

AVANCES EN LA INSTALACION DE UNA RED SISMICA DE MONITOREO CONTINUO EN LA PROVINCIA DE SALTA

José Ferretti¹, Lía Orosco¹, Ramón Ortiz², Joan C Olmedillas³, Raúl Bojarsky¹, José Viramonte¹,
Xavier Goulas³

1 Consejo de Investigación Universidad Nacional de Salta - Salta - Argentina

2 Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) - Madrid - España

3 Institut Cartogràfic de Catalunya, Servei Geològic - Barcelona - España

RESUMEN

En este trabajo se presentan los avances en la instalación de una red de monitoreo sísmico continuo para la provincia de Salta. Es un proyecto conjunto de la Universidad Nacional de Salta (UNSa) y el Institut Cartogràfic de Catalunya, que tiene como objetivo el desarrollo y la instalación de instrumentación para vigilancia sísmica, para la obtención de datos de la actividad sísmica local, a los fines de su posterior utilización en estudios de peligrosidad y riesgo sísmico.

SUMMARY

The advances in the installation of a continuous monitoring seismic array, in Province of Salta (Argentina) is presented. It's a common project between local University (UNSa) and Institut Cartogràfic de Catalunya (Spain). The project is aimed to the development and installation of seismic instrumentation, to gather the data needed to begin with seismic hazard and seismic risk studies.

INTRODUCCION

En el marco del Programa de Cooperación Científica entre España e Iberoamérica, se inició un proyecto de colaboración entre el Institut Cartogràfic de Catalunya y la Universidad Nacional de Salta (Argentina), con la participación del Departamento de Volcanología del CSIC (España), a través del Profesor Investigador Ramón Ortiz Ramis, con el fin de instalar una red sísmica en la zona central de la Provincia de Salta, ubicada en el noroeste argentino. El objetivo de la red consiste en registrar de modo continuo la actividad sísmica de la Provincia de Salta, a los fines de obtener un catálogo sísmico a partir del cual sea posible estimar la peligrosidad sísmica de la provincia. A fin de estimar la peligrosidad se requiere realizar estudios de identificación de fuentes sísmogenéticas potenciales, sismotectónica de placas y sismicidad histórica. Justamente esta última, da cuenta de terremotos de intensidades mayores que VI en 1692, 1844, 1948 y 1973 en Salta.

La instrumentación y los programas de adquisición utilizados, han sido desarrollados especialmente para esta aplicación, por el Dr. Ortiz e Ing. Olmedillas, a lo largo del año 1995, y es actualizado y mejorado permanentemente (Ref 1,2,3). Durante el año 1996 se inició el despliegue de la estación sísmica central de la red, ubicada en la UNSa. Durante el año 1997 se instalará el resto de estaciones. Estas se ubican en las localidades de San Antonio de los Cobres, Las Lajitas y San Carlos (Provincia de Salta), una estación ubicada en los predios del Laboratorio de Estructuras, de la Universidad Nacional de Tucumán, (Provincia de Tucumán) y otra ubicada en la Universidad Nacional de Jujuy (Provincia de Jujuy). En la figura 1 se muestra la ubicación de las estaciones.

