

# Catálogo de Acelerogramas Registrados por la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México Durante el Año 2004

Manuel Luna, Luis Munguía, Antonio Vidal  
Miguel Navarro y Tito Valdéz.



Departamento de Sismología  
División de Ciencias de la Tierra

CICESE

## INDICE

Resumen	III
Introducción	IV
1 Información general acerca de la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México	1
2 Instrumentación	2
2.1 Memoria Pre-evento y Pos-evento	2
2.2 Sincronización del tiempo de los instrumentos	3
2.3 Orientación de los sensores	3
2.4 Modificaciones en las características de registro de la instrumentación	4
2.5 Características de las estaciones	4
3 Mantenimiento de la red y recolección de datos	7
4 Procesamiento de los datos	7
4.1 Nomenclatura utilizada con los archivos del Volumen I (V1)	8
5 Almacenamiento de la información	11
5.1 Nomenclatura de los archivos comprimidos en los que se agrupan los datos por evento	11
6 Sismos registrados y gráficas respectivas	12
6.1 Ejemplo e información de las gráficas de las señales obtenidas	19
7 Disponibilidad de los registros	22
8 Sumario	22
9 Agradecimientos	22
10 Referencias	23
11 Apéndices	
A Encabezado de los archivos de las series de tiempo procesadas (V1)	A.1
B Cronología de la instrumentación de la red durante el año 2004	B.1
C Acelerogramas de los sismos registrados durante el año 2004	C.1

## Resumen

El presente catálogo de datos de aceleración se elaboró con la finalidad de dar a conocer los resultados del funcionamiento de la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México durante el año 2004. Los acelerogramas que constituyen el catálogo fueron obtenidos con equipos digitales con resoluciones de 12, 16 y 18 bits, fabricados por la compañía *Kinematics*. El catálogo está formado por **129** registros de aceleración de 3 componentes cada uno, corregidos por la sensibilidad del instrumento (Volumen I), que corresponden a **85** sismos registrados. La obtención del Volumen I de los datos fue realizada con los programas **SSA**, **SSX**, **SSR** y **K2**. De los 85 sismos registrados sólo fue posible obtener la localización de **65** de ellos, de los cuales **12** fueron ubicados en la región del Macizo Rocosó Peninsular, **19** en el área limítrofe entre las regiones del Valle de Mexicali y del Macizo Rocosó Peninsular, **33** en el Valle de Mexicali y **1** dentro del Océano Pacífico. Respecto a las magnitudes de los sismos localizados, éstas estuvieron comprendidas en un intervalo de **2.0** a **5.5**. La aceleración máxima absoluta registrada durante el año 2004 fue de **353** gales y fue producida por un temblor de magnitud **5.1** (lat. N 32.387, lon. O 115.259) registrado a una distancia epicentral de **2.3** km de la estación Planta Geotérmica de Cerro Prieto. Los archivos que contienen el Volumen I de los datos de aceleración son archivos tipo texto (ASCII) organizados de acuerdo al *Formato Estándar de la Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes* (versión 2.0). Estos archivos fueron agrupados y comprimidos por evento, organizados por año, mes y día y están almacenados en discos ópticos reescribibles (CD-RW).

## Introducción

Con el propósito de registrar los movimientos fuertes causados por sismos relevantes de la región norte de Baja California, durante los últimos 28 años ha estado en funcionamiento la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México (RANM). La finalidad del presente catálogo es dar a conocer los aspectos más relevantes y generales del funcionamiento de la red y de la información registrada por ésta durante el año 2004. Para ello, el catálogo se encuentra dividido en seis partes principales: La primera parte, "Información general acerca de la red", ubica al lector dentro del marco de alcance comprendido por esta red, así como de su organización. La segunda parte, "Instrumentación", describe algunos aspectos importantes en cuanto a la forma de adquisición de los datos. En la tercera parte, "Mantenimiento de la red y recolección de los datos", se describe el procedimiento general de revisión que se realiza a cada una de las estaciones, para el buen funcionamiento de éstas. En la cuarta parte, "Procesamiento de los datos", se indica el procedimiento general usado en el procesamiento de los datos y se describe la nomenclatura utilizada para asignarle un identificador único a cada archivo de registro. En la quinta parte, "Almacenamiento de la información", se describe la nomenclatura utilizada para la asignación de los nombres de cada uno de los archivos comprimidos por evento, así como de su contenido. Finalmente, en la última parte, "Sismos registrados y gráficas respectivas", se presenta un mapa con la localización de los epicentros de los sismos registrados y localizados en el período y se realiza un análisis descriptivo sencillo de las características de estos sismos. Adicionalmente, se presenta una tabla con las coordenadas y las magnitudes de los sismos localizados, así como las aceleraciones máximas, por canal, para cada uno de los sismos registrados en las diferentes estaciones acelerográficas.

## 1. Información general acerca de la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México

La distribución geográfica actual de las estaciones que conforman a RANM abarca principalmente la región norte del estado de Baja California y la parte noroccidental del estado de Sonora. La mayor densidad de estaciones se encuentra a lo largo del sistema de fallas Imperial-Cerro Prieto, debido a que este sistema genera con mayor frecuencia los sismos más fuertes de la región, (algunos ejemplos son: el sismo del Valle Imperial del 15 de octubre de 1979 [M = 6.6] y el sismo de Victoria del 9 de junio de 1980 [M = 6.1]). Sin embargo, otros sistemas con potencial para generar sismos de intensidad moderada a fuerte son el formado por las fallas San Miguel-Vallecitos, Sierra Juárez y la región de Pino Solo, ubicados en la región del Macizo Rocos Peninsular (MRP), además de la falla Laguna Salada, ubicada en la región oeste del Valle de Mexicali-Imperial (VMI). La distribución geográfica de las estaciones de la red, durante el año 2004, puede observarse en la Figura 1.

