la actividad volcánica y se conecta al sismógrafo que esta empotrado en la pared de la caseta. Se suministra la alimentación al radio a través de Ethernet (POE). El sismógrafo se conecta al radio a través de su puerto Ethernet listo para transmitir.

En AZUN se instalaron dos radios TR-5a-26 con antena de 26db, uno es configurado como cliente (CPE) y el otro como Access Point (AP), este funciona como repetidor de SALN, por no tener línea de vista con la estación base del cráter (TELN). En AZUN se

usa un Daisy Chaining para encadenar los dos radios. Los radios se alimentan con 12VDC a través de Ethernet (POE).

Considerando lo difícil de las vías de acceso hacia la estación del cráter TELN, por la geografía de la zona, se logró establecer el enlace entre TELN y el cerro Ojo de agua (CNG4), lo que permite el ingreso de las estaciones del SAT Telica al nodo de fibra en León y que esto lleguen a Ineter, Managua.

Las estaciones POLV, HERN y SALN por ser enlaces de corto alcance la calidad son de buena, obteniendo hasta 36Mbps de velocidad.

El trabajo realizado en la instalación de la red de comunicación inalámbrica y de monitoreo ha sido un avance, se ha emigrado de la tecnología analógica a la digital. Podemos acceder remotamente a la red de estaciones sísmicas para checar las aplicaciones y la información registrada. Los datos son enviados a Ineter, para ser desplegados por los programas de registro y procesamiento.

CAPITULO IV: INVERSION DEL PROYECTO

Este proyecto tiene como objetivo perfeccionar el sistema de monitoreo de los fenómenos volcánicos y la alerta temprana mediante la implantación de una red inalámbrica para la transmisión de datos de las estaciones sísmicas digitales instaladas en los volcanes Telica y cerro Negro.

Los datos recolectados por el monitoreo volcánico brindan información sobre la posibilidad de una erupción volcánica y la capacidad de emitir una alerta.

Para desarrollar este proyecto, se obtuvo la cooperación de la ONG CARE Internacional de Nicaragua, la cual es una organización sin fines de lucro, financió los SAT Telica y Cerro Negro.

Un SAT lo compone cuatro elementos

- Monitoreo, pronóstico y vigilancia (Instalación de la instrumentación para el sistema de alerta temprana)
- Organización y preparación de las capacidades para respuesta por erupciones volcánicas (Entrenamiento y educación de las comunidades y brigadas)
- Infraestructura (Obras de mitigación)
- Conocimiento y mapeo de la zona de amenazas (Incrementar las capacidades para identificar, evaluar y reducir el impacto de los desastres ocasionados por las erupciones volcánicas en coordinación con instancias nacionales encargadas de la temática.

En este proyecto los principales beneficiarios son los habitantes de las 95 comunidades rurales de las zonas aledañas al volcán Telica y Cerro Negro, que comprenden los municipios de León, Telica, Malpaisillo y San Jacinto.

Los socios o contrapartes son las instituciones tales como Defensa Civil cuya misión es “salvaguardar las vidas humanas en caso de emergencia o desastre”, Ineter es el responsable del monitoreo y estudio de los fenómenos volcánicos, Las alcaldías de Telica, Malpaisillo y San Jacinto son las máximas autoridades locales y las comunidades aledañas a los volcanes que juegan un papel importante para la respuesta la fenómeno volcánico.

La información financiera se enfatiza en la componente del sistema de monitoreo, es la instrumentación que se instala en los Volcanes Telica y Cerro Negro. Los otros elementos son propios de las actividades del organismo donante.

Especificaciones de Equipos del SAT Telica y Cerro Negro

Descripción	Cantidad Estimada	Precio Unitario U\$	Total U\$
Sismógrafos SARA	7	3,200.00	22,400.00
Sensores triaxiales 4.5 Hz	7	2,000.00	14,000.00
Antena sectorial de 5.8 Ghz	3	700.00	2,100.00
Radios TR-5a-26 con antenas de 26dB	20	575.00	11,500.00
Paneles Solares 100watts,	16	580.00	9,280.00
Controladores de voltaje CML-20	8	55	440.00
Baterías Ciclo profundo Trojan	8	80.00	640.00
Switch Ethernet 5 puertos 3Com	5	60	300.00
Cámara web Intellinet	03	800.00	2,400.00
Casetas de concreto para protección de equipos	6	2,000.00	12,000.00
Software de monitoreo de redes	1	2,595.00	2,595.00
TS-7260 SBC/LINU/128 RAM<2W	10	375.00	3750.00
U\$ 81,405.00			

Especificaciones de Equipos del SAT Cerro Negro

Descripción	Cantidad Estimada	Precio Unitario U\$	Total U\$
Sismógrafos SARA	6	3,200.00	19,200.00
Sensores triaxiales 4.5 Hz	6	2,000.00	12,000.00
Antena sectorial de 2.4 Ghz	2	350.00	700.00
TeraStar Etherant Turbo	16	400.00	6,400.00
Paneles Solares 100watts,	16	580.00	9,280.00
Controladores de voltaje CML-20	8	55	440.00
Baterías Ciclo profundo Trojan	8	80.00	640.00
Casetas de concreto para protección de equipos	6	2,000.00	12,000.00
U\$ 60,660.00			

Total del SAT Telica y Cerro Negro U\$ 142,065.00

Los bienes adquiridos para el funcionamiento del SAT Telica y Cerro Negro, pasan por el mecanismo de donación a ser propiedad de INETER, quien garantizara el mantenimiento y sostenibilidad de los mismos.

4.1 Análisis Costo Beneficio

El invertir en medidas de prevención no sólo contribuye a evitar las pérdidas de vidas humanas sino que es beneficioso desde el punto de vista económico: Las comunidades aledañas a los Volcanes Telica y Cerro Negro tienen un elevado nivel de pobreza y están localizados en zonas vulnerables por tanto invertir en la prevención evita cuantiosos daños tanto en vidas humanas, economía, agricultura y bienes materiales.

Sin embargo la política de la prevención aun no está desarrollada completamente, el gobierno y los organismos donantes enfocan sus fondos para atender desastres naturales cuando ocurren mientras que para la prevención no hay una línea de acción que permita estimular el interés por la educación en la prevención.

El beneficio de un SAT además del salvar vidas humanas es que mejora la componente del sistema de monitoreo con la adquisición de nuevos instrumentos, robustos y con buen desempeño para asegurar la vigilancia.

En este análisis costo- beneficio se comparan los potenciales daños y pérdidas que ocasionaría un desastre natural en las comunidades con los costos que implicaría la adquisición, ejecución y puesta en marcha de un sistema de alerta temprana para salvar vidas humanas de los desastres naturales.

Por ejemplo el SAT Cerro Negro la componente de monitoreo constó U\$ 60,660.00.

Si no se tuviese SAT y ocurre una erupción volcánica, ocasionaría daños en la agricultura por la caída de cenizas, se contaminaría las fuentes de agua, emanación de gases tóxicos generarían infecciones de las vías respiratorias, la infraestructura colapsaría y eso ocasionaría millones de córdobas en pérdida, y un atraso económico progresivo.

Con esto quiero decir que los bienes materiales pueden comprarse pero las vidas humanas no se pueden comprar ni sustituir.

CONCLUSIONES

- ❖ La aplicación de las nuevas tecnologías de comunicación como parte integrante de los equipos de adquisición de datos permite el desarrollo de los sistemas para la vigilancia remota de volcanes.
- ❖ El diseño e implantación de la tecnología inalámbricas WLAN aplicada a la red de monitoreo sísmico del SAT Telica y Cerro Negro, permite alcanzar velocidad de transmisión de 11 Mbps hasta 45 Mbps, podemos conectarnos a las estaciones de monitoreo en cualquier momento y ver los datos en tiempo real, checar su estado y el de la red.
- ❖ La movilidad y flexibilidad que ofrece la red inalámbrica hace posible expandir la red de tal manera que podemos instalar una estación sísmica en la zona de cobertura de la red y obtenemos la comunicación con la central sísmica para la transmisión de los datos.
- ❖ Con la red inalámbrica perfectamente conectamos cámaras web, estaciones meteorológicas y otro instrumento de monitoreo y enviamos toda la información en tiempo real.
- ❖ Con la red de estaciones de monitoreo distribuidas en los volcanes Telica y Cerro Negro se mejora la calidad del registro, una red más densa proporciona mayor información de los procesos volcánicos, la calidad de transmisión que ofrece la wlan como medio de transmisión incrementa esa calidad.
- ❖ El uso de WLAN, hace posible el intercambio de datos con estaciones extranjeras lo que proporciona datos de eventos importantes sin necesidad de ir al sitio, creando una red sísmica virtual, lo que favorece la calidad de localización.
- ❖ La instalación de los equipos inalámbricos fue sencilla y fácil configuración. Los programas propietarios de los radios son interactivas y brindan los parámetros de la calidad del enlace.
- ❖ Se diseño la red inalámbrica usando radios compatibles con los estándares 802.11a y 802.11b. Los radios d 2.4 Ghz tienen buen desempeño, se alimenta vía POE con 48 VDC, para resolver esto se tuvo usar un convertidor 12 VDC a 48 VDC porque el sistema fotovoltaico suministra 12VDC.

- ❖ Se comprobó que el tráfico de datos es estable, aunque el enlace tenga una calidad aceptable, esto se debe a que el ancho de banda requerido por los equipos de monitoreo 25kbps.