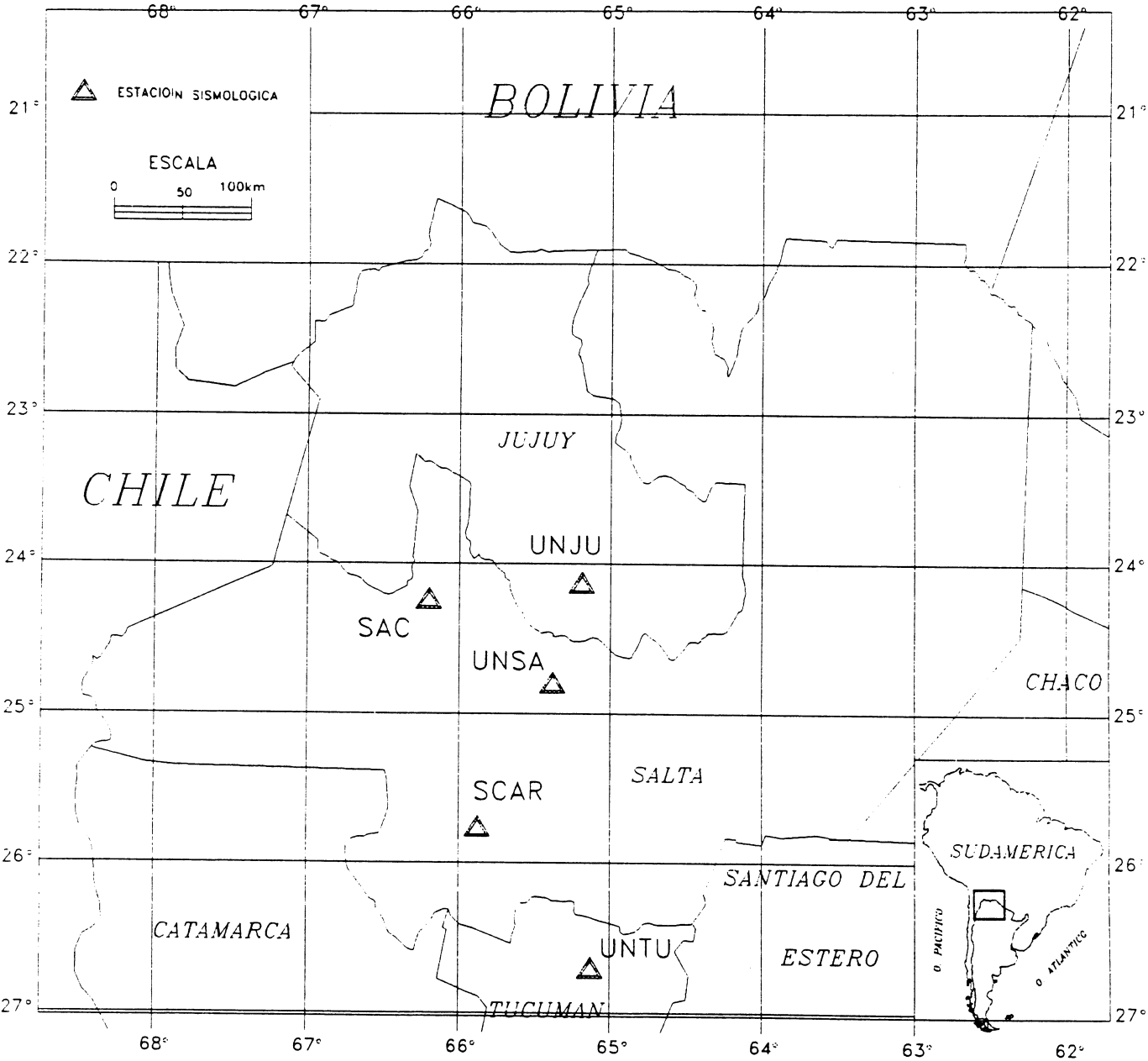


Fig 1 : Ubicación prevista para las estaciones sísmicas

EQUIPAMIENTO

La red consta de una estación central y de varias estaciones remotas, todas ellas idénticas. El equipamiento de cada una de las estaciones, dispone una parte en campo y otra en laboratorio. La parte de campo consta de un sensor de tres componentes MARK L4-C de medio segundo de período propio, electrónica de adaptación, filtrado y conversión analógica digital, incorporado en un solo circuito integrado, AD7710, un microcontrolador, PIC-16C54, y un interface transmisor, según norma RS485. La sección de laboratorio consta de un ordenador personal compatible IBM, un interface receptor RS485 y un receptor GPS para adquisición de tiempo universal coordinado, y el programa de control de todo el sistema. Asimismo, un módem telefónico permite comunicar con la estación central para la extracción y transmisión de los eventos registrados por la estación. La estación central, además de estos componentes, cuenta con programas de análisis de registros. En la figura 2 se muestra un esquema de los componentes de la estación típica que forma la red.