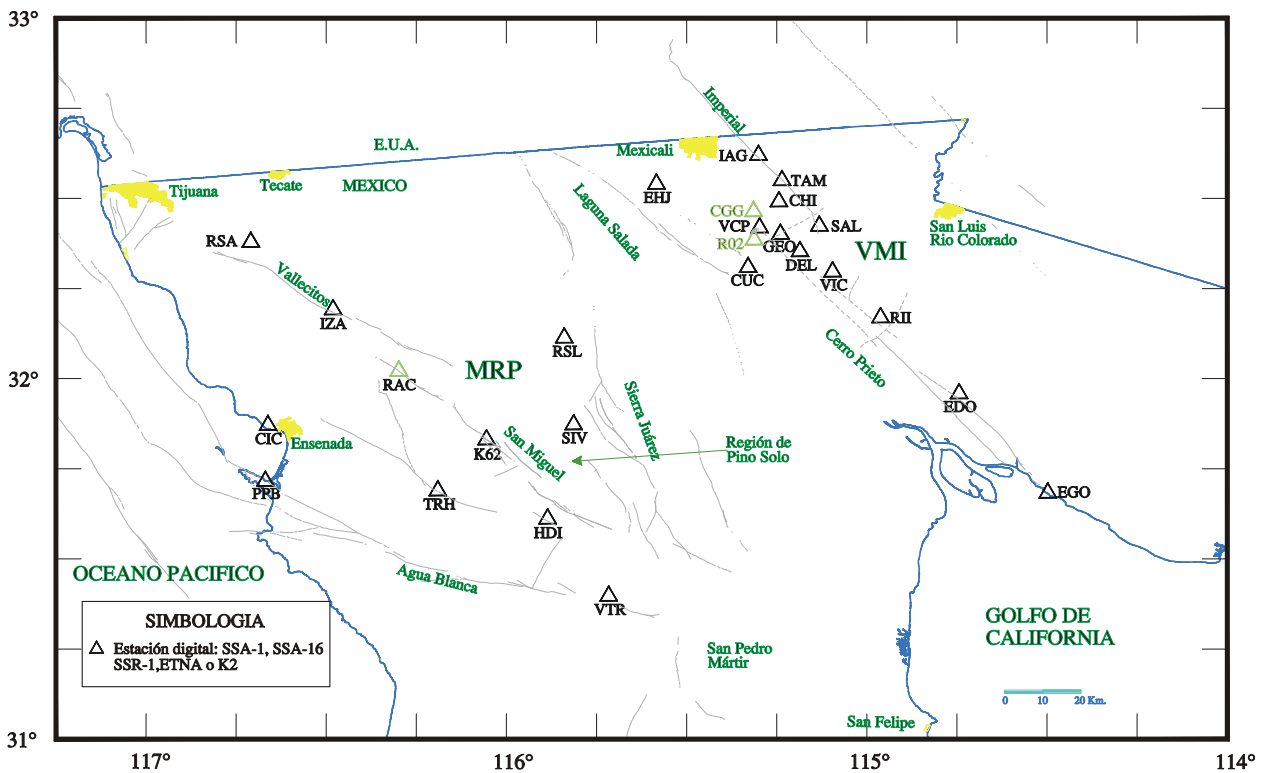


Figura 1. Distribución geográfica de las estaciones de la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México. Las abreviaturas MRP y VMI indican las regiones del Macizo Rocos Peninsular y del Valle Mexicali-Imperial, respectivamente.

## 2. Instrumentación

Durante el año 2004 la red funcionó con 26 instrumentos de tipo digital (6 *SSA-1*, 4 *SSA-16*, 5 *SSR-1/SA-102*, 5 *ETNA*, y 6 *K2*). Todos estos instrumentos fueron fabricados por la compañía *Kinematics*, con excepción de los acelerómetros *SA-102* (de *Terra Technology*) utilizados en combinación con las grabadoras *SSR-1*. Las características de todos los instrumentos fueron descritas en los catálogos previos al presente por Munguía *et al.* (1995), Vidal *et al.* (1996) y Luna *et al.* (1996) por lo que se sugiere revisar las referencias anteriores para una descripción general de algunas de las características más sobresalientes de los instrumentos que conforman la red.

### 2.1 Memoria Pre-evento y Pos-evento

Los instrumentos digitales *SSA-1* y *SSA-16* fueron programados para funcionar con una memoria pre-evento de 15.36 s, las grabadoras *SSR-1* para operar con 15.00 s y los instrumentos *ETNA* y *K2*, aunque trabajan con una memoria pre-evento de 15.00 s, sus registros reciben un ajuste que incrementa este tiempo de pre-evento. Este ajuste se realiza con un número de muestras equivalentes a las décimas de segundo del tiempo de disparo del instrumento. De esta forma, el tiempo de pre-evento efectivo es igual o mayor al de los 15.00 s definidos inicialmente en el instrumento (ver Figura 2).

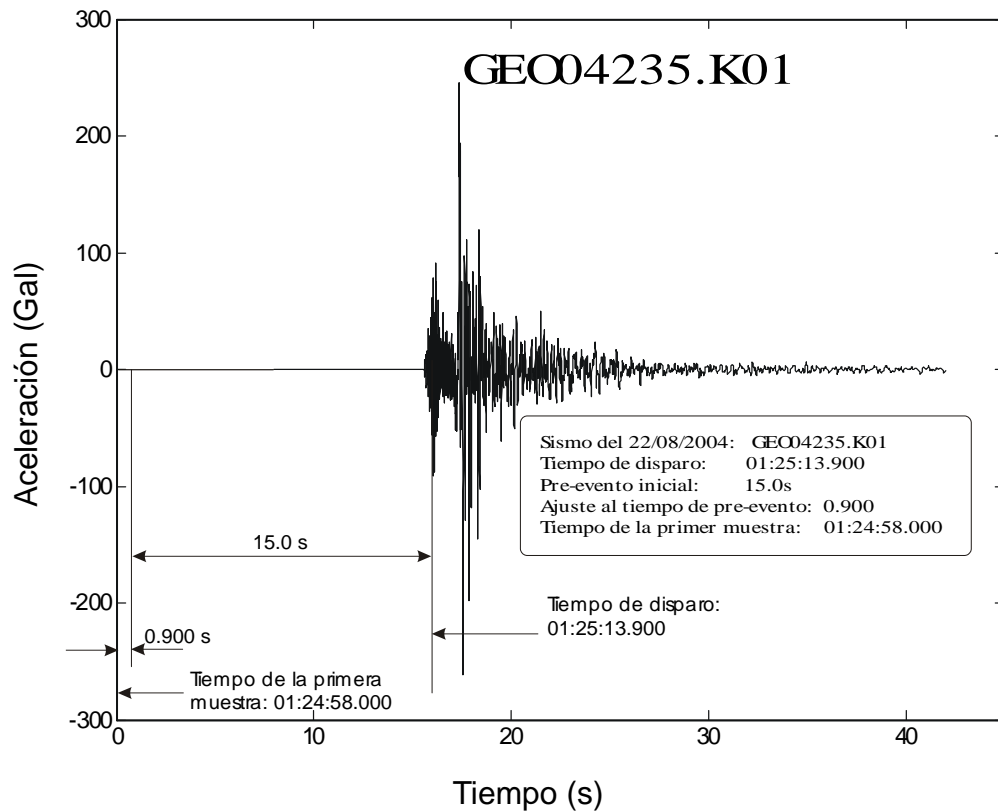


Figura 2. Determinación del tiempo de la primera muestra en los instrumentos *ETNA* y *K2*.

Por otro lado, los instrumentos fueron definidos para operar con la siguiente memoria post-evento: 60 s para los *SSA-16*; 30 s para los *SSA-1*; 20 y 25 s para los *SSR-1*, 40 s para los *ETNA* y 20, 30 y 40 s para los *K2*. Estos parámetros se han elegido de acuerdo a la experiencia adquirida en la operación de los equipos y aseguran el registro apropiado de la señal sísmica, tanto de los primeros arribos como de la longitud de la señal. Un resumen de los tiempos pre-evento y pos-evento de los instrumentos que conformaron la red durante el año 2004, se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Tiempos pre-evento y post-evento de la red durante el año 2004.

Instrumento	Pre-evento	Post-evento
<i>SSA-1</i>	15.36 s	30.0 s
<i>SSA-16</i>	15.36 s	60.0 s
<i>SSR-1</i>	15.00 s	20.0 y 25.0 s
<i>ETNA</i>	15.00 s	40.0 s
<i>K2</i>	15.00 s	20.0, 30.0 y 40.0 s

## 2.2 Sincronización del tiempo de los instrumentos

Los instrumentos *SSA-16* y *SSR-1*, que utilizaban el sistema de tiempo Omega para la sincronización de su reloj interno, carecen del tiempo UTC en todos los registros de este período. Esto es debido a que el sistema de tiempo Omega dejó de funcionar permanentemente desde octubre de 1997. A la fecha no se ha resuelto este problema de sincronización, y ésta se hace manualmente. Sin embargo, la deriva del reloj interno de estos aparatos es pequeña, de tal manera que siempre es posible identificar los eventos por el tiempo en sus registros.

Los instrumentos *SSA-1*, son sincronizados manualmente de acuerdo a la señal de radio WWVB.

Tanto los instrumentos ALTUS-ETNA como los ALTUS-K2, cuentan con un sistema de sincronización automática de su tiempo por medio de GPS.

## 2.3 Orientación de los sensores

Todos los instrumentos con sensores SA-102 y FBA, siguen el orden longitudinal, vertical y transversal, para los canales 1, 2 y 3 respectivamente, (ver tabla 2).

Los instrumentos con sensores Episensor, siguen el orden transversal, longitudinal y vertical para los mismos canales 1, 2 y 3, en este orden, (ver tabla 2).