RECOMENDACIONES

- ❖ Esta tecnología de transmisión inalámbrica puede duplicarse en otros sistemas de alertas tempranas, como los volcanes Concepción, Momotombo, San Cristóbal y Masaya. Con la experiencia obtenida en los SAT se tomará en cuenta para la formulación del sistema de alerta.
- ❖ Estos sistemas aportan información periódica sobre el estado del volcán con un bajo costo de instalación, operación y mantenimiento. Ello va a permitir instrumentar elevado número de volcanes potencialmente peligrosos y que actualmente carecen de sistemas de vigilancia por las elevadas inversiones que suponen los métodos tradicionales.
- ❖ Debido a la gama de equipos desplegados para el monitoreo volcánico, estos están expuestos a las corrosiones producto del ambiente agresivo de los gases volcánicos, lluvia acida y altas temperaturas, por lo que se recomienda un mantenimiento periódico y cambio de equipos de transmisión cada 6 años.

BIBLIOGRAFIA

- ❖ Radios Digitales
<http://www.proxim.com/support>
www.tranzeo.com
- ❖ Antenas Direcciones y Sectoriales
www.antenna.pctel.com
<http://www.l-com.com/>
<http://www.lairdtech.com/products/category/574>
<http://www.lairdtech.com/products/category/574>
- ❖ Red de Monitoreo y Central Sísmica de INETER
<http://webserver2.ineter.gob.ni/sis/monitoreo.html>
- ❖ Manual of Seismological Observatory Practice (1979 Edition)
<http://www.iaspei.org/projects/NMSOP.html>
- ❖ Instrumentación Sísmica
<http://www.kmi.com/p-163-Home.aspx>
<http://www.sara.pg.it/>
- ❖ <https://www.embeddedarm.com/>
- ❖ Instrumentation in Earthquake Seismology
Jens Havskov, Institute of Solid Earth Physics University of Bergen Norway
- ❖ Cámara IP Serie Profesional
<http://www.intellinet-network.com/es-US/products/3358-c-mara-ip-serie-profesional>
- ❖ Equipos de suministro de energía:
Paneles Solares: www.isofoton.com/
Baterías Tipo AGM, Ciclo Profundo 12 dc, 105 Ah: www.everwell.com.do/en/
Regulador de Voltaje: <http://www.morningstarcorp.com/>

ANEXOS

EtherAnt-II-LR™

Long Range 802.11b Wireless Client in a Flat Panel Antenna with built-in amplifier



The EtherAnt II-LR Package

Description

YDI is proud to introduce our third generation Wireless Ethernet Antenna for use at customer sites, the EtherAnt-II-LR™ (Long Range). It is identical in features to our Ether Ant-II™ except that it has the world famous YDI bi-directional amplifier built-in! This product is ideal for distance customers or close-in customers with Fresnel Zone encroachment or even no-line-of-sight! Not only does the amplifier increase the transmit power, but the pre-amp in it boosts receive sensitivity as well. These features offer unsurpassed performance in a low-cost, low profile client device.

With the EtherAnt-II-LR™ you don't have to worry about complicated client installations, no more worrying about driver conflicts with various operating systems, and, best of all, you don't have to open up the customer's computer. Simply plug the EtherAnt-II-LR™ directly into the client computer's Ethernet port or adapter.

For those customers that have multiple PCs on a LAN, a low-cost Cable/DSL router can be used to provide a firewall and NAT for their PCs. Access to the Internet can then be provided with the reassurance of having the customer's LAN behind a firewall.

The EtherAnt-II-LR™ can also be plugged directly into a customer's LAN without the need for a router!* The built-in micro-routing feature** automatically routes IP packets for up to 250 MAC addresses on the LAN! No configuration necessary!

Our point-and-click configuration and diagnostic utilities allow you to see vital information regarding the link between the antenna and the base station. Information such as signal-to-noise ratio, signal strength, and noise level in dB provides for efficient installation and aiming of the antenna, as well as for troubleshooting link problems.

Also, because the radio is in the antenna, there is no coax cable loss! The EtherAnt-II-LR™ includes a 50 foot outdoor rated Ethernet cable, with the option to use up to 100 feet of cable between the DC Injector and the antenna. Just plug the Ethernet cable into the Cat 5 DC Injector, and then into the PC or Router, and you're done! An additional 200 feet of cable can be added between the DC Injector and the client device. And best of all, the EtherAnt-II-LR™ can be pre-configured and delivered to the client site ready to go. Since it is FCC certified for non-professional installation, it is legal for the customer to do self-installation!

* The Ethernet switch or hub needs to have an open WAN, Uplink, or other non-crossed port available. If not, then an Ethernet cross-over cable or adapter will be needed.

** Firmware 2.01 and higher.

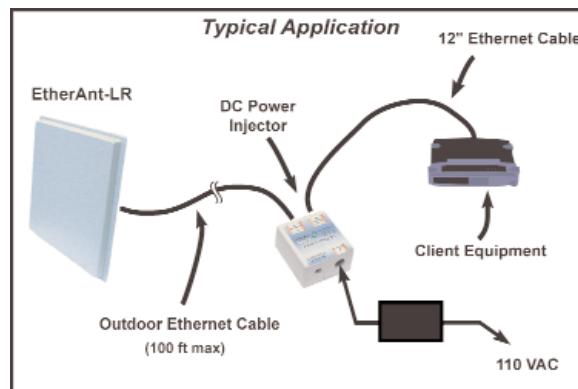
Key Features

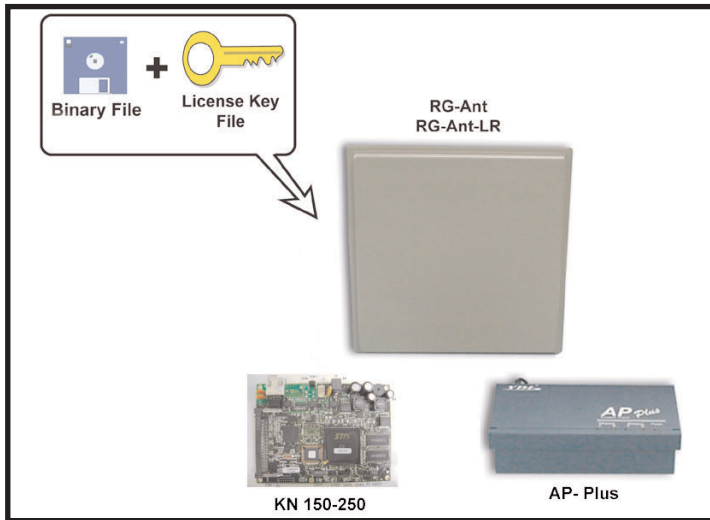
- 802.11b radio, Ethernet Converter and amplifier built into the antenna
- Offers the maximum range possible
- Ideal solution for providing wireless Internet access to distance clients
- Communicates with any WiFi™ compatible Access Point
- Connects directly into PCs without installing device drivers
- Supports direct connection to LANs
- Antenna is only one inch thick and 14 inches square
- Flat panel antenna offers 18 dBi gain and 18° beamwidth
- Can be mounted in either vertical or horizontal polarization
- Mounts either to a wall or antenna mast up to 1 3/4 inch diameter
- Outdoor rated Ethernet cable provided (50 feet standard)
- DC power for electronics in the antenna carried up the Ethernet cable
- FCC Part 15 Certified for license-free operation- 11 channels (USA)
- Professional installation not required by FCC Part 15 Rules
- Remotely Configurable and Manageable based on IP address
- Client Manager shows signal, noise and SNR level in dB
- Up to 4.5 Mbps actual throughput
- Transmit power of 16 Watts EIRP
- Weatherproof: Designed and rated for outdoor use
- Operating temperature range: -20°C to +50°C

Package Includes

- Flat panel antenna with WLAN device and amplifier built-in
- 50 foot outdoor Ethernet cable¹
- Sturdy steel wall/mast tilt-bracket mount
- Cat 5 DC Power injector
- 110 VAC power supply (220 VAC optional)
- CD-ROM with Windows-based Client Manager

¹ If you want a different length you may purchase the EtherAnt-LR without cable and order it separately. Available lengths are: 50 and 100 ft (maximum length)





Description

TurboCell™ is a suite of firmware upgrades that significantly enhances 802.11b outdoor wireless LAN systems. The firmware loads into several of Terabeam Wireless's 802.11b hardware platforms, replaces the firmware that comes with the device and loads the TurboCell™ features. The TurboCell™ firmware upgrade can be loaded into products such as the Terabeam Wireless AP-Plus Access Point and the RG-Ant, as well as the Orinoco AP-500, AP-1000, and RG-1000.

Key Features of TurboCell

- Point-to-point or Point-to-Multipoint Wireless Bridging: Ideal for metropolitan WAN or Internet Backhaul for WISP operators
- Packet aggregation for maximum possible throughput from the base to every remote
- Dynamic polling of the remote units to completely eliminate the Hidden Node collision problem
- Automatically calculates and optimizes for RF propagation delay through the air enabling 11 Mbps connectivity on long-range links
- Wireless IP Router capabilities with RIP-2 RFC compliance
- Allows for Classless Routing (Variable Length Subnet Masks (VLSM) allocates address space more efficiently)
- In TurboCell™ mode, Base units will be invisible to NetStumbler and other 802.11b scanning methods
- Dual channel APs (such as the Terabeam Wireless AP-Plus) can have one WLAN card in the TurboCell™ bridging mode and the other card in standard 802.11b Access Point mode
- Supports all Terabeam Wireless AP-Plus in AP mode, including Relay Blocking between wireless clients
- Two-way authentication to prevent any unauthorized users from getting into the system
- Bandwidth control in both directions for point-to-multipoint WISP applications

Applications

The TurboCell™ suite of firmware is ideal for outdoor WLAN applications where the highest possible data throughput is needed to a small number of remote clients, for example, a company or municipality who wants to bridge their LANs together. The DES and Blowfish encryption options will make the wireless links extremely secure. It is also a preferred solution for WISP operations when used in conjunction with the Terabeam Wireless 2.4 to 5.8 GHz Converter Amplifier to provide high-speed data from a base site to multiple WIPOPs and mini-WIPOPs on the 5.8 GHz ISM band. For multipoint-to-base web camera, web camera surveillance and other IP video applications where near full-motion video is required, it cannot be beat.