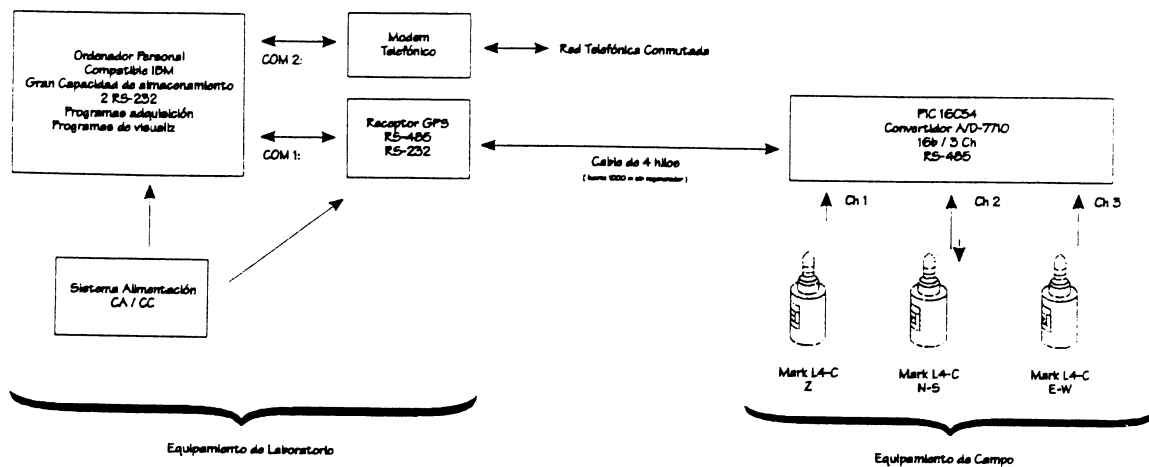


Fig 2 : Esquema de la estación sísmica típica

Equipamiento en campo: Para la instalación del sensor se construye un pozo sísmico solidario con el terreno, entre 1 y 2 metros de profundidad, de hormigón de buena calidad (in situ o prefabricado, según las condiciones de cada emplazamiento). Para evitar la condensación de humedad, que puede dañar la instrumentación, esta cámara debe estar adecuadamente ventilada.

El geófono utilizado es un MARK L4-C. Se trata de un sismómetro electromagnético, de bobina móvil, cuya banda de frecuencias útiles se extiende a partir de 2 Hz. En esta aplicación, el límite superior lo determina la frecuencia de muestreo del sistema. En las estaciones desarrolladas para esta red, se pueden utilizar frecuencias de muestreo de 10, 25, 50 y 100 Hz. La frecuencia de muestreo habitual, es de 25 mps; de esta forma, se obtienen unos tamaños de registros moderadamente grandes, y una banda de trabajo útil suficiente para los fines de esta red sísmológica.

En una sola tarjeta de circuito impreso, está contenida toda la electrónica necesaria para la adquisición de las señales de los geófonos. La señal de cada una de las tres componentes, se introduce en un conversor analógico - digital de ANALOG DEVICES referencia 7710. Se trata de un conversor sigma-delta, cuyos parámetros de funcionamiento se pueden programar externamente. Por ello, en una misma tarjeta se disponen tres AD7710, uno para cada componente, y un microcontrolador. Este microcontrolador se encarga de programar los tres AD7710, recibir los datos adquiridos y generar unos paquetes de datos que serán transmitidos a través de un interfase RS485

vía cable hacia el ordenador de registro. En caso de ser necesario, el sistema permite ser modificado de forma sencilla, para adaptar la transmisión de los datos vía radio, o radio-modem.

La tarjeta dispone de cuatro microinterruptores que permiten configurar sobre el terreno la frecuencia de muestreo, típicamente entre 25 y 50 mps, y la ganancia de los amplificadores programables de que dispone el AD7710 , de 1 a 128, en potencias de 2. El microcontrolador, al poner en funcionamiento el sistema, lee la posición de estos microinterruptores y programa los convertidores analógico - digital de la forma seleccionada. El programa contenido en el microcontrolador PIC 16C54 se ha desarrollado especialmente para esta aplicación. En figura 3, se muestra un esquema electrónico de la tarjeta de circuito impreso que constituye la instrumentación de campo.

Equipamiento en laboratorio: Desde el pozo sísmico, hasta el ordenador personal de registro, se dispone de una canalización de PVC o similar, para conducir el cable que transporta la alimentación continua de 12 voltios y la señal de datos.

En el laboratorio, una única tarjeta de circuito impreso dispone de la electrónica necesaria para compartir un puerto serie del ordenador personal, con los datos enviados por el equipamiento de campo y los datos procedentes del receptor GPS. De esta manera dispone de un interface receptor RS485, para recibir los datos procedentes del equipamiento de campo, y un interface adaptador de niveles RS232, para recibir los datos procedentes del GPS. La tarjeta se completa con unos circuitos lógicos controlados desde el ordenador personal, que permiten acceder secuencialmente a los datos del receptor GPS o del equipo de campo, una fuente conmutada de 5 voltios que suministra la alimentación al GPS y un circuito que ensancha el pulso de segundo que envía el receptor GPS. En figura 4 se muestra el esquema de circuito impreso que constituye el equipamiento de laboratorio.