## 2.4 Modificaciones en las características de registro de la instrumentación

- a).- A partir de la revisión de la instrumentación de la red del mes de abril, todos los instrumentos SSA-1, que funcionaban con una ganancia de 2 a 1, fueron modificados para trabajar con una ganancia de 4 a 1.
- b).- El instrumento SSA-16 con número de serie 156 ubicado en la estación **CUC**, ha estado trabajando desde noviembre del año 2000 hasta la fecha con un valor de código de sensor de cero, que equivale a una escala de  $\pm 2G$ . Sin embargo, los valores de aceleración obtenidos mediante el procesamiento normal de los registros, concuerdan con los valores de aceleración mostrados en el registro original a  $\pm 1G$ , que equivale a un código del sensor igual a 1 y que es lo que debería mostrar el encabezado del registro. Este cambio no considerado, pudo haberse dado por desconfiguración del equipo.

## 2.5 Características de las estaciones

La información concerniente a las estaciones de la red se presenta en la Tabla 2. En esta tabla se incluye el nombre y código de las estaciones, sus coordenadas geográficas, el nombre y la orientación de las tres componentes, el tipo y número de serie del instrumento instalado y algunas otras características, tales como: la frecuencia natural, el amortiguamiento y la sensibilidad de los acelerómetros. Los datos anotados en la tabla corresponden a la instrumentación instalada a diciembre de 2004. Para conocer los cambios hechos en la instrumentación de cada estación durante el período enero-diciembre del año 2004, se debe consultar la cronología de la instrumentación de la red listada en el Apéndice B de este documento.

Tabla 2. Red de Acelerógrafos del Noroeste de México a diciembre del año 2004.

Estación	Coordenadas en grados		Comp.	Or. <sup>1</sup>	Sen.	Frec. (Hz)	Am. <sup>2</sup>	Inst.	No. Serie
	Lat. (N)	Lon. (O)							
<sup>1</sup> CHIHUAHUA ( <b>CHI</b> )	32.4884	115.2386	tran long vert	90 0 +	2.50 2.50 2.50	212.00 212.00 210.00	0.70 0.70 0.70	ALTUS-ETNA/ Episensor- interno	1748
CICESE ( <b>CIC</b> )	31.8683	116.6642	long vert tran	0 + 90	2.50 2.50 2.50	30.00 30.00 30.00	0.70 0.70 0.70	SSR-1/SA-102	339
CGG ( <b>CGG</b> )	32.4640	115.3160	tran long vert	90 0 +	2.50 2.50 2.50	222.00 218.00 216.00	0.00 0.00 0.00	ALTUS-K2/ Episensor- externo	1158
CUCAPAH ( <b>CUC</b> )	32.3065	115.3330	long vert tran	0 + 90	2.50 2.50 2.50	50.12 52.11 50.09	0.54 0.54 0.56	SSA-16/FBA- interno	156
DELTA ( <b>DEL</b> )	32.3552	115.1872	long vert tran	0 + 90	1.25 1.25 1.25	51.20 52.30 51.00	0.64 0.64 0.66	ALTUS-ETNA/ FBA-interno	169

<sup>1</sup> En octubre la estación **CHI** se rehubicó a unos 300m de su sitio original



Tabla 2. continuación.

Estación	Coordenadas en grados		Comp.	Or. <sup>1</sup>	Sen.	Frec. (Hz)	Am. <sup>2</sup>	Inst.	No. Serie
	Lat. (N)	Lon. (O)							
EL GOLFO ( <b>EGO</b> )	31.6872	114.4975	long vert tran	50 + 140	2.50 2.50 2.50	49.91 50.59 49.54	0.57 0.55 0.57	SSA-16/FBA- interno	157
GEOTERMICA ( <b>GEO</b> )	32.4000	115.2400	long vert tran	0 + 90	1.25 1.25 1.25	51.10 52.10 53.40	0.64 0.64 0.64	ALTUS-ETNA/ FBA-interno	167
HEROES DE LA INDEPENDENCIA ( <b>HDI</b> )	31.6153	115.8822	long vert tran	8 + 98	2.50 2.50 2.50	30.00 30.00 30.00	0.70 0.70 0.70	SSR/SA-102	262
EJIDO HERIBERTO JARA ( <b>EHJ</b> )	32.5375	115.5818	long vert tran	0 + 90	1.25 1.25 1.25	50.80 50.60 50.70	0.64 0.65 0.64	ALTUS-ETNA/ FBA-interno	168
ISLAS AGRARIAS ( <b>IAG</b> )	32.6200	115.3000	long vert tran	0 + 90	2.50 2.50 2.50	50.35 50.00 50.00	0.57 0.55 0.55	SSA-16/FBA- interno	158
IGNACIO ZARAGOZA ( <b>IZA</b> )	32.1927	116.4848	long vert tran	0 + 90	1.25 1.25 1.25	55.50 55.18 56.86	0.59 0.60 0.59	SSA-1/FBA- interno	760
KILOMETRO 62 ( <b>K62</b> )	31.8300	116.0600	long vert tran	0 + 90	1.25 1.25 1.25	56.70 55.47 56.88	0.60 0.59 0.60	SSA-1/FBA- interno	757
POBLADO PUNTA BANDA ( <b>PPB</b> )	31.7175	116.6690	long vert tran	0 + 90	2.50 2.50 2.50	30.00 30.00 30.00	0.70 0.70 0.70	SSR/SA-102	263
R02 ( <b>R02</b> )	32.3860	115.3140	tran long vert	90 0 +	2.50 2.50 2.50	214.00 210.00 218.00	0.00 0.00 0.00	ALTUS-K2/ Episensor- externo	1156
RANCHO AGUA CALIENTE ( <b>RAC</b> )	32.0203	116.3012	long vert tran	0 + 90	1.25 1.25 1.25	55.43 56.28 56.18	0.62 0.61 0.61	SSA-1/FBA- interno	295
<sup>2</sup> RIITO ( <b>RII</b> )	32.1656	114.9612	tran long vert	90 0 +	2.50 2.50 2.50	212.00 214.00 214.00	0.00 0.00 0.00	ALTUS-K2/ Episensor- externo	1159
RANCHO SANTA ALICIA ( <b>RSA</b> )	32.3758	116.7786	long vert tran	0 + 90	2.50 2.50 2.50	30.00 30.00 30.00	0.70 0.70 0.70	SSR/SA-102	340
RANCHO SAN LUIS ( <b>RSL</b> )	32.1160	115.8407	long vert tran	0 + 90	1.25 1.25 1.25	54.92 56.31 55.31	0.60 0.59 0.59	SSA-1/FBA- interno	761
SALTILLO ( <b>SAL</b> )	32.4222	115.1303	tran long vert	90 0 +	2.50 2.50 2.50	208.00 222.00 220.00	0.00 0.00 0.00	ALTUS-K2/ Episensor- externo	1155
SANTA ISABEL VIEJO ( <b>SIV</b> )	31.8708	115.8160	long vert tran	15 + 105	1.25 1.25 1.25	55.96 55.27 56.30	0.60 0.59 0.60	SSA-1/FBA- interno	759
TAMAULIPAS ( <b>TAM</b> )	32.5495	115.2357	tran long vert	90 0 +	2.50 2.50 2.50	204.00 208.00 206.00	0.70 0.70 0.70	ALTUS-K2/ Episensor- interno	1580

<sup>2</sup> En noviembre de 2003 la estación **RII** se rehubicó a unos 100m de su sitio original. Las nuevas coordenadas se tomaron hasta mayo de 2004.

Tabla 2. continuación

Estación	Coordenadas en grados		Comp.	Or. <sup>1</sup>	Sen.	Frec. (Hz)	Am. <sup>2</sup>	Inst.	No. Serie
	Lat. (N)	Lon. (O)							
TRES HERMANOS (TRH)	31.6900	116.1900	long vert tran	0 + 90	1.25 1.25 1.25	56.20 55.45 56.21	0.60 0.60 0.61	SSA-1/FBA- interno	758
VOLCAN DE CERRO PRIETO (VCP)	32.4200	115.3000	tran long vert	90 0 +	2.50 2.50 2.50	198.00 210.00 210.00	0.70 0.70 0.70	ALTUS-ETNA/ Episensor- interno	1747
VICTORIA (VIC)	32.2900	115.1000	tran long vert	90 0 +	2.50 2.50 2.50	216.00 216.00 218.00	0.00 0.00 0.00	ALTUS-K2/ Episensor- externo	1157
VALLE DE LA TRINIDAD (VTR)	31.3985	115.7142	long vert tran	0 + 90	2.50 2.50 2.50	30.00 30.00 30.00	0.70 0.70 0.70	SSR-1/SA-102	260

Abreviaturas utilizadas: Comp. = Componente, Or. = Orientación geográfica (acimut) de las componentes horizontales (longitudinal y transversal) y la polaridad de la componente vertical, Sen. = Sensibilidad, Frec. = Frecuencia natural, Am. = Amortiguamiento de los acelerómetros, Inst. = Tipo de instrumento y No. Serie = Número de serie.