If you want to just bridge two LANs in a P-P link, then the Remote firmware can be used on each end. It will support a transparent bridge that passes all LAN traffic wirelessly. Once again, the encryption option will make the link secure over the air.

On dual channel APs, like the Terabeam Wireless AP-Plus, running either Base or Remote, TurboCell™ firmware can enable one or both WLAN cards to act as a standard 802.11b with all the AP+ firmware upgrade features.

Versions

The TurboCell™ firmware comes in two basic versions: Base and Remote. Encryption options are available for both. The Base firmware enables an Access Point to talk to one or more remote units. There are three version of the Remote firmware:

- 1 User/MAC address
- 5 Users/MAC addresses
- Unlimited Users/MAC addresses

Encryption

For a secure link, TurboCell™ is available with optional over-the-air data encryption. When encryption capable versions are purchased, the following encryption algorithms can be used:

- DES - 56 bit
- Blowfish - 128 bit

In addition to firmware encryption, TurboCell™ also supports built-in encryption, including 40-bit WEP, 128-bit RC4, and the WEP-Plus encryption available in the Terabeam Wireless or Agere WLAN cards used in the APs or client devices.

General Features

- Fully compatible with the Orinoco COR/ROR/ORC products
- Packet Aggregation for Improved Performance
- Polling - Adaptive and Dynamic - supports up to 64 Remote devices
- Bandwidth Throttling for each remote
- DHCP Server/Client
- BOOTP / DHCP Forwarding
- MAC Access Control Lists
- ARP Pruning
- RADIUS Authentication & Accounting support
- Firmware upgrades can be loaded during software upgrades
- Firmware Uploads of Multiple Remotes
- Syslog Reporting
- Windows - based Configuration program

Protection Features

- Broadcast Storm Protection
- IGMP Multicast Pruning
- Multicast Filters
- Supports Spanning Tree
- Layer 2 Protocol Filtering
- Firewall: TCP / UDP / IP Protocol Filter
- Firewall: Incoming/Outgoing ICMP filtering
- VPN pass-through NAT (using IPSEC, PPTP, L2TP)

Bridging Features

- Transparent bridging
- Filtering by Ethernet multicast, broadcast and bad packets
- Filtering by protocol
- Filtering by Ethernet Address pair
- VLAN compatibility - supports VLAN bridging
- Generic Ethernet tunneling through IP networks
- Learned table lock down
- Expanded IP ARP support
- Simple Bridge Filter
- MAC address filtering

SNMP Features

- IP ping support
- IP SNMP Support (MIB 2, Ethernet, interface, and bridge MIB)
- SNMP MIB II and Traps
- SNMP access lists
- Remote Statistic Monitoring (for example, SNMP Total Byte count, Collisions, Errors, signal, noise, SNR)

IP Routing Features (if enabled)

- IP static routing with direct and static routes
- Supports RIP II in Routing Mode
- ICMP messages, default router and subnet support
- SNMP support for all router related MIB variables
- NAT (Incoming/Outgoing)

Wireless Features

- Base Station polling of two or more remotes solves Hidden problem
- Set Maximum Transmit rate for the wireless card and the Ethernet card
- Automatically calculates and optimizes for RF propagation delay enabling 11 Mbps connectivity on long-range links
- 31- character password for security of your wireless network

Testing Features

- Wireless Link Test: tests signal strength, noise level and ratios of link
- Antenna alignment features: sends constant signal to facilitate antenna alignment
- Ping Fill: used to test the throughput of wireless link and performance on radio

Encryption Features

- DES or Blowfish encryption options available
- Support of built-in encryption: 40-bit WEP, 128-bit RC4, and the WEP-Plus encryption available in the Terabeam Wireless or Agere WLAN cards

AP+ Mode Features

- 802.11b compliant AP+ extra features
- Simple firewall: Blocks Network Neighborhood between wireless clients
- 802.1x support with RADIUS authorization
- Super-EC Ethernet Converter client support

Hardware vs. Features

Feature	Base with dual WLAN card (Terabeam Wireless AP-Plus)	Base with single WLAN card (RG-Ant)	Remote with dual WLAN card (Terabeam Wireless AP-Plus)	Unlimited Remote with single WLAN card (RG-Ant)	5-User Remote with single WLAN card (RG-Ant)	Single User Remote with single WLAN card (RG-Ant)
802.11b AP Functionality	X	X	X	X		
Link-level SW encryption option	X		X			
Number of Users	Unlimited	Unlimited	Unlimited	Unlimited	5 users	1 user
Bridging capabilities	X	X	X	X	X	X
Bridge filters/Simple Firewalls	X	X	X	X	Optional	Optional
VLAN Support	X	X	X	X		
NAT/DHCP Support	X	X	X	X	X	X
Routing Capabilities	X	X	X	X	X	
RADIUS Management	X	X	X	X	X	X
802.1x support in AP-Plus Mode	X		X			

NOTE: The Terabeam Wireless EtherAnt or EC-II units do not support TurboCell™.

Ordering Information

Terabeam Wireless	TurboCell™ Firmware	Price
105-900020-001	TurboCell™ ISP Base for AP-Plus (64 Clients)	\$399.00
105-900018-001	TurboCell™ Remote for AP-Plus (Unlimited Users)	\$199.00
105-900008-001	TurboCell™ Client FW for Windows OS (9x, NT, 2000)	\$20.00

Terabeam Wireless Part Number	TurboCell™ Firmware Encryption Versions	Price
TBD	TurboCell™ Base for AP-Plus w/ Encryption (64 Clients)	\$449.00
TBD	TurboCell™ Remote for AP-Plus w/ Encryption (Unlimited Users)	\$249.00
105-900009-001	TurboCell™ Client FW for Windows OS (9x, NT, 2000) w/ Encryption	\$50.00

All firmware can be installed at no extra charge when the device and firmware are purchased from Terabeam Wireless.

Oct 2004

8000 Lee Highway
Falls Church VA 22042
Tel: (703) 205-0600 Fax: (703) 205-0610
Sales: 1-888-297-9090

www.terabeam.com

990 Almanor Avenue
Sunnyvale, CA 94085
Tel: (408) 617-8150 Fax: (408) 617-8151
Sales: 1-800-664-7060

YDI-Fi Overview

YDI-Fi™ is a suite of firmware upgrades that significantly enhances 802.11b outdoor wireless LAN systems. The firmware loads into several of YDI's 802.11b hardware platforms, replaces the firmware that comes with the device and loads the YDI-Fi features. The YDI-Fi firmware upgrade loads into products such as the YDI RG-Ant as well as the Orinoco AP-1000, AP-500, and RG-1000.

The YDI-Fi suite of firmware is ideal for outdoor WLAN applications where the highest possible data throughput is needed to a small number of remote clients, for example, a company or municipality wants to bridge their LANs together. The DES and Blowfish encryption options will make the wireless links extremely secure. It is also a preferred solution for WISP operations when used in conjunction with the YDI 2.4 to 5.8 GHz Converter Amplifier to provide high-speed data from a base site to multiple WIPOPs and mini-WIPOPs on the 5.8 GHz ISM band. For multipoint-to-base web camera, web camera surveillance and other IP video applications where near full-motion video is required, it cannot be beat.

If you want to just bridge two LANs in a P-P link, then the Remote firmware can be used on each end. It is a transparent bridge that passes all LAN traffic wirelessly. Once again, the encryption option will make the link secure over the air.

On dual channel APs, like the AP-1000, running either Base or Remote, YDI-Fi firmware can enable one or both WLAN cards to act as a standard 802.11b with all the AP-Plus features.

The YDI-Fi firmware comes in two basic versions: Base and Remote. Encryption options are available for both. The Base firmware enables an Access Point to talk to one or more remote units. There are three version of the Remote firmware:

- 1 User/MAC address
- 5 Users/MAC addresses
- Unlimited Users/MAC addresses

The YDI-Fi system is also fully compatible with the Orinoco COR/ROR/ORC product line as well as with any hardware running TurboCell firmware from Karlnet.