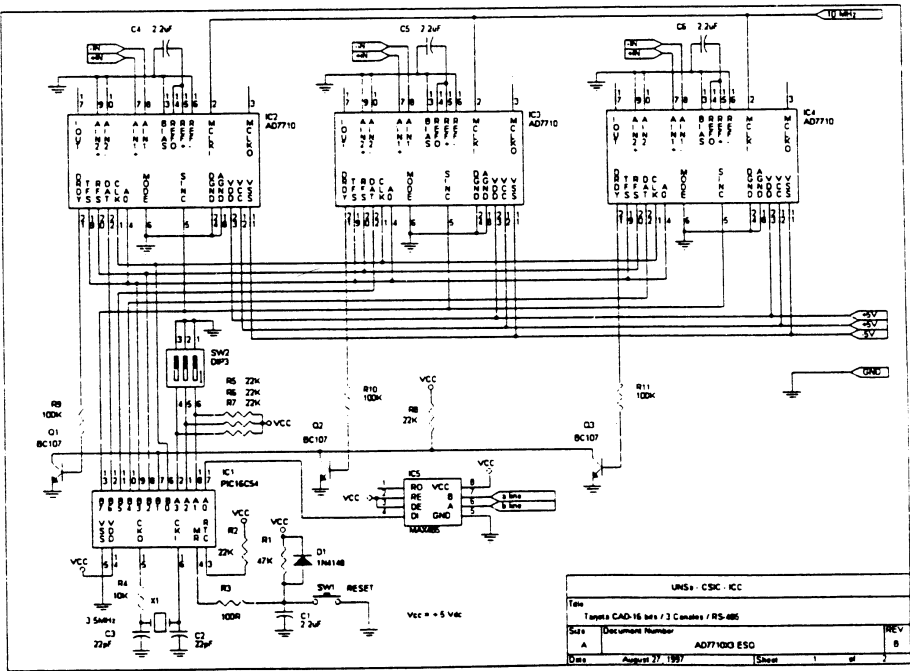


Fig 3 : Esquema de la tarjeta de adquisición y transmisión de datos

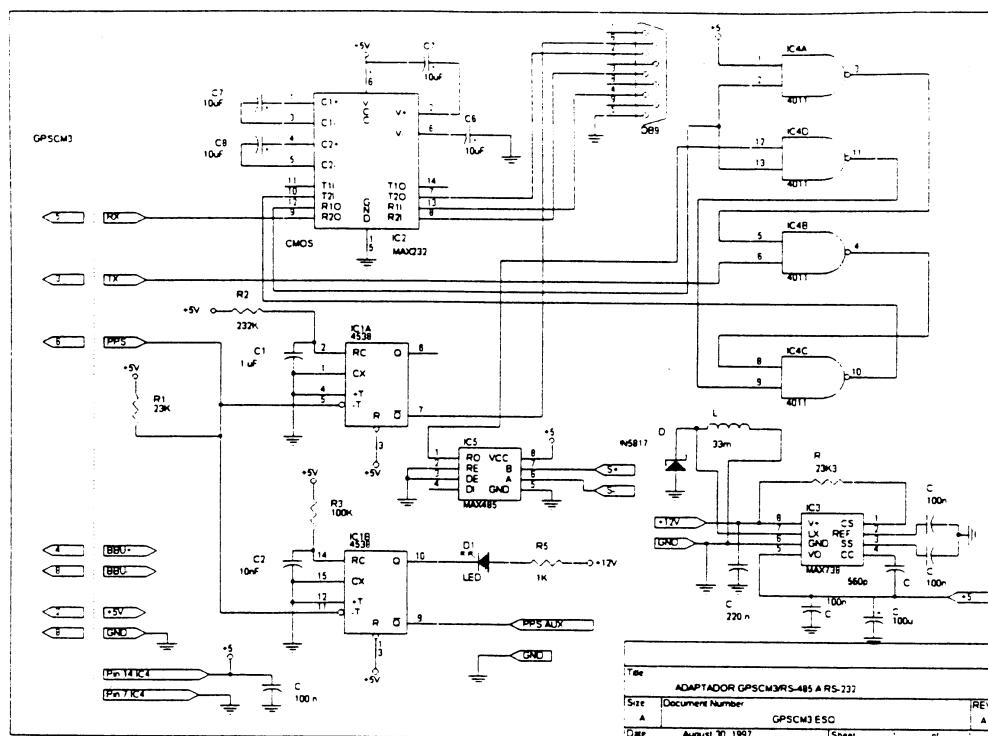


Fig 4 : Esquema de la tarjeta del receptor GPS y recepción de datos

Toda la instrumentación sísmica se alimenta de una sola fuente de tensión de 12 voltios que puede proceder de una batería de auto standar o de un sistema fotovoltaico o de una fuente de alimentación conectada a la red eléctrica. Un conector standar de 9 pines conecta esta tarjeta al ordenador personal.