- 1: Con base en los resultados de pruebas realizadas, se ha determinado que en los instrumentos que funcionan con sensores FBA, un movimiento hacia arriba (+) en el registro vertical significa un movimiento hacia abajo del terreno. No obstante, para la combinación *SSR-1/SA-102* y para los instrumentos que utilizan sensores Episensor, el movimiento hacia arriba en el registro vertical, significa un movimiento hacia arriba del terreno. En el caso de los registros horizontales obtenidos con sensores FBA, un movimiento hacia abajo de la traza indica que el terreno se movió en la dirección positiva (dirección de orientación) del acelerómetro. Por otra parte, en los registros horizontales obtenidos con la combinación *SSR-1/SA-102* y con instrumentos con sensores Episensor, el movimiento del terreno en la dirección de orientación del acelerómetro está indicado por un movimiento hacia arriba de la traza.
- 2: Los valores de amortiguamiento son expresados como un porcentaje del valor crítico, escrito en decimal.

De la tabla 2 se desprende lo siguiente:

- ✓ La sensibilidad con la cual operan los instrumentos *SSA-1* es de 1.25 v/g, la de los *SSA-16*, *ALTUS-K2* y *SSR-1* es de 2.5 v/g. Para los *ALTUS-ETNA* es de 1.25 v/g, excepto para los casos de los instrumentos 1747 y 1748 que utilizan 2.5 v/g.
- ✓ Se instalaron temporalmente las estaciones **CGG** y **R02**.
- ✓ Se retiró de manera permanente el instrumento asignado a la estación **EDO**, por lo que esta estación ya no aparece en la tabla.

### 3. Mantenimiento de la red y recolección de los datos

El mantenimiento de la red y la recolección de sus datos son planeados desde el principio de cada año. El mantenimiento consiste en recorridos bimestrales de aproximadamente 5 días de duración cada uno. Si entre estos períodos se registra un sismo de magnitud importante (4.0 o mayor), los datos se recuperan inmediatamente de las estaciones de la red para su procesamiento.

El mantenimiento de las estaciones y la recolección de datos consiste en:

- ✓ Limpieza de la estación, principalmente de los paneles solares para las estaciones que utilizan esta fuente de energía.
- ✓ Revisión del tiempo del reloj interno del instrumento, además de su sincronización para aquellos que aceptan la señal WWVB.
- ✓ Recolección de los datos en archivos de computadora provenientes de los instrumentos digitales.
- ✓ Revisión del funcionamiento del instrumento, por medio de pruebas de funcionalidad que aceptan los equipos.

### 4. Procesamiento de los datos

El procesamiento de los datos de aceleración se realiza siguiendo la secuencia estándar descrita por Trifunac y Lee (1973). Esta secuencia consiste en obtener los Volúmenes I, II y III de datos. El Volumen I está constituido por los registros de aceleración corregidos sólo por la sensibilidad del instrumento y por la línea de base. El Volumen II consiste de acelerogramas corregidos por el efecto del instrumento y de registros de velocidad y desplazamiento obtenidos a partir de la integración de los acelerogramas corregidos. Finalmente, el Volumen III lo constituyen los espectros de Fourier y de respuesta, obtenidos estos últimos para varios valores de amortiguamiento.

En nuestro caso todos los datos de aceleración registrados por la red, son procesados en el laboratorio hasta la obtención del Volumen I. Solamente en los casos de acelerogramas de sismos importantes por su magnitud, por los efectos sentidos durante su ocurrencia, por el número de estaciones que los registraron o por formar parte de algún estudio en particular, son procesados hasta la obtención de los Volúmenes II y III.

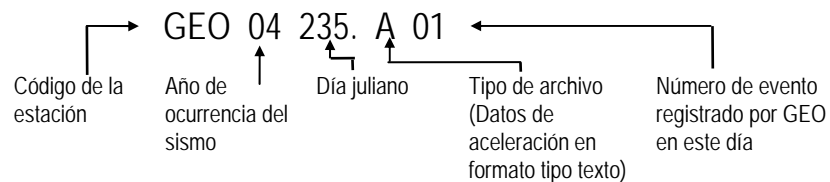
Los programas utilizados para la obtención del Volumen I son: **SSA.EXE** para los instrumentos *SSA-1*, **SSX.EXE** para los instrumentos *SSA-16*, **SSR.EXE** para los instrumentos *SSR-1* y **K2.EXE** para los instrumentos *K2* y *ETNA*, escritos por M. Luna. Para la obtención de los Volúmenes II y III se utiliza **DINT94.EXE**. En tanto que **TPL0T94.EXE** es utilizado para graficar los resultados del Volumen III. Estos dos últimos programas fueron escritos por L. Munguía. Todos los programas utilizados en el procesamiento fueron escritos en lenguaje C.

Una descripción detallada de la secuencia del procesamiento de los datos, así como de los programas utilizados para llevarla a cabo se encuentra en Munguía *et al.* (1995).<sup>3</sup> Adicionalmente, en la Figura 3 se presenta un diagrama de bloques de la secuencia que se utilizó durante el año 2004 para el procesamiento de los datos.

Para el almacenamiento de los datos procesados (Volumen I), el formato utilizado es el *Formato Estándar para la Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes Versión 2.0* (Alcántara y otros, 2000) (ver Apéndice A de este documento).

#### 4.1 Nomenclatura utilizada con los archivos del Volumen I

El nombre que reciben los archivos que contienen los datos de aceleración se forma de la siguiente manera: Las tres primeras letras del archivo indican el código de la estación que haya registrado el sismo, dos dígitos más, correspondientes a las dos últimas cifras del año y tres dígitos más que indican el día juliano. La extensión de estos archivos está formada por tres caracteres. El primero de ellos indica el tipo de archivo, **A** (ASCII), y los otros dos indican el número de evento registrado en esa estación durante el día correspondiente (ejemplo: GEO04235.A01).



Adicionalmente, existen otros dos archivos inherentes a cada archivo tipo **A**:

- ✓ El primero de ellos con un nombre similar al anterior pero con la extensión **P**, más el número de evento registrado en esa estación durante el día. En este caso, la **P** indica que se trata de un archivo con instrucciones de graficado para el programa **PLOTXY** (Shure L. y Parker R.) que dará como resultado una gráfica con las tres componentes de aceleración (ver Tabla 3 y la sección Gráficas de las señales obtenidas).
- ✓ El segundo archivo también tiene un nombre igual al del archivo del Volumen I de datos, pero con la extensión correspondiente al tipo de instrumento que registró el sismo: **S** para acelerógrafos *SSA-1*, **X** para acelerógrafos *SSA-16*, **R** para el sistema grabadora/acelerómetro *SSR-1/SA-102* y **K** para acelerógrafos *ETNA* y *K2*, más el número de evento registrado en esa estación durante el día. Estos archivos contienen la información original tal y como es grabada por cada uno de los instrumentos mencionados.

<sup>3</sup> Sólo para el caso de la obtención del VI de procesamiento, tanto el formato como los programas para obtenerlo, han cambiado tal y como se describe en esta sección.