Features

General

- Compatible with TurboCell and the Orinoco COR/ROR/ORC products
- Packet Aggregation for Improved Performance
- Polling - Adaptive and Dynamic - supports up to 64 Remote devices
- Bandwidth throttling for each remote
- DHCP Server/Client
- BOOTP / DHCP Forwarding
- MAC Access Control Lists
- ARP Pruning
- RADIUS Authentication & Accounting support
- WLAN Firmware upgrades can be done remotely
- Firmware Uploads of Multiple Remotes
- Syslog Reporting
- Windows - based Configuration program

Protection

- Broadcast Storm Protection
- IGMP Multicast Pruning

- Multicast Filters
- Supports Spanning Tree
- Layer 2 Protocol Filtering
- Firewall: TCP / UDP / IP Protocol Filter
- Firewall: Incoming/Outgoing ICMP filtering
- VPN pass-through NAT (using IPSEC, PPTP, L2TP)

Bridging

- Transparent bridging
- Filtering by Ethernet multicast, broadcast and bad packets
- Filtering by protocol
- Filtering by Ethernet address pair
- VLAN compatibility – supports VLAN bridging
- Generic Ethernet tunneling through IP networks
- Learned table lock down
- Expanded IP ARP support
- Simple Bridge Filter
- MAC address filtering

SNMP

- IP ping support
- IP SNMP Support (MIB II, Ethernet, interface, and bridge MIB)
- SNMP MIB II and Traps
- SNMP access lists
- Remote statistic monitoring (for example, SNMP total byte count, collisions, errors, signal, noise, SNR)

IP Routing (if enabled)

- IP static routing with direct and static routes
- Supports RIP II in Routing Mode
- ICMP messages, default router and subnet support
- SNMP support for all router related MIB variables
- NAT (Incoming/Outgoing)

Wireless

- Base Station polling of two or more remotes solves Hidden problem
- Set Maximum Transmit rate for the wireless card and the Ethernet card
- Automatically calculates and optimizes for RF propagation delay enabling 11 Mbps connectivity on long-range links
- 31- character password for security of your wireless network

Testing

- Wireless Link Test: tests signal strength, noise level and signal to noise ratios of link
- Antenna alignment features: sends constant signal to facilitate antenna alignment
- Ping Fill: used to test the throughput of wireless link and performance on radio

Encryption Features

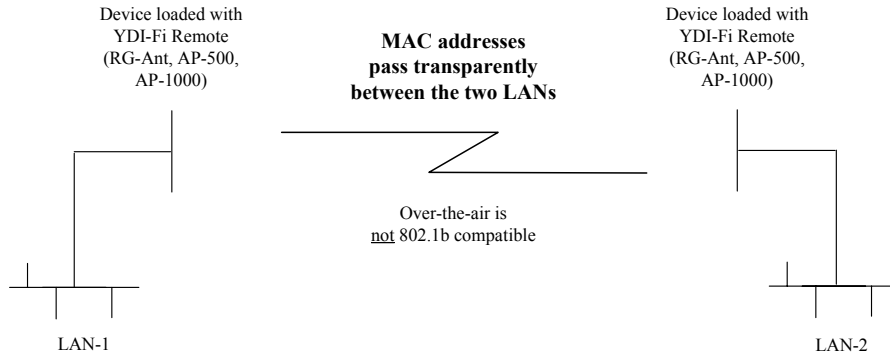
- DES or Blowfish encryption options available
- Support of built-in encryption: 40-bit WEP, 128-bit RC4, and WEP-Plus encryption available in the YDI Diamond or Agere WLAN cards

AP-Plus Mode

- Supports all AP-Plus features when setting this mode (see the YDI AP-Plus Overview)

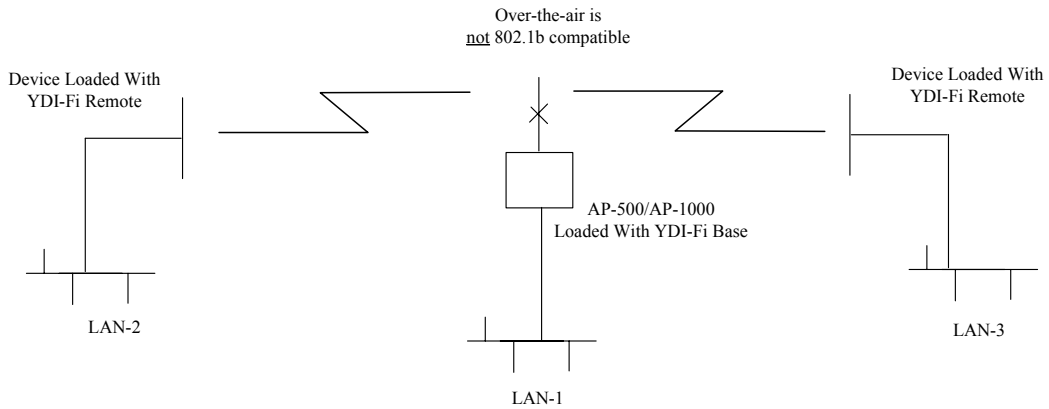
Typical Applications

YDI-Fi Point-to-Point Transparent Bridge



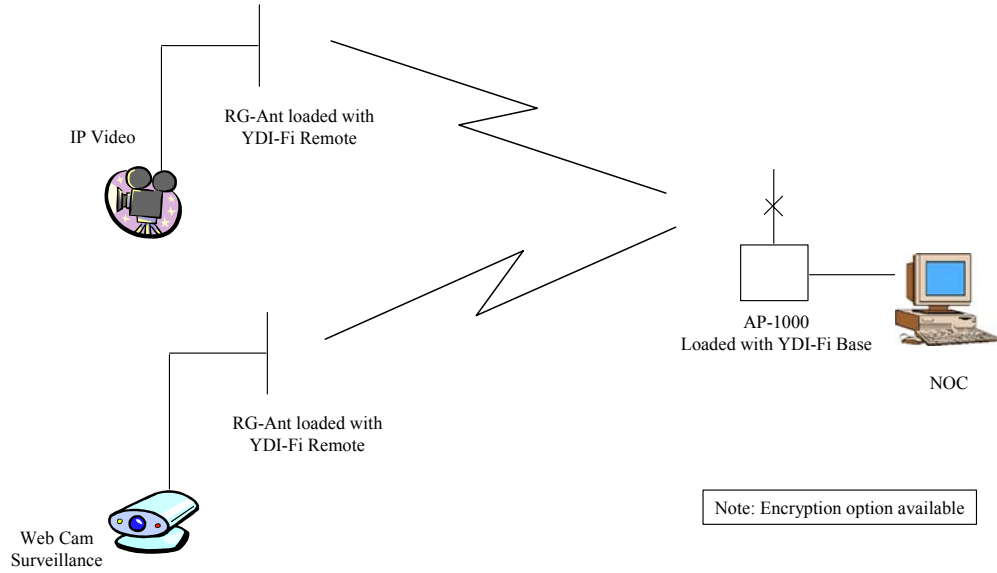
Note: Encryption option available

YDI-Fi Point-to-Multipoint

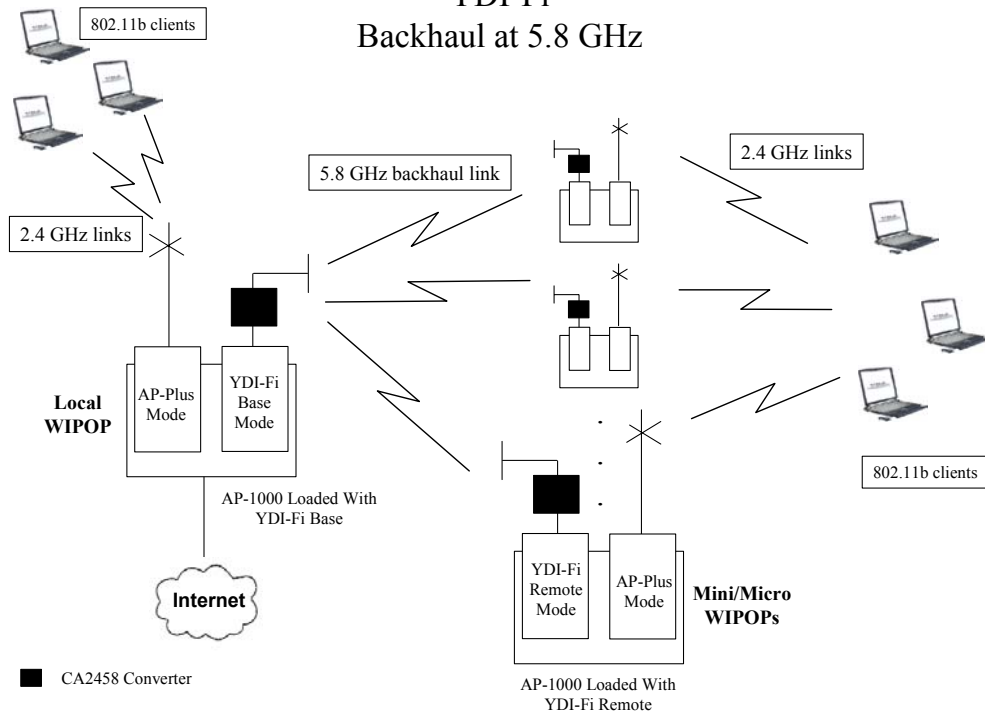


Note: Encryption option available

YDI-Fi Web Camera & IP Video



YDI-Fi Backhaul at 5.8 GHz



Installation

Note: The platforms that you can load the YDI-Fi Firmware Upgrade into are:

- RG-Ant (-LR)
- AP-500
- AP-1000
- RG-1100/1000

You can not load YDI-Fi Firmware Upgrade into EtherAnt (-LR) or AP-2000.