PROGRAMAS DE ADQUISICION Y ANALISIS

Las tareas que realiza el programa de adquisición consisten en: controlar el funcionamiento del GPS, sincronizar el reloj interno del ordenador personal con las marcas de tiempo obtenidas del receptor GPS , recibir los datos transmitidos por el equipo de campo, almacenar los datos y los parámetros de funcionamiento en ficheros.

Al poner en funcionamiento el programa adquiere los parámetros de funcionamiento de un fichero ASCII, el cual ha sido previamente configurado por el usuario. Este fichero ASCII tiene el siguiente contenido:

```

3      Number_of_channels
25     Sampling_rate
0      Clock_trimer
HOUR   File_option_( HOUR_MINUTE)
OFF    Offset_control_( OFF_ON)
OFF    Lowpass_filter_( OFF_ON)
OFF    RSAM_( OFF_ON)

```

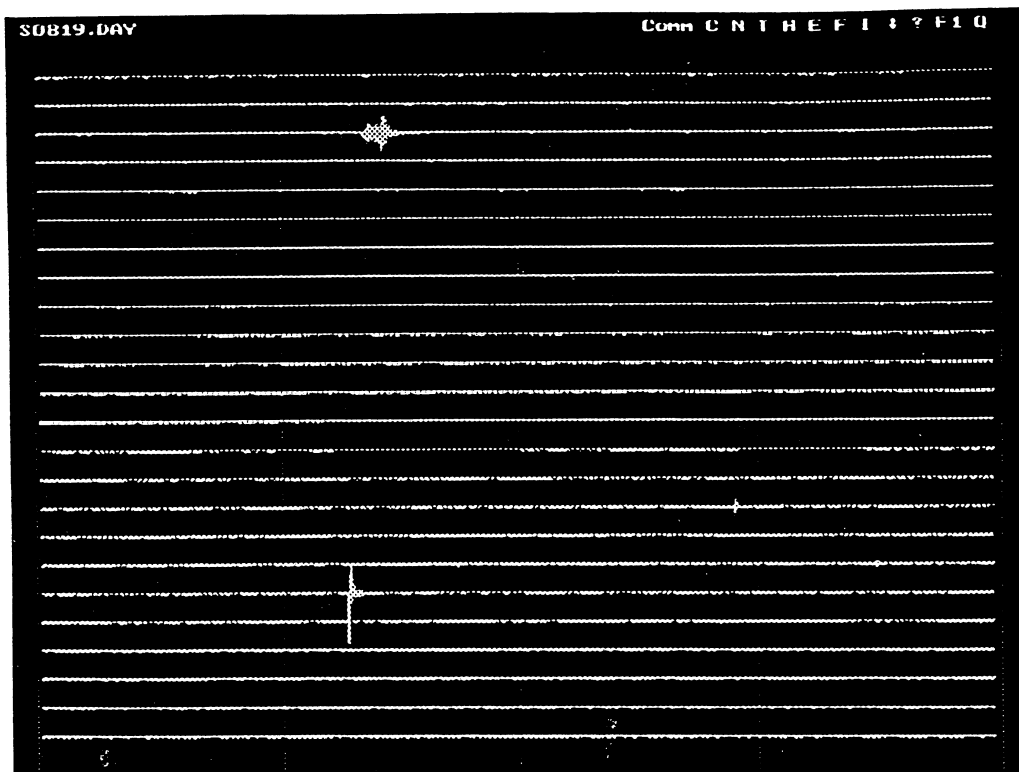
OFF LTA/STA_(OFF_ON)
ON Day_resume_control_(OFF_ON)
S File_code
UNSa Station_name

El ordenador personal tiene instalado un disco rígido de 1 GB, lo cual permite disponer de los registros sísmicos continuos de varias semanas. Típicamente, para una estación de tres componentes a 25 mps y 16 bits de resolución son necesarios 12,36 MB para 24 horas de registro continuo. Con el disco rígido de 1 GB, si tenemos en cuenta la instalación del sistema operativo y del Windows'95 (o 3.11), permite fácilmente almacenar hasta 30 días de registro.