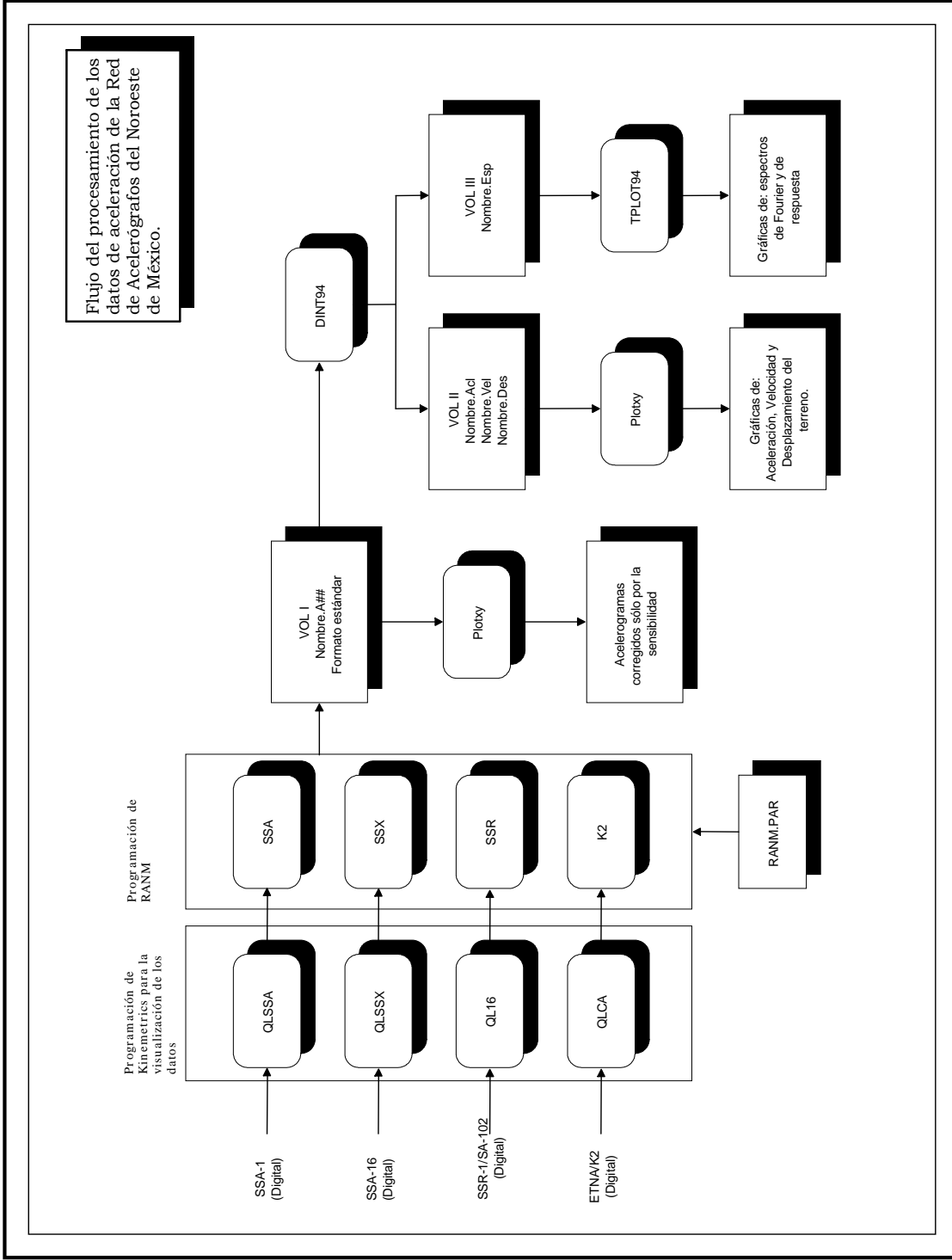


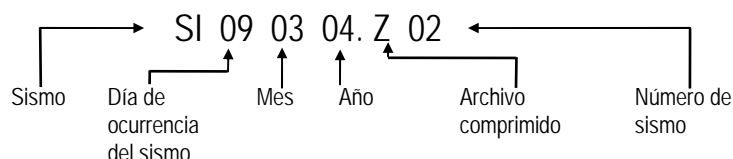
Figura 3. Esquema del procesamiento realizado a los datos de RANM .

## 5. Almacenamiento de la información

Los archivos con los datos de aceleración corregidos por la línea de base y por la sensibilidad del instrumento, Volumen I, se agrupan y guardan comprimidos por evento. Junto con estos archivos de datos de aceleración, se almacenan además los archivos de instrucciones de graficado y de datos crudos (ver Tabla 3). Para compactar y descompactar los archivos se emplean los programas comerciales *PKZIP* y *PKUNZIP* de *PKWARE Inc.*

### 5.1 Nomenclatura de los archivos comprimidos en los que se agrupan los datos por evento

La nomenclatura de los archivos comprimidos está formada por las letras *SI* (letras iniciales de la palabra sismo) y seis dígitos que indican la fecha de registro; los primeros dos dígitos indican el día, los siguientes dos indican el mes y los últimos dos indican el año respectivo. La extensión de los archivos está formada por tres caracteres: una *Z* que indica que se trata de un archivo comprimido y un número secuencial de dos dígitos que indica el número de evento en ese día.



Como ejemplo considérese el archivo SI090304.Z02, que corresponde al segundo sismo registrado el 09 de marzo del año 2004. Este sismo fue registrado en las estaciones Delta (*DEL*) y Geotérmica (*GEO*).

Consecuentemente, como se puede apreciar en la Tabla 3, el archivo comprimido SI090304.Z02 contiene seis archivos: dos de datos crudos, en binario (*DEL04069.K01* y *GEO04069.K02*; la letra *K* en la extensión de ambos archivos, indica que los sismos fueron registrados en equipos *ALTUS-ETNA* o *ALTUS-K2*), dos correspondientes al Volumen I de datos (*DEL04069.A01* y *GEO04069.A02*), y finalmente otros dos con instrucciones de graficado del programa *PLOTXY* (*DEL04069.P01* y *GEO04069.P02*).

Tabla 3. Información del archivo comprimido SI090304.Z02

Length	Size	Ratio	Date	Time	Name
141136	80868	43%	04-08-05	13:09	GEO04069.K02
395081	58774	86%	10-19-05	11:36	GEO04069.A02
1193	585	51%	04-08-05	13:53	GEO04069.P02
141136	80359	44%	04-08-05	13:09	DEL04069.K01
395050	58808	86%	10-18-05	10:16	DEL04069.A01
1165	567	52%	04-08-05	13:53	DEL04069.P01
1074761	279961	74%			6

Finalmente, los archivos comprimidos se clasifican por año y mes y se respaldan en discos ópticos reescribibles (CD-RW).

La información registrada por la red desde el año 1976 hasta el año 1999, forma parte de la Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes CD-ROM Vol. 2, 2000.

## 6. Sismos registrados y gráficas respectivas.

Durante el año 2004 fue posible localizar 65 de los 85 sismos registrados por la red. Para llevar a cabo tal proceso se utilizaron lecturas de tiempos de arribo obtenidas de los registros de aceleración, las cuales fueron complementadas con lecturas obtenidas de estaciones de la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) y de estaciones de la Red del Sur de California, la cual es mantenida por el Instituto Tecnológico de California (CALTECH).

El modelo de corteza utilizado en la localización de hipocentros en el Valle de Mexicali es el reportado por Munguía (1995) y está basado en la estructura de velocidades propuesta por McMechan y Mooney (1980) para el Valle Imperial. Para el caso de sismos del Macizo Rocos Peninsular, el modelo de velocidades que se usó es el propuesto por Nava y Brune (1982). Estos modelos se usaron en combinación con el programa *HYPOCENTER* V. 4.0 de Lienert (1998). Los epicentros obtenidos se muestran en el mapa de la Figura 4 y se listan en la Tabla 4, en donde además se proporciona la profundidad, el valor raíz cuadrático medio (RMS) de la localización y la magnitud correspondiente.