1. Plug the Ethernet port of the device into your computer with a crossover cable, and power it on.
2. **For RG-Ant:** place a magnet over the **Reset** spot on the back of the ANT, and then immediately move it over the **Load** spot, and hold it there. You should end up with an **orange** power light, **NOT** red or green. Once this state has been achieved, remove the magnet.
3. **For AP-1000:** using a small tool (**NOT a pen**) press the **Reset** button once and let it go. Count exactly 5 seconds, then press and hold down the **Reload** button. Keep holding the **Reload** button until the **Power** light is steady amber.
4. **For AP-500 or RG-1100/1000:** using a small tool (**NOT a pen**) press the **Reset** button once and let it go. Then immediately press and hold the **Reload** button. Keep holding the **Reload** button until the **Power** light is steady orange.
5. From your YDI CD-ROM, select the directory **\Management\YDI AP Manager**. Run the Set Up program **ydi_ap.exe**. Simply follow the instructions in the center of the screen, and they will guide you through the entire process.
6. Open the directory where the manager program has been installed (the default is **\Program Files\YDI\AP Manager**). Run the program **AP Manager.exe**.
7. Go to the **file** menu and click on **Open Remote Config**.
8. Click on the **Scan** button.
9. The RG/AP should show up with an IP address of **153.69.254.254** and display its MAC address under **Name**. This step verifies that you have a good Ethernet connection to the device. **Click CANCEL on both of these windows, DO NOT click OK.**
10. You must be able to establish an IP level connection to the device. Do this by statically assigning an IP to your computer within the same IP subnet as the device. For example: IP: 153.69.254.253; subnet mask: 255.255.0.0.
11. Open the **File** menu and select **Open Config/Bin File**.
12. Navigate to the directory where your bin file is stored.
13. Open the drop down menu at the bottom, and select **Kernel Files (*.bin)**.
14. Highlight the desired bin file in the large window above, then click the **Open** button.
15. In the new window click on the **Import License Key** button.

16. Navigate to the directory where your license key file is stored.
17. Open the drop down menu at the bottom labeled **Files of Type**, and select **All License Key Files (*.LKF)**.
18. In the large window, look for the file labeled **KNxxxxx-V400-*****.lkf** where **xxxxx** matches the bin type, and ********* matches the MAC Address of the RG/AP. Highlight this file and click on the **Open** button.
19. The license key information should now be filled in, verify that the **MAC Address** field contains the correct MAC Address, then Click the **OK** button. You should get a popup window stating **Opened File:** followed by the path to the file, click **OK** on this.
20. Go to the **Setup** menu/tab, and select **Interface Setup**.
21. Both interfaces will say **Not Configured**. Highlight **Interface 1**, then in the drop down menu to the right select **Ethernet**.
22. Highlight **Interface 2**, and in the dropdown menu to the right select **802.11b**. **Interface 1** must now say **Ethernet**, and **Interface 2** must say **802.11b**. If you have an **Interface 3** this too must be set to **802.11b**. Once you have verified this click **OK**.
23. Go to the **File** menu and select **Upload Software**.
24. You should get a window asking for an IP address and password. Ignore the password and make sure the IP Address reads **153.69.254.254**. **Test your connection to it by pinging 153.69.254.254**, then click **OK** (you may need to uncheck the box labeled **This device is on my Local Subnet**).
25. You should get several confirmation pop-ups, simply click **Yes** or **OK** on these. When it is finished the RG/AP should reboot.
26. After the RG/AP has rebooted, go to the **File** menu and select **Open Remote Config**.
27. Click on the **Scan** button, the RG/AP should now show up with an IP address of **198.17.74.254**. This is its default IP address.
28. At this point you can either change your computer's IP to match the subnet of the RG/AP (ex: IP: 198.17.74.253; subnetmask: 255.255.255.0), or use the **Change IP** option. NOTE: if the **Change IP** option is used, your computer must have an IP address assigned within the same IP subnet that you are changing the device to.
29. Once this is done Click **OK** on both windows, and you should get a message stating that the configuration has been read. At this point you can configure the device with the desired options in the **Setup** menu.

Upgrade

The steps to upgrade an existing equipment are pretty much the same as those for the installation, except for the following:

- You don't need to reset the equipment initially, so you can skip steps 2, 3 and 4.
- You should have already installed the YDI AP Manager, so you can skip step 5.

- You should see your Access Point in the small scan window on the left of the YDI AP Manager because you already have an established IP connection with the device, so you can skip steps 7, 8, 9 and 10.
- Change step 24 to this:
"You should get a window asking for an IP address, and password. Enter the IP Address of the unit to be upgraded. If you want, click the scan button to verify you can see it. Enter the Password for the unit and click **OK**."

YDI-Fi Basic Point-to-Point Bridging

The YDI-Fi bridging function requires one side of the bridge to be Base and the other side to be Satellite. It is these two things that allow the actual bridging to take place. Here is a rundown of the configuration parameters:

1. Connect yourself to the first radio by Ethernet.
2. Open the **YDI AP Manager** program.
3. Go to the **File** menu, and click on **Open Remote Config**.
4. Enter the IP Address and Access Password of your radio, and click **OK**. You should get a confirmation pop-up stating **Configuration Read from Bridge (IP Address)**.
5. Go to the **Setup** menu, and click on **Interface Setup**.
6. Click the corresponding **Setup** button, for the **802.11b** interface you would like to use to establish the bridge.
7. You will have several mode options in the lower left. One side of the Bridge must be **Base**, the other must be **Satellite**. Select which of those two this side will be from the choices. If you select **Base**, then you will need to decide if it is a **Polling** or **Non-polling** base. Polling is useful for preventing hidden node collisions if you will have multiple satellites connecting to this base. If you will only have one satellite, then it is not necessary.
8. Click the **Advanced** button. Here you must select a **Network ID**. This is a number the base and satellite use to identify each other. Whatever Number is chosen here, must be the same on the satellites that will connect to the base. When finished, click **OK**.
9. Click on the **Frequency** button. The channel you choose here must be the same on the Base and Satellites that will be connecting to each other. When finished click **OK**.
10. Click **OK** on the **Interface Setup** window.
11. Open the **Setup** menu, and click on **System Access Setup**.
12. Here you must enter a **System Access Pass phrase**, this is an authentication token between the Base and its satellites. This must be the same on both ends. There will already be something in this field, simply overwrite it with what you want to use. When finished, click **OK**.
13. Go to the **File** menu, and click on **Save Config**. This will write the configuration to the radio, and reboot it.
14. Repeat these steps for each radio.

Advanced All-in-One AP/PxP/CPE

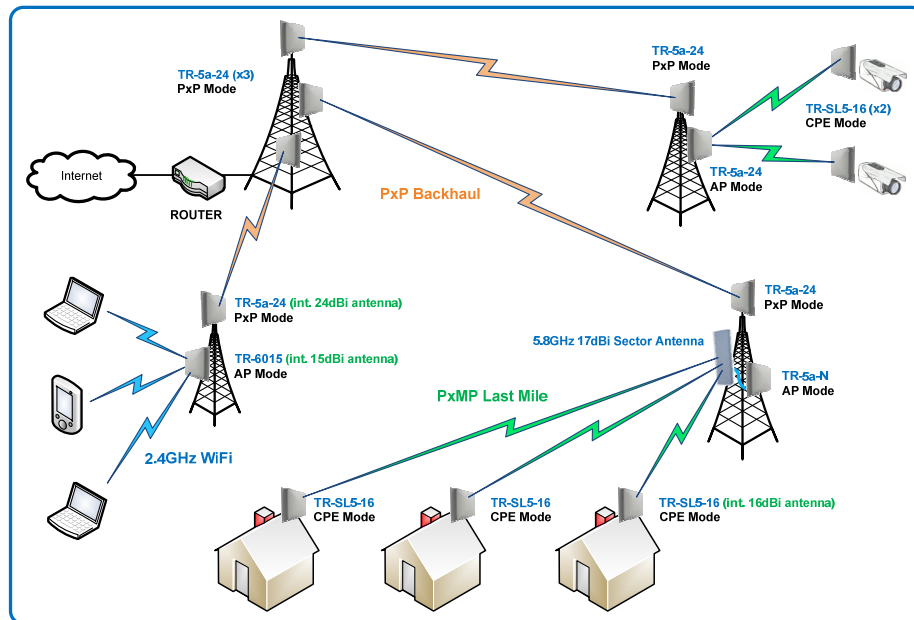
Tranzeo's **TR-5a** Series of 5GHz Tri-Mode Outdoor units can be configured as AP, PxP Bridge, or CPE. These versatile units feature high performance radios and advanced networking and management capabilities including NAT Routing, StreamEngine™ QoS, Security, Bandwidth Throttling, and Dual Ethernet ports.

The ruggedized weatherproof all-in-one design meets IP67 and NEMA Type 4X environmental standards, requiring minimum installation and maintenance costs in conditions ranging from -60 °C to +60 °C. The **TR-5a** is also backed by an industry-leading **5-Year Parts and 3-Year Part & Labour Warranty** and **Lifetime Technical Support** for worry-free network operation.

Tranzeo's leading edge engineering facilities combined with our state-of-the-art in-house manufacturing ensures highest quality products at very competitive prices. The **TR-5a** family of products is RUS accepted with "Buy American" status.

Applications

- Remote Data Acquisition
- Internet Service
- Video Transmission
- Security and Surveillance
- Private Networks
- WiFi Hot Spots



Key Features

- IEEE 802.11a Compliant
- AP/PxP/CPE Wireless Modes
- Up to +13dBm Transmit Power with Adjustable Output
- 5, 10, or 20MHz Channel BW
- 7W Solar Friendly Power Draw
- Bridge/Router Network Modes
- Bandwidth Throttling
- Built-in StreamEngine™ QoS
- WEP/WPA/WPA2 Security
- NAT, PPPoE, VPN Pass-through
- Dual Ethernet Ports
- Power-over-Ethernet (PoE)
- Daylight Visible Alignment LED's
- IP67 & NEMA Type 4X Enclosure
- Easy to Install All-In-One Units with Integrated Panel Antennas
- Web-based Management Tools
- Remote Firmware Upgrade

About Tranzeo Wireless Technologies™

Tranzeo Wireless Technologies Inc. (TSX:TZT) leads the wireless broadband industry for value, by producing high-performance wireless network equipment with a low cost of ownership and unparalleled service allowing communities and businesses to communicate without boundaries. Since the company's inception in 2000, Tranzeo's optimum cost effectiveness, premium quality and responsive support have attracted a growing number of devoted dealers and distributors worldwide.