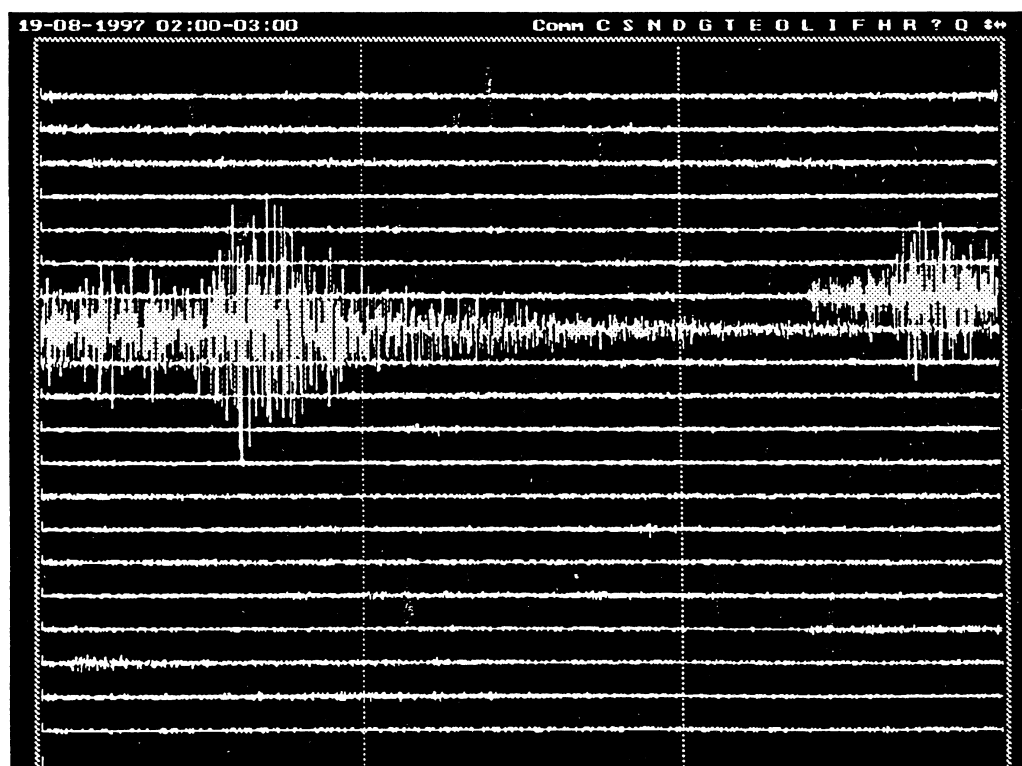
Para realizar un control y selección de los registros obtenidos se ha desarrollado el programa BANDAS. Entre las utilidades que dispone este programa, se cuenta:

- a) visualización en una sola pantalla de 24 horas de registro
- b) Visualización en una sola pantalla de una hora de registro
- c) Extracción de eventos, seleccionando el tiempo de inicio y final de evento
- d) Filtrado de señal: offset y filtro pasabaja
- e) Salida de datos, del evento seleccionado, en formato binario o ASCII.