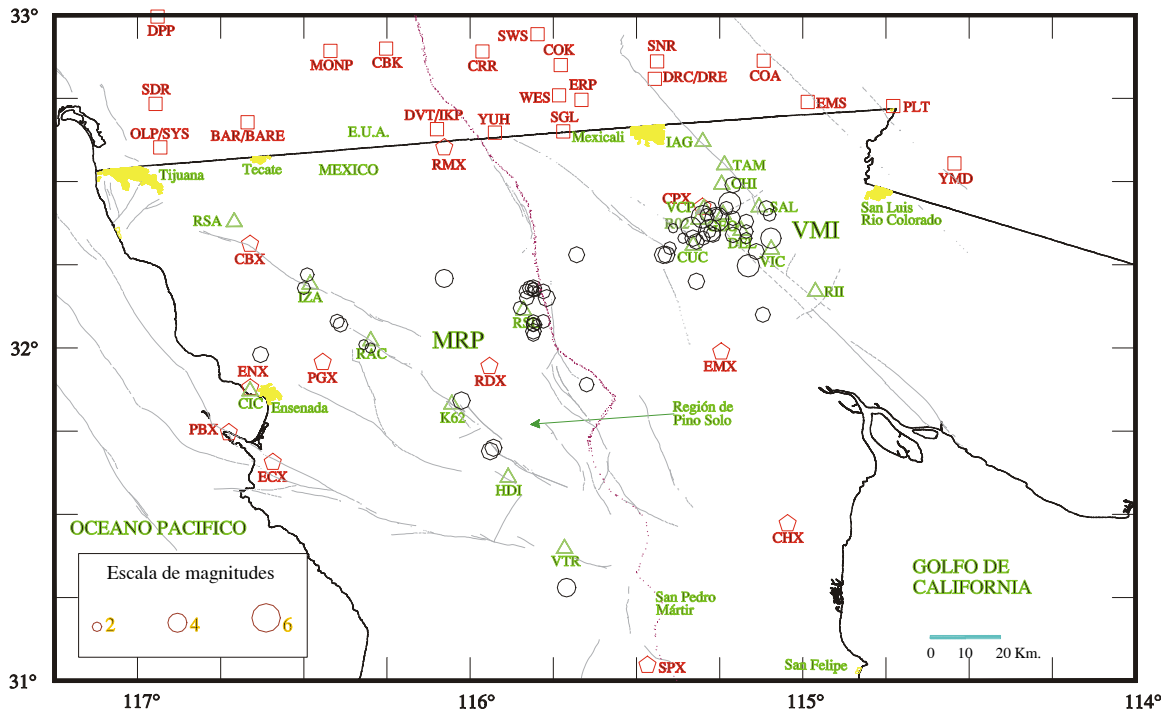


Figura 4. Epicentros (círculos) de 65 sismos localizados a partir de los datos registrados por RANM. Las estaciones utilizadas en la localización de los epicentros están representadas por triángulos para las estaciones de RANM, por pentágonos para las estaciones de RESNOM y por cuadros para las estaciones de la Red del Sur de California.

Adicionalmente, en la Tabla 4 se incluye información sobre las estaciones que registraron cada sismo, la distancia epicentral y los valores de aceleración máximos registrados en cada una de las componentes de las estaciones.

Del total de sismos localizados, 12 fueron ubicados en la región del Macizo Rocos Peninsular, 33 en la región del Valle de Mexicali, 19 más fueron localizados entre los límites de estas dos regiones y 1 cuyas coordenadas lo ubican dentro del Océano Pacífico. Las profundidades obtenidas están comprendidas entre 1.0 y 14.0 km. De los sismos registrados, 8 fueron de magnitud,  $M_L$ , igual o mayor de 4.0 (ver Figura 5). 7 de ellos fueron registrados en la región del VMI y 1 dentro del Océano Pacífico.

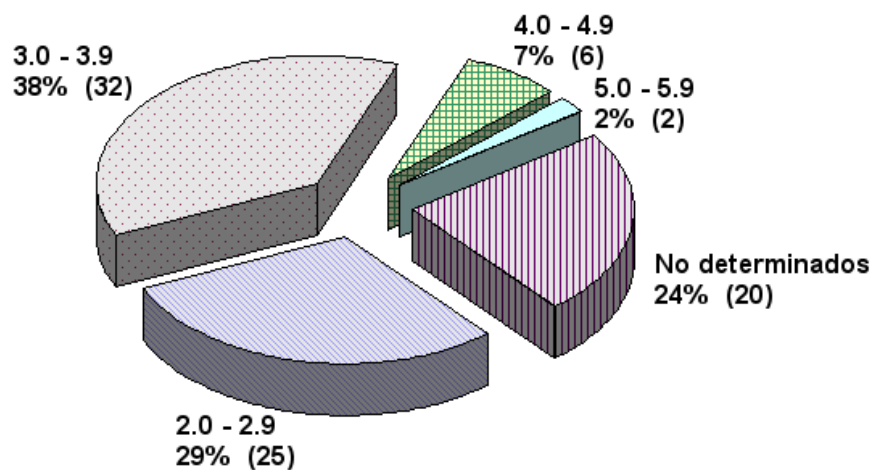


Figura 5. Magnitud de los 65 sismos registrados y localizados durante el año 2004

De los 65 sismos localizados, 48 fueron registrados en una sola estación de RANM, 8 en 2 estaciones, 5 en 3 estaciones y los 4 restantes se registraron en 6 o más estaciones. Los valores máximos de aceleración observados durante el período fueron producidos por el sismo ocurrido el 22 de agosto de 2004 a la 01:25. Este sismo, de magnitud  $M_L = 5.1$ , produjo una aceleración máxima absoluta de  $353 \text{ cm/seg}^2$  en la componente Longitudinal de la estación GEO a una distancia epicentral de 2.3 km.

La figura 6 muestra la actividad sísmica registrada por estación durante el año 2004.



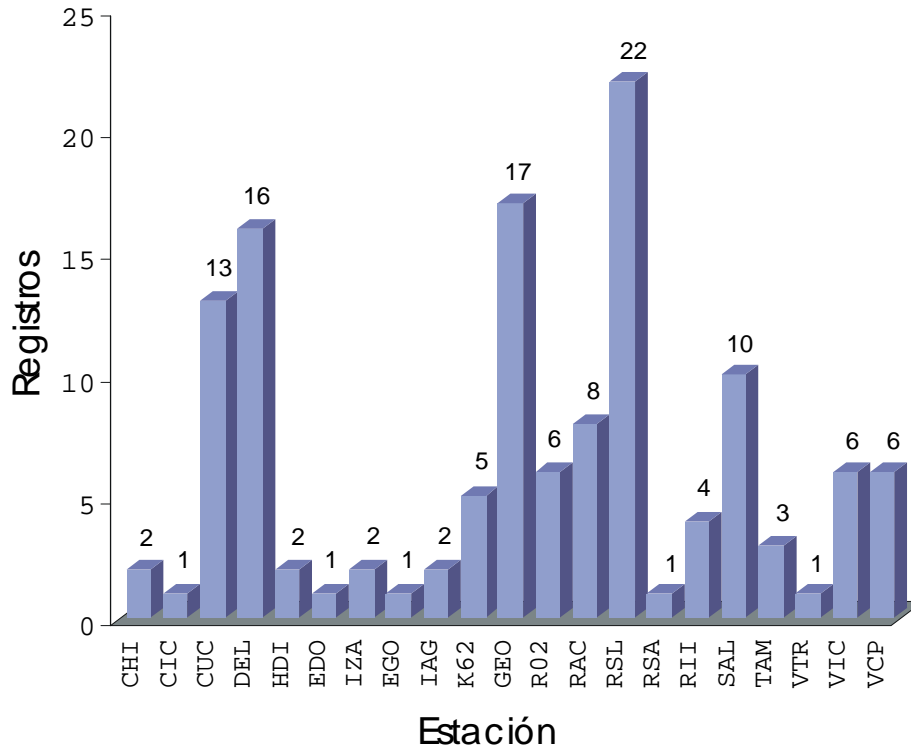


Figura 6. Registros obtenidos por cada estación de RANM en el año 2004

Los equipos que mayor actividad registraron en el año fueron los *ALTUS-ETNA* (Figura 7).