Tranzeo Wireless Technologies Inc.

19473 Fraser Way, Pitt Meadows, BC, Canada V3Y 2V4 • T: 604.460.6002 • F: 604.460.6005 • Toll Free: 1.866.872.6936 • www.tranzeo.com

Radio Interface					
Standards	IEEE 802.11a				
Frequency Range	5170 – 5875 MHz				
Channel Bandwidths	5MHz, 10MHz, 20 MHz				
Radio Mode	Access Point (AP), Point-to-Point (P×P), Customer Premise Equipment (CPE)				
Transmit Power	+13 dBm (max) with Adjustable Output				
Receiver Sensitivity	-73 dBm @ 54 Mbps, -85 dBm @ 6 Mbps				
Data Rate & Modulation	48/54 Mbps QAM-64, 24/36 Mbps QAM-16, 12/18 Mbps QPSK, 6/9 Mbps BPSK				
Receive Signal Strength	Noise and Receive Signal Levels (dBm) and Daylight Visible Alignment LED's				
Antenna Polarization	Horizontal or Vertical				
Antenna Options and Model information					
Model No. ⁽¹⁾	Type	Wind Load (N)		Beamwidth	
		100 mph	125 mph	Horizontal	Vertical
TR-5a-Nf/W	N-Female Connector	72	112	N/A	N/A
TR-5a-20f/W	20 dBi Panel (internal)	105	165	8.7°	7.7°
TR-5a-24f/W	24 dBi Panel (internal)	182	285	8.7°	7.7°
TR-5a-26f/W	26 dBi Grid (external)	149	232	6°	6°
TR-5a-29f/W	29 dBi Dish & Radome (external)	350	547	6°	6°
TR-5a-32f/W	32 dBi Dish & Radome (external)	787	1230	4°	4°
TR-5a-V15f/W	15 dBi Vertical Sector (external)	52	82	120°	5°
TR-5a-V17f/W	17 dBi Vertical Sector (external)	52	81	60°	5°
TR-5a-H16f/W	16 dBi Horizontal Sector (external)	105	164	90°	6°
Networking and Management					
Device Management	Cross-Platform Utility, Web-Based Management, Remote Configuration and Firmware Upgrades (via IP), TFTP, SNMP v2c (MIB-II, 802.11 MIB, Tranzeo MIB), Import/Export/Save Settings Profiles				
Protocols	TCP/IP, UDP, NAT, DHCP Client/Server/Relay, PPPoE, WDS, VPN Pass-Through, Multiple MAC Bridging				
Quality of Service (QoS)	StreamEngine™ QoS				
Bandwidth Management	Bandwidth Throttling (Bridge and Router Modes)				
Security	40/64-bit and 128-bit WEP Encryption, WPA/WPA2 (TKIP/AES/Enterprise), MAC address filtering				
Ethernet	2 x 10/100Base-T (Water-Tight RJ-45) ⁽²⁾				
Max DHCP Clients	255				
Power Supply					
Power Consumption	7 Watts (max)				
Power Supply	Power over Ethernet (PoE)				
DC Adapter	18VDC/1.1A (INPUT: 120-240VAC~ 50-60Hz, 0.6A) f-Model: Fixed UL Plug (US only) W-Model: Snap-In Plugs for US, UK, and EU included				
Mechanical and Environmental					
	TR-5a-N/26/29/32/V15/V17/H16	TR-5a-20	TR-5a-24		
Dimensions (radio only)	10.38" x 8.63" x 3.00" (264mm x 219mm x 76mm)	13.22" x 10.28" x 3.50" (336mm x 261mm x 89mm)	16.18" x 14.43" x 3.50" (411mm x 367mm x 89mm)		
Dimensions (radio package)	21" x 13" x 4" (540mm x 330mm x 100mm)	24" x 13" x 4" (610mm x 330mm x 100mm)	28" x 17" x 4" (720mm x 430mm x 100mm)		
Weight (radio package)	4.65 lbs (2 Kg)	6.30 lbs (3 Kg)	9 lbs (4 Kg)		
Installation Hardware	PoE Injector with Built-in Surge Protection, DC Adapter, Ethernet Boot with Weatherproof Gasket, L-Bracket with KEP nuts and U-Bolt for Pole Mount, 3ft LMR400 Cable ⁽⁴⁾				
Environmental Rating	IP67 and NEMA Type 4X				
Operating Temperature	-65°C to +60°C				
Storage Temperature	-40°C to +85°C				
Compliance and Warranty					
Export Control	HTC 8517.69.0000, ECCN 5A002 ENC, ECL 1-5.A.2.A.1				
Compliance & Approvals	RoHS, FCC Part 15 Class B, Industry Canada, CEI, EMC: EN 301 489, Safety: EN 60950, Radio: EN 302 213				
Warranty	5-Year Parts / 3-Year Parts and Labour ⁽⁴⁾				

⁽¹⁾ f: FCC Model (for use in the USA only), W: World Model (subject to local regulatory requirements) ⁽²⁾ Dual-Ethernet boot cover kit sold separately ⁽³⁾ LMR cable is included with the TR-5a-N model only ⁽⁴⁾ 1-Year Parts and Labour warranty for products built before December 1, 2006, and 3-Year Parts and Labour warranty for products built after December 1, 2006 and before December 31, 2007. Specifications are subject to change without notice. Tranzeo and the Tranzeo logo are registered trademarks of Tranzeo Wireless Technologies Inc. All other trademarks mentioned herein are the property of their respective owners.



Pacific Wireless
 693 E Draper Heights Way Suite 210
 Draper, UT 84020
 TEL (801) 572-3024
 FAX (801) 572-3025
 www.pacwireless.com

New Product

GD58
DATA SHEET

Grid Dish Parabolic Antenna 5725 to 5825 MHz Operation

Features

- 22dBi and 26dBi models Available
- Rugged and Weatherproof
- Ultra Low Wind Loading and Low Visual Impact
- Vertical or Horizontal Polarization
- Type N Female Connector



GD58-22 VPOL

Applications

- 5.8GHz Wireless LAN Applications
- Point to Point Backhaul

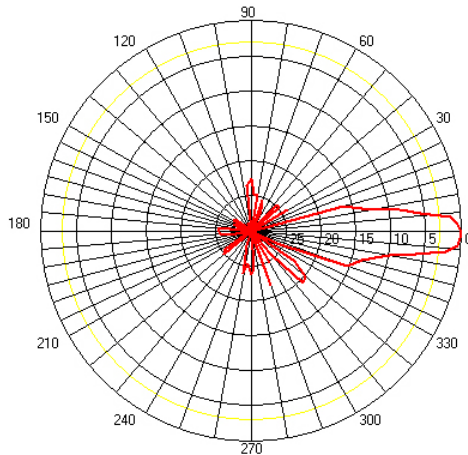
Description

The 5.8GHz parabolic grid directional antennas offered by Pacific Wireless utilize a unique parabolic grid design with compact high performance feed. The antennas are constructed of welded steel wires which are galvanized and then powder coat painted with a light gray epoxy paint. The wire grid semi-parabolic design offers unsurpassed low wind loading while maintaining good RF performance. The compact low visual impact attractive styling blends well in almost any application. Mounting is simplified with the Pacific Wireless bracket system made of galvanized steel with stainless steel hardware. The antenna comes with a bulkhead N Female connector standard.

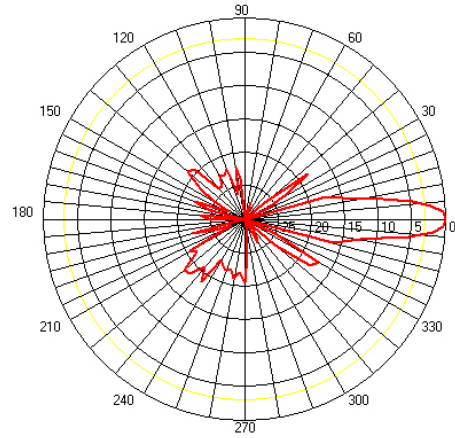
Specifications

Parameter	Model	Min	Typ	Max	Units
<i>Frequency Range</i>		5725		5825	MHz
<i>Gain</i>	GD58-22 GD58-26		22 26		dBi
<i>Horizontal Beamwidth</i>	GD58-22 GD58-26		10 6		Deg
<i>Vertical Beamwidth</i>	GD58-22 GD58-26		11 6		Deg
<i>Front to Back</i>	GD58-22 GD58-26	25 30			dB
<i>Input Return Loss (S₁₁)</i>			-14		dB
<i>VSWR</i>			1.5:1		
<i>Impedance</i>			50		OHM
<i>Input Power</i>				100	W
<i>Operating Temperature</i>		-40		+70	Deg C
<i>Pole Size</i>		1" (25)		2" (50)	In (mm)
<i>Weight</i>	GD58-22 GD58-26	3 (1.4) 6 (2.7)			Lbs. (kg)
<i>Dimension (W x L)</i>	GD58-22 GD58-26	11.8" x 15.7" (300 x 400) 16.8" x 24" (427 x 610)			In (mm)
<i>Bracket Tilt</i>		45			Deg