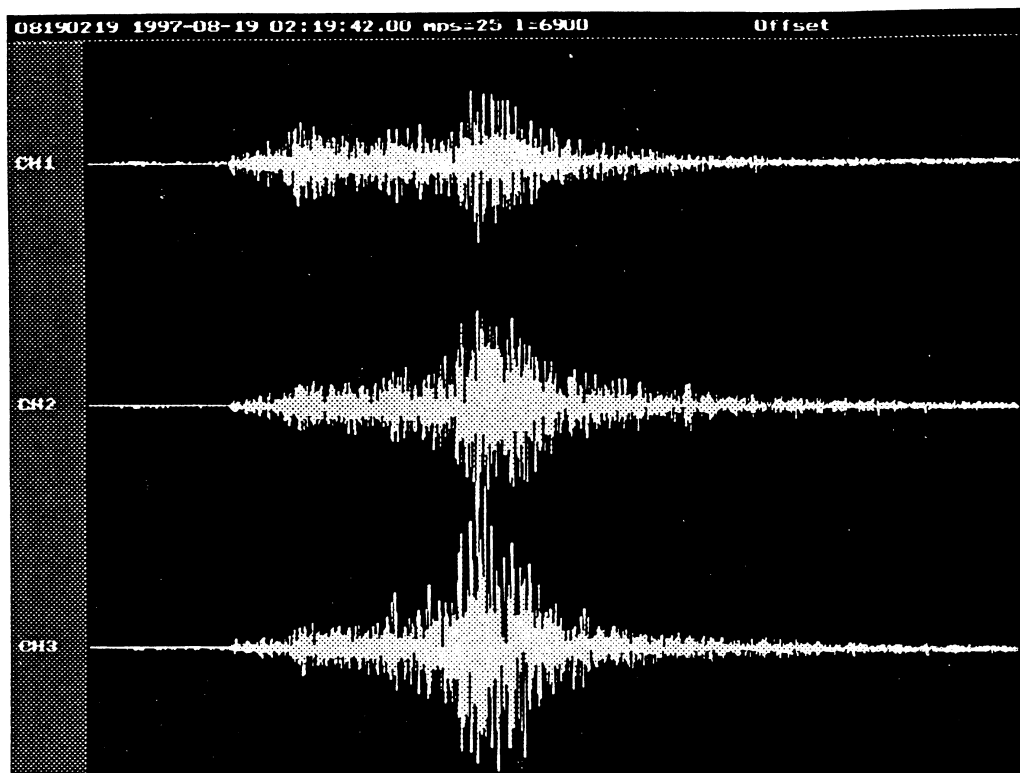
Las siguientes figuras, muestran una típica salida de este programa, para un evento correspondiente al día 19 de Agosto de 1997. En figura 5 se muestra la salida de pantalla de un día en la que se aprecian dos eventos. En la figura 6 se muestra la hora completa en que se produjo el primer evento , y en la figura 7 se aprecia este mismo evento extraído del registro continuo. En la figura 8 se muestra la hora completa en que se produjo el segundo evento , y en la figura 9 se aprecia este mismo evento extraído del registro continuo. Las figuras 7 y 9 son salidas del programa EXAMEN.



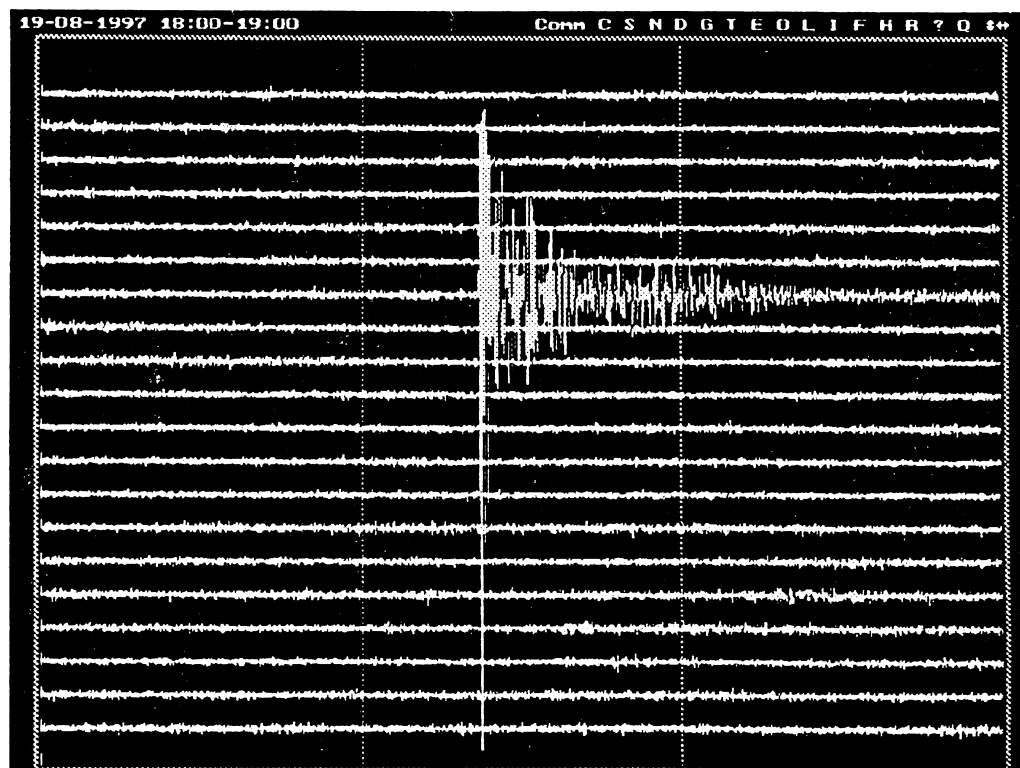
*Fig 5 : Salida de pantalla para 24 horas
(Programa BANDAS)*