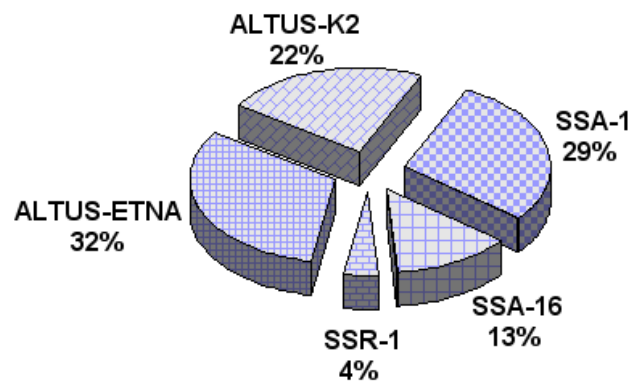


Figura 7. Registros obtenidos durante el año 2004 según el tipo de instrumento

Tabla 4. Sismos registrados por la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México, durante el año 2004.

Archivo	Fecha (d/m/a)	T. Origen (h:m:s)	Lat. (N)	Lon. (O)	P.F. (km)	RMS	M <sub>L</sub>	Est.	Dis. (Km)	Acel. Máximas		
										Long.	Vert.	Trans.
SI040104.Z01	04/01/04	11:41:53.20	32.220	116.490	8.0	0.2	2.9	IZA	3.7	-6.69	4.31	4.86
SI050104.Z01	05/01/04	05:58:04.20	32.280	115.410	5.0	0.2	3.6	CUC	7.8	-5.39	3.17	5.53
SI090104.Z01	09/01/04	01:42:02.40	32.360	115.390	5.0	0.1	2.0	CUC	8.0	5.71	5.47	-5.56
SI090104.Z02	09/01/04	06:06:29.00	32.330	115.360	5.0	0.2	2.2	CUC	3.6	-5.33	4.11	6.25
SI100104.Z01	10/01/04							EGO		49.14	39.71	127.44
SI120104.Z01	12/01/04	17:24:52.20	32.280	115.420	5.0	0.2	3.7	CUC	8.7	-14.86	9.55	16.61
SI160104.Z01	16/01/04	17:40:00.90	32.150	115.770	5.0	0.3	3.6	RSL	7.7	8.22	38.29	13.88
SI260104.Z01	26/01/04	19:16:27.00	31.280	115.710	5.0	0.1	3.9	VTR	13.1	-7.96	-3.99	-3.31
SI260104.Z02	26/01/04							EDO		-46.22	9.57	-10.83
SI280104.Z01	28/01/04	12:00:14.20	31.980	116.630	8.0	0.1	3.4	CIC RAC	12.8 31.4	-2.52 2.41	1.36 -2.50	2.60 2.30
SI080204.Z01	08/02/04							GEO		41.71	13.73	-29.71
SI110204.Z01	11/02/04							K62		43.58	-11.77	29.20
SI180204.Z01	18/02/04	07:37:12.80	32.380	115.170	7.0	0.3	3.1	DEL SAL	3.2 6.0	-9.81 9.59	18.08 7.68	9.57 -10.94
SI230204.Z01	23/02/04	22:35:53.00	32.180	116.500	6.0	0.2	2.7	IZA	2.0	6.72	-4.74	-4.76
SI050304.Z01	05/03/04	07:23:55.80	32.070	115.810	2.0	0.2	3.0	RSL	5.9	-5.26	-9.07	-6.71
SI090304.Z01	09/03/04	19:48:33.90	32.420	115.230	7.0	0.3	2.9	GEO	2.4	-35.72	-11.82	-19.94
SI090304.Z02	09/03/04	19:50:42.20	32.490	115.210	7.0	0.3	3.4	GEO DEL	10.4 15.1	-51.37 -14.64	26.16 -10.76	-34.51 -10.94
SI090304.Z03	09/03/04	19:54:45.20	32.353	115.280	4.2	0.4	4.7	GEO CUC VCP DEL CHI SAL VIC TAM	6.4 7.2 7.7 8.7 15.3 16.0 18.3 22.2	155.18 -2.84 27.29 178.08 -31.17 -13.61 7.88 -9.70	-76.22 -1.61 12.43 -67.59 13.10 -8.50 -8.62 -8.02	-139.76 2.98 24.30 -103.83 19.80 -12.66 -11.47 10.39
SI100304.Z01	10/03/04	05:03:16.10	32.330	115.170	7.0	0.3	2.4	DEL	3.2	6.41	-6.81	-13.58
SI100304.Z02	10/03/04							DEL		-6.46	5.44	-10.14
SI130304.Z01	13/03/04	22:08:50.90	31.842	116.026	<b>14.0</b>	0.2	3.7	K62 RAC RSL	3.5 32.7 35.1	-11.47 7.22 1.93	11.05 -3.36 1.28	-6.19 7.18 -1.50
SI170304.Z01	17/03/04	18:10:12.80	32.080	115.810	2.0	0.2	2.8	RSL	4.9	-2.39	-3.88	-3.23
SI270304.Z01	27/03/04	18:42:41.40	32.000	116.300	3.0	0.2	2.2	RAC	2.3	-8.85	3.34	-6.98
SI280304.Z01	28/03/04	03:40:10.60	32.080	116.400	10.0	0.2	3.0	RAC	11.4	-3.34	3.35	-3.84
SI170404.Z01	17/04/04	22:56:06.50	32.300	115.400	7.0	0.3	2.7	CUC	6.3	-4.37	3.57	2.56
SI290404.Z01	29/04/04	17:23:51.20	31.700	115.930	5.0	0.2	3.6	HDI RAC	10.4 49.9	-9.23 2.28	6.00 -2.38	-11.20 -2.94
SI190504.Z01	19/05/04							IAG		5.53	-19.39	6.68
SI290504.Z01	29/05/04							GEO		-26.21	-33.41	-25.16
SI290504.Z02	29/05/04							GEO		7.50	8.42	2.95