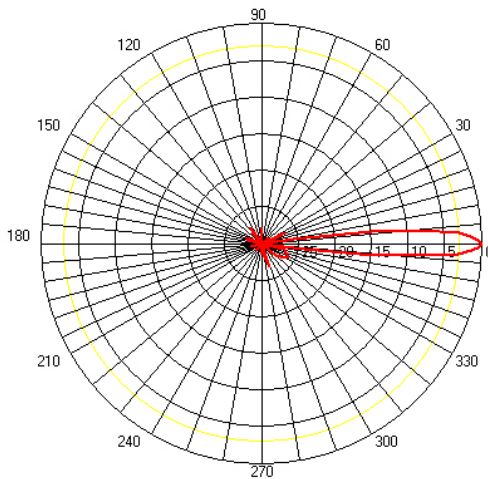
Antenna Patterns @ 5.8GHz



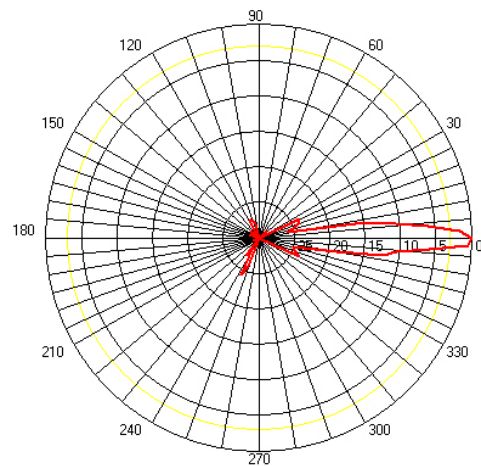
GD58-22 VPOL



GD58-22 HPOL



GD58-26 VPOL



GD58-26 HPOL

Notes:

- All shipments F.O.B. Bluffdale, UT 84065
- All antennas carry a 2 Year Warranty

System Ordering:

- GD58-22** 5.8GHz 22dBi Directional Antenna
- GD58-26** 5.8GHz 26dBi Directional Antenna

For further information contact:



Pacific Wireless
693 E Draper Heights Way Suite 210
Draper, UT 84020
TEL (801) 572-3024
FAX (801) 572-3025
www.pacwireless.com



Il sismografo SL06 è uno strumento ad alte prestazioni in grado di registrare il segnale sismico in una memoria a stato solido con interfaccia USB (memory stick). L'uso del sistema operativo Linux garantisce l'utilizzo dello strumento nella più ampia gamma di applicazioni e la compatibilità con i maggiori software di registrazione sismografica (SEISLOG, SEISCOMP). Lo strumento è, caratterizzato da una bassi consumi (<2.5W), connettività e flessibilità. Viene fornito preinstallato con Linux embedded (Debian) e Seislog per Linux.

Semplicità

Il sismografo SL06 è finalizzato alla rilevazione e registrazione di terremoti; compatto, affidabile, flessibile nel suo utilizzo grazie al sistema operativo Linux.

Flessibilità

Tre canali analogici con un'ampia scelta di frequenze di campionamento. Sistema operativo Linux con protocolli di comunicazione preinstallati quali: TCP/UDP/Apache WebServer/FTP/SSH/Telnet.

Connettività

L'unità è gestita con una console port in emulazione terminale fruibile sia tramite Ethernet che tramite seriale; questa scelta garantisce la piena operatività con qualsiasi carrier dati siano essi Modem PSTN/GSM/GPRS/SAT o dispositivi LAN.

Energia

I consumi, minimi, fanno sì che l'SL06 possa essere utilizzato in postazioni remote ed alimentato con accumulatori e pannelli solari di minime dimensioni.

Sincronizzazione

Come tutti i nostri strumenti anche l'SL06 è dotato di ricevitore GPS per la sincronizzazione continua e affidabile con l'orario UTC.

Modularità

Nei nostri progetti utilizziamo sempre una architettura modulare che facilita upgrades, riparazioni e trasporti. Questo salvaguarda, l'ambiente e gli investimenti. Garantiamo gratuitamente e a vita tutti aggiornamenti software e firmware.

Professionalità

Lo sviluppo dei nostri strumenti è costantemente condotto in collaborazione con professionisti del settore geofisico, sismologico e fisico. Fra i nostri stimati clienti contiamo istituzioni pubbliche e private in ogni continente fra le quali ad esempio: NORSAR (Norvegia), UNAM (Mexico), Geological Survey of Namibia (Namibia) con strumenti operativi in: Cile, Argentina, Sud-Africa, Iran, Giordania, Danimarca, Tibet, Spagna, Sudan, Nicaragua, Panamá, Venezuela e molti altri.

Caratteristiche tecniche comuni

Alimentazione:	10-16Vdc
Consumo di energia:	<2.5W
Real Time Clock:	+/-10ppm (-20/+50°C)
Sincron. Real Time Clock:	da GPS via PPS modulato
Precisione rispetto a UTC:	<50µs
Antenna GPS:	amplificata con 10mt di cavo e connettore BNC
Contenitore:	Alluminio pressofuso IP55
Temperatura operativa:	-30/+60°C
Interfacce dati:	RS232 / Ethernet 10-100
Dimensioni:	160x190x80 mm (senza sensori) 220x200x105 mm (con sensori)
Peso:	senza sensori: 1700g con sensori da 4.5Hz: 2700g
CPU:	AVR RISC processor @ 11.592MHz
Memoria di massa:	SD/MMC flash card removibile fino a 2Gbytes
File System:	FAT16
Dati:	organizzati per tipologia (statici, dinamici)
Formato dati:	Dipendente dal software (Seislog/Seiscomp)
Modalità di registrazione:	continua, ad eventi, combinata continua ed eventi
Triggering:	Selezionabile in ampiezza, STA/LTA o manuale
Certificazioni:	CE (EN55022, EN55011)

Registrazione segnali dinamici

Numero canali:	3
Convertitore A/D:	24 bit ($\Sigma\Delta$)
Range dinamico:	124dB @ 100SPS
Campionamento:	simultaneo sui tre canali
Impedenza d'ingresso:	300 kOhm
Sensibilità:	2V p-p (119nV/count) (4V p-p con jumpers interni)
Compatibilità ingressi:	sensori elettrodinamici e sensori attivi (EB/BB)



TS-7260:

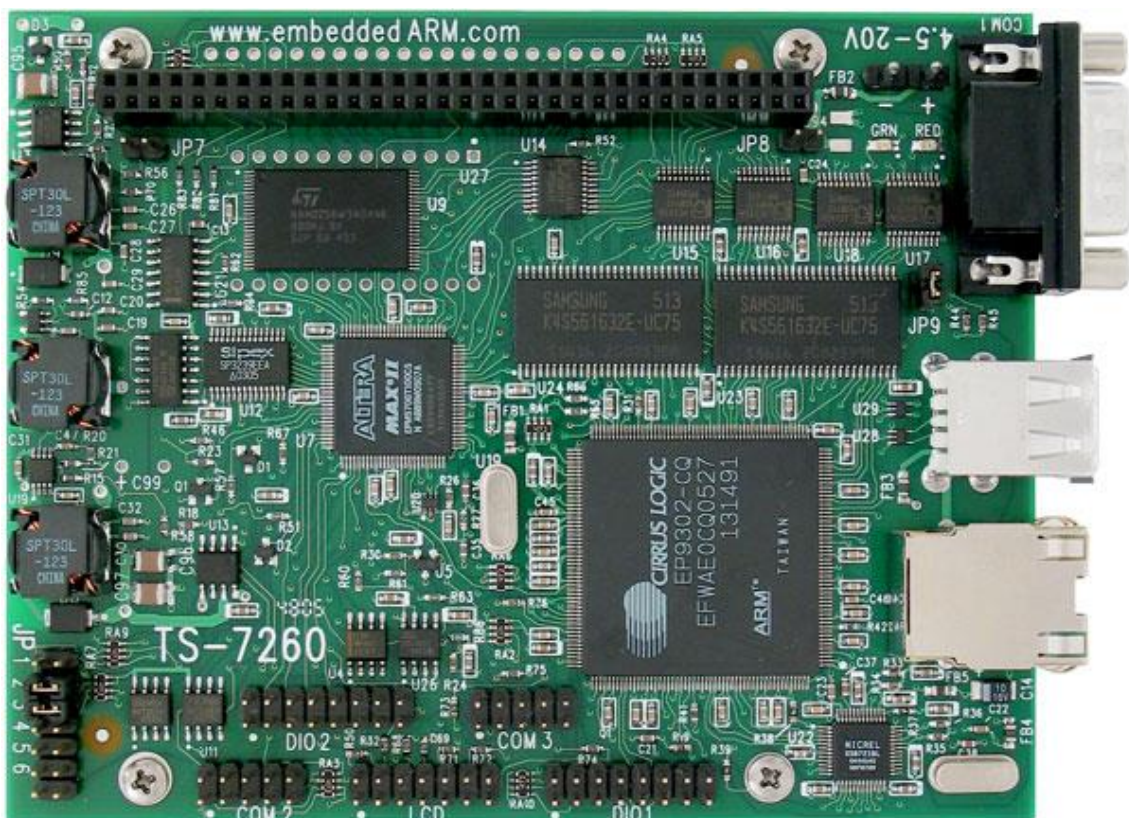
TS-72XX series Single Board Computers (SBC's) run on a 200 MHz ARM9 processor with power as low as 1/2 Watt. Low board complexity, low component count, and low power/heat makes for an extremely reliable embedded engine.

