

2. El Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares (CTBTO)

En julio de 1976, la Conferencia en Desarme Mundial estableció un grupo de científicos expertos Ad Hoc (GSE) con el propósito de establecer medidas de cooperación internacional a fin de identificar y detectar eventos nucleares y sísmicos, y así como facilitarle el monitoreo al CTBTO. Desde ese entonces el GSE desarrolló varias generaciones de sistemas de intercambio de datos que permitieron el surgimiento de tres ensayos técnicos (GSETT-1, GSETT-2 y GSETT-3).

El CTBTO fue aprobado por Asamblea General de 51 Estados Miembros de las Naciones Unidas, el 10 de septiembre de 1996 y quedó abierto a todos los Estados el 24 de septiembre de 1996. Su objetivo es el de: "Contribuir eficazmente a la prevención de la proliferación de las armas nucleares en todos sus aspectos y al proceso del desarme nuclear y, por lo tanto, al acrecentamiento de la paz y la seguridad internacionales". Para esto, cada Estado Parte se compromete entre otros a: "No realizar ninguna explosión nuclear y a prohibir y prevenir cualquier explosión nuclear de esta índole en cualquier lugar sometido a su jurisdicción y control".

La forma en que el Tratado ejerce control en los Estados Parte sobre la ejecución o no de las pruebas nucleares, es a través de una serie de estaciones sísmicas primarias y secundarias, estaciones de radionúclidos, laboratorios de radionúclidos, estaciones hidroacústicas e infrasónicas ubicadas a nivel mundial. La instalación y mantenimiento de estas estaciones se hace con las contribuciones financieras hechas anualmente por los Estados Parte, "... de conformidad con la escala de cuotas de las Naciones Unidas ...".

2.1 Sobre el IMS, IDC y GCI

El IMS está encargado de hacer funcionar, mejorar, financiar y mantener las instalaciones para la vigilancia sísmica, vigilancia de radionúclidos incluyendo los laboratorios homologados, vigilancia hidroacústica, vigilancia infrasónica y los respectivos medios de comunicación.

La red sísmica primaria manejada por el IMS está conformada por un total de 50 estaciones, de las cuales 30 tiene asociadas subredes y 19 (de las 50) son de 3 componentes. Los gastos de instalación y funcionamiento de una estación sísmica primaria son financiados por el Tratado y la información que de ella se genera es transmitida ininterrumpidamente al Centro Internacional de Datos (IDC) directamente, o por medio de un Centro Nacional de Datos (NDC). Las principales características de las estaciones sísmicas se pueden dividir en tres (3) grandes grupos: **a) Sismómetros:** Cuenta con sensores de tres componentes de banda ancha, aunque también son usados sensores de corto y largo período. Para las subredes a menudo se utilizan sismómetros verticales. **b) Grabación:** Digital de 16 ó 24 bits, aunque también hay registros análogos; para el tiempo se utiliza GPS. **c) Procesamiento y Comunicaciones:** La grabación de datos es en forma continua, la disponibilidad de estos es casi inmediata, pueden ser enviados o accedidos con facilidad y su procesamiento es en tiempo real.

El IDC es quien recibe, recopila, trata, analiza y archiva datos de las estaciones IMS, incluyendo los resultados del análisis realizado en laboratorios homologados de radionúclidos; y además informa al respecto. Algunos de los servicios que presta el IDC son: Ofrecer a los Estados Parte entrenamientos sobre su estructura y funcionamiento; proveer sus productos; entrenar al personal de los NDC sobre el procesamiento de señales sísmicas, y asistirlos para que implementen el sistema de monitoreo del CTBTO.

El Sistema Global de Comunicaciones (GCI) tiene como funciones principales: recolectar datos desde las estaciones del IMS, distribuir los datos a los NDC por "links" o por Internet y gerenciar la red de monitores que muestren el estado de las comunicaciones.

3. Experimento GSETT-3 y la Estación ALPHA

En abril de 1997 el Gobierno de Colombia a través del INGEOMINAS inició su participación en el CTBTO mediante el proyecto GSETT-3, con la cooperación del Gobierno de Canadá y con el visto bueno del Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia. Tal proyecto con la ayuda del Servicio Geológico de Canadá involucró la instalación de una estación sismológica ALPHA en el sitio conocido como El Rosal, aproximadamente a 46 Km. al NW de Bogotá dentro de predios de la Aeronáutica Civil. Las coordenadas

WGS84 del sitio son: latitud norte de $4^{\circ} 50' 41.48''$, longitud oeste de $7^{\circ} 19' 16.33''$, y una altura elipsoidal de 2986.962 m.

La configuración previa de la estación estuvo conformada por un cubículo aislado térmicamente (Figura 1) en cuyo interior se encontraba un sensor Guralp modelo CMG-T3E-0007 y dos cajas metálicas. La primera caja metálica contenía un digitalizador con GPS; la segunda caja metálica contenía una UPS, una batería de 12v - 24 amperios con regulador de voltaje, y dos radios uno transmisor y otro receptor.



Figura 1. Antiguo cajón de la estación del CTBTO y Sensor Guralp CMG-T3E007.

Cerca del cubículo estaba un torre de aproximadamente 5 metros de altura (Figura 2) con una antena de GPS, y dos antenas de radio (transmisión y recepción de la señal de radio). La torre estaba protegida contra descargas eléctricas mediante una malla metálica de varillas de cobre Copper Weld de 2 m. de longitud y diámetro de $\frac{1}{4}$ de pulgada. La señal análoga registrada por el sensor en El Rosal se convertía a digital mediante el digitalizador y luego se enviaba vía telemetría radio hasta el Centro Nacional de Datos (CND) ubicado en la Sede Central del INGEOMINAS en Bogotá.

Figura 2. Antena utilizada para telemetría vía radio.



Para recibir la información proveniente de El Rosal el CND contaba con la siguiente infraestructura: una torre con dos antenas (transmisión y recepción), una caja metálica con dos radios, uno para transmisión y otro para recepción (Figura 3), y una UPS compuesta de una batería de 12v - 24 amperios. El procesamiento de los datos en el CND se realizaba por medio de una estación de trabajo Sun Sparc la cual guardaba, procesaba y posteriormente enviaba vía Internet la información hacia la ciudad de Arlington (Estados Unidos); donde luego eran almacenados en el Centro Internacional y Provisional de Datos.

La estación ALPHA funcionó con algunos problemas hasta octubre de 1998 debido a que una descarga eléctrica le averió.

Figura 3. Radios de transmisión y recepción ubicados en INGEOMINAS (Bogotá).



4. Actualización de la Estación ALPHA

En mayo de 1999 se decidió reemplazar todos los equipos con el fin de tener una mayor confiabilidad en la adquisición y posterior envío de datos al actual IDC, con sede en Viena (Austria). Fue así como en enero de 2000 se inició la construcción de una caseta (Figura 4) y su respectiva protección a tierra, y en diciembre de 2000 se instaló un nuevo sistema de comunicación que permite la transmisión de los datos de la siguiente manera: vía telemetría satelital El Rosal - Viena y Bogotá - Viena (Figura 5); y vía telemetría radio El Rosal - Bogotá.

Figura 4. Caseta de la estación del CTBTO ubicada en El Rosal.