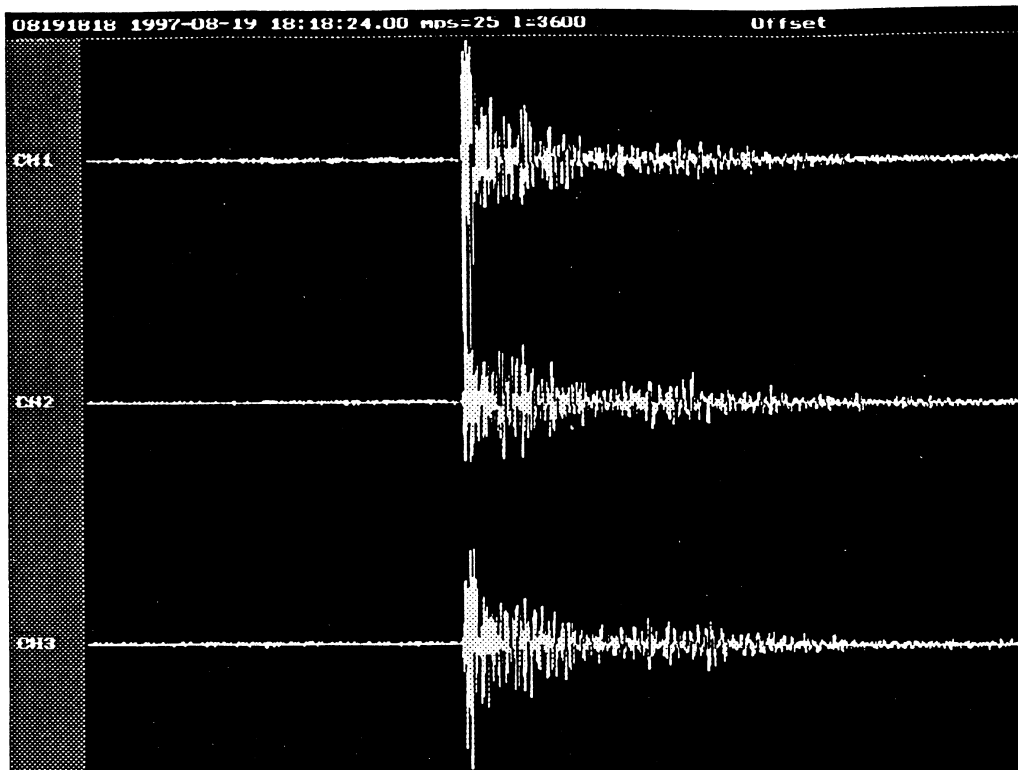
*Fig 6: Salida de pantalla para el intervalo 2:00-3:00 UTC.
(Programa BANDAS)*



*Fig 7: Salida de pantalla para el evento 08190219
(Programa EXAMEN)*



*Fig 8: Salida de pantalla para el intervalo 18:00-19:00 UTC.
(Programa BANDAS)*



*Fig 9: Salida de pantalla para el evento 08191818
(Programa EXAMEN)*

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. Iván Petrinovic y a los señores Benjamín Heit y César Abraham, la colaboración prestada a la realización de este proyecto.

REFERENCIAS

1. Olmedillas, J.C. "Redes sísmicas permanentes y sistemas de adquisición de datos. Redes sísmicas portátiles, estaciones autónomas y sistemas de bajo consumo. Organización y procesos de datos sísmicos. " V Jornadas de Instrumentación y Procesos de Datos en Ciencias de la Tierra. Encuentro Iberoamericano, Granada, Marzo de 1993
2. Ortiz, R. y Olmedillas J.C., "Estación de registro sísmico digital continuo usando telemetría digital por cable". VII Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica. Universidad Complutense de Madrid. Junio, 1995.
3. Viramonte, J. Orosco, L., Ferretti, J., Petrinovic, Y., Heit, B., Abraham, C., Ortiz, R. Olmedillas, J.C., Goulas, X. "Instalación de una red sísmica para identificación y caracterización de fuentes sismogénicas que afectan la Provincia de Salta, Argentina", 4º Simposio Latinoamericano sobre Riesgos Geológicos en Áreas Urbanas. San José de Costa Rica. Setiembre de 1996.