The EP9302 processor from Cirrus is the highly integrated 200Mhz ARM9 processor that the TS-72XX SBC's are built around and includes an on-chip 10/100 ethernet, USB, serial, and Flash/SDRAM controller

For example, on the TS-7200 model there is 32 Mb of Micron SDRAM running at 66 Mhz and 8 Mb Intel Strata flash on-board. A supplemental PLD provides glue logic, watchdog timer, Compact Flash IDE, and 8 bit PC/104 support. Integer CPU performance is about 20% faster than our 133 Mhz x86 offerings.

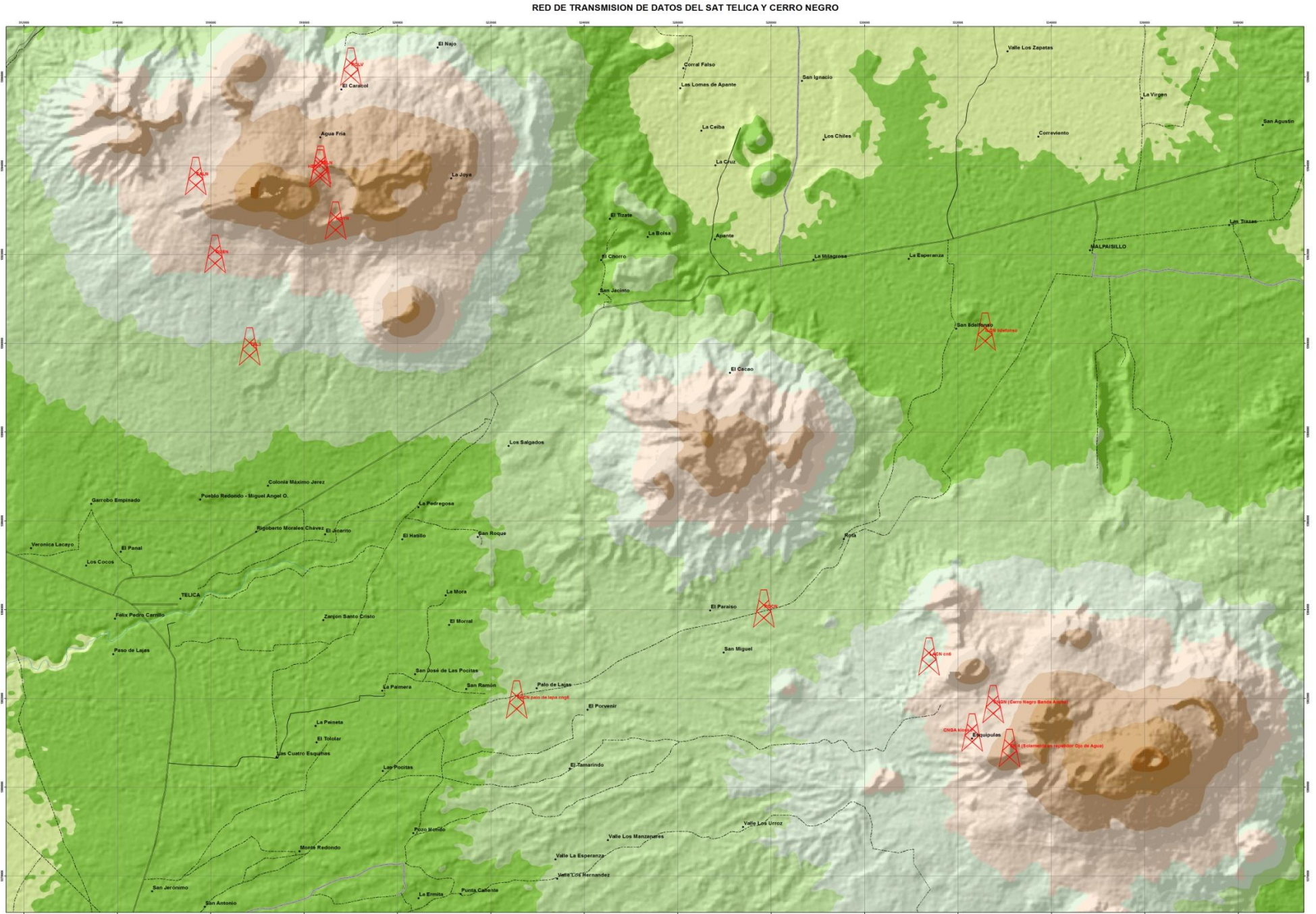
Even with the standard power consumption of 2 Watts, the TS-72XX SBC's run without fans or heat sinks in the temperature range of -20 to +70°C. Extended Temperature -40° to +85°C is also standard, but CPU clock must be decreased to about 166MHz for higher temperatures.

Digital Signal Processing (DSP) is enabled through a standard 5 channel, 12bit A/D converter (Optional 8 channel, 12 bit A/D converter), 20 DIO lines and 2 standard serial ports. The 8/16 bit PC/104 interface enables additional functionality through Technologic Systems' broad product line of PC/104 peripheral daughter boards. The TS-7KV adds video, CAN, Com Ports, and A/D conversion. The TS-ETH10 allows the addition of Ethernet ports. The TS-CAN adds CAN connectivity. The TS-Modem boards add both wired and cell phone capabilities.

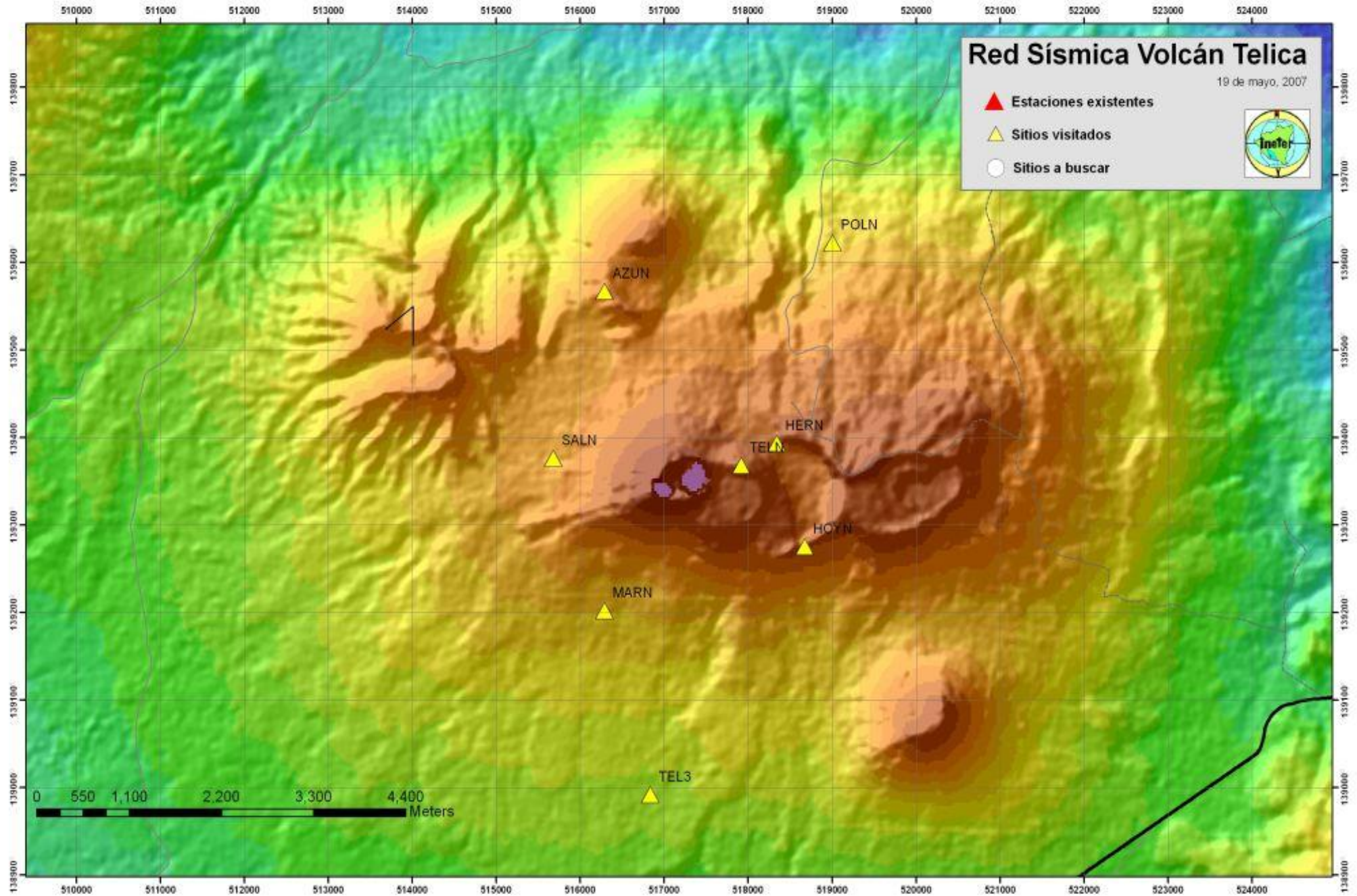


Distribución de la Red de comunicación del SAT Telica y Cerro Negro

Se muestra los puntos de las estaciones, compuestas por clientes y puntos de accesos



Mapa de la Red Comunicación ubicada en de Volcán Telica



Infraestructura de Estaciones Sísmicas compuestas por:

- Casetas de concreto
- Mástil para instalar los equipos de radios
- Arreglo de paneles solares y banco de baterías para suministro de energía.



Mapa de Red Sísmica Virtual: Comparte Datos con otros observatorios a través de internet y radio frecuencias.