Tabla 4. continuación

Archivo	Fecha (d/m/a)	T. Origen (h:m:s)	Lat. (N)	Lon. (O)	P.F. (km)	RMS	M <sub>L</sub>	Est.	Dis. (Km)	Acel. Máximas Long. Vert. Trans.
SI290504.Z03	29/05/04							GEO		34.73 18.37 -14.85
SI150604.Z01	15/06/04	22:28:50.10	32.380	117.840	10.0	0.3	5.5	RSA	99.8	12.94 -6.49 10.52
SI190604.Z01	19/06/04							K62		10.54 2.88 -6.22
SI270604.Z01	27/06/04	21:16:08.30	32.400	115.100	5.0	0.3	2.7	SAL	3.8	-8.75 -7.56 -7.08
SI280604.Z01	28/06/04	05:33:50.00	32.070	115.810	1.0	0.2	2.9	RSL	5.9	1.74 -1.43 1.67
SI300604.Z01	30/06/04	05:46:29.80	32.394	115.301	9.9	0.3	4.8	VCP	2.9	21.29 -16.48 25.76
								GEO	5.8	-141.21 100.43 105.69
								DEL	11.5	38.31 20.15 43.09
								SAL	16.3	-13.31 -7.62 -10.90
								TAM	18.3	7.07 4.84 5.79
								VIC	22.1	12.94 -4.15 7.51
SI010704.Z01	01/07/04	16:24:22.90	32.330	115.096	12.8	0.4	4.3	VIC	4.4	38.13 -34.28 -37.29
								DEL	9.0	16.67 8.00 -16.19
								RII	22.4	-7.95 4.50 -8.42
SI040704.Z01	04/07/04							DEL		36.42 15.36 -44.69
								GEO		-20.79 -8.49 8.66
SI060704.Z01	06/07/04	00:29:19.10	32.200	115.320	4.0	0.3	3.5	CUC	11.9	-3.35 -6.67 4.05
								DEL	21.3	-5.47 3.39 8.50
SI200704.Z01	20/07/04	05:09:36.30	32.247	115.164	9.8	0.2	4.7	VIC	7.7	152.29 49.46 -162.76
								DEL	12.2	-46.05 17.82 -43.77
								CUC	17.2	1.82 -3.35 -2.67
								GEO	18.4	15.07 4.46 8.84
								SAL	19.7	-14.68 -25.40 9.30
								RII	21.3	-22.69 -8.86 -23.42
								VCP	23.1	8.14 -4.08 -11.09
SI200704.Z02	20/07/04	22:59:42.80	32.290	115.140	4.0	0.3	3.4	VIC	3.8	21.18 -12.02 14.88
								DEL	8.5	9.46 6.72 8.49
SI220704.Z01	22/07/04	15:01:11.10	32.435	115.220	3.8	0.4	4.7	GEO	4.3	135.79 -151.91 -165.79
								VCP	7.7	18.52 11.51 -15.88
								DEL	9.4	11.82 12.65 -15.96
SI220704.Z02	22/07/04	15:07:29.50	32.340	115.270	6.0	0.2	3.2	GEO	7.2	-58.31 27.43 -47.61
SI080804.Z01	08/08/04	12:50:52.10	32.080	115.780	6.0	0.3	2.9	RSL	7.0	1.70 -1.91 0.95
SI090804.Z01	09/08/04							SAL		8.54 7.20 10.38
SI090804.Z02	09/08/04							SAL		-7.87 -5.49 -9.75
SI220804.Z01	22/08/04	01:25:11.40	32.387	115.259	12.0	0.2	5.1	GEO	2.3	<b>-353.18</b> 324.05 -261.47
								VCP	5.3	40.94 -26.58 50.08
								DEL	7.7	-84.15 -67.51 -116.22
								CUC	11.3	-1.73 2.69 3.23
								SAL	12.7	-24.05 -22.11 -27.47
								TAM	18.1	18.13 -23.79 -14.08
								VIC	18.5	14.61 -9.03 17.07
								IAG	26.1	9.96 5.22 5.42
SI250804.Z01	25/08/04	18:20:48.90	32.010	116.320	3.0	0.2	2.1	RAC	2.1	-1.87 -1.35 2.18
SI260804.Z01	26/08/04	02:17:03.10	32.050	115.810	3.0	0.2	3.3	RSL	7.9	7.48 -5.74 8.53
SI260804.Z02	26/08/04	02:58:40.90	32.363	115.336	10.6	0.2	4.3	VCP	7.2	-24.84 9.98 -26.54
								GEO	10.0	29.12 12.57 -12.85
								DEL	14.0	11.66 -22.93 18.94
SI300804.Z01	30/08/04	13:24:03.80	32.070	115.800	2.0	0.2	2.2	RSL	6.4	1.91 1.20 1.20
SI040904.Z01	04/09/04	19:09:39.30	32.390	115.210	4.0	0.2	3.1	GEO	3.0	40.61 -32.41 12.85

Tabla 4. continuación

Archivo	Fecha (d/m/a)	T. Origen (h:m:s)	Lat. (N)	Lon. (O)	P.F. (km)	RMS	M <sub>L</sub>	Est.	Dis. (Km)	Acel. Máximas		
										Long.	Vert.	Trans.
SI090904.Z01	09/09/04	02:12:12.90	32.280	115.680	5.0	0.3	3.4	RSL	23.7	1.09	0.72	-0.91
SI090904.Z02	09/09/04	12:04:32.70	32.170	115.780	5.0	0.3	3.1	RSL	8.3	5.00	-3.12	-10.79
SI110904.Z01	11/09/04	22:58:16.30	32.320	115.320	2.0	0.3	3.3	CUC	1.9	-12.25	-13.63	17.92
SI110904.Z02	11/09/04							CUC		4.77	-6.72	6.22
SI120904.Z01	12/09/04	20:28:26.20	32.330	115.330	3.0	0.3	3.5	CUC	2.6	-12.93	-10.27	-13.89
SI120904.Z02	12/09/04	21:03:27.90	32.330	115.300	2.0	0.2	3.0	CUC	4.1	7.71	8.95	10.83
SI170904.Z01	17/09/04	03:04:05.10	32.040	115.810	3.0	0.2	2.8	RSL	8.9	1.15	-1.15	1.43
SI180904.Z01	18/09/04	21:32:23.30	32.100	115.120	4.0	0.2	3.2	RII	16.7	-4.98	-5.64	-10.03
SI220904.Z01	22/09/04	08:15:02.10	32.420	115.110	4.0	0.2	3.2	SAL	1.9	-9.51	-15.34	-8.07
SI240904.Z01	24/09/04	06:28:43.80	31.890	115.650	2.0	0.3	3.1	RSL	30.9	1.19	-0.53	0.75
SI280904.Z01	28/09/04	22:07:52.10	32.180	115.820	4.0	0.3	3.2	RSL	7.4	9.59	9.32	11.19
SI091004.Z01	09/10/04							RII		70.47	30.40	-40.42
SI251004.Z01	25/10/04	16:17:57.60	32.170	115.800	6.0	0.3	2.0	RSL	7.1	1.19	-2.59	1.19
SI311004.Z01	31/10/04	00:06:28.50	32.350	115.280	5.0	0.1	2.6	R02	5.12	-7.88	-7.38	-8.42
SI111104.Z01	11/11/04	19:48:14.80	32.180	115.810	5.0	0.2	2.4	RSL	7.7	1.44	1.22	1.49
SI171104.Z01	17/11/04							K62		4.44	-1.42	2.87
SI171104.Z02	17/11/04							K62		-10.57	2.64	-6.45
SI191104.Z01	19/11/04	20:07:43.20	32.400	115.260	4.0	0.2	2.6	R02 DEL	5.3 8.4	-5.94 -12.38	-12.74 9.59	5.23 9.01
SI211104.Z01	21/11/04							R02		8.78	8.51	-9.13
SI261104.Z01	26/11/04	15:00:01.70	31.690	115.940	6.0	0.2	3.7	HDI	9.9	5.68	-4.61	-5.87
SI011204.Z01	01/12/04	00:43:15.70	32.350	115.170	3.0	0.3	2.9	DEL	1.7	-16.05	-11.76	-19.80
SI021204.Z01	02/12/04	18:05:42.00	32.420	115.280	9.0	0.1	2.9	R02 SAL	4.9 14.1	5.19 7.66	-1.71 14.91	-4.52 -5.66
SI061204.Z01	06/12/04	06:08:42.70	32.209	116.078	1.4	0.2	3.8	RSL RAC R02	24.6 29.7 94.1	4.44 -3.66 5.71	-2.32 1.95 -3.48	3.72 3.61 3.95
SI071204.Z01	07/12/04							R02		-8.04	2.53	7.35
SI071204.Z02	07/12/04	09:20:52.00	32.180	115.810	2.0	0.2	2.3	RSL	7.7	2.33	1.91	2.15
SI101204.Z01	10/12/04	10:49:30.00	32.180	115.810	1.0	0.3	3.5	RSL	7.7	7.90	7.66	-11.07
SI121204.Z01	12/12/04	04:52:04.80	32.120	115.850	4.0	0.2	2.9	RSL	1.0	2.63	-2.14	3.43
SI131204.Z01	13/12/04	03:27:25.10	32.170	115.830	2.0	0.3	3.2	RSL	6.1	5.11	-6.64	6.93
SI141204.Z01	14/12/04	20:46:14.20	32.400	115.290	1.0	0.2	2.7	GEO	4.7	20.30	-5.30	-8.53
SI241204.Z01	24/12/04	03:14:49.70	32.070	116.390	6.0	0.2	3.1	RAC	10.0	3.90	1.92	4.22
SI271204.Z01	27/12/04	06:19:20.00	32.170	115.810	4.0	0.2	2.4	RSL	6.6	-1.95	-3.52	-2.62
SI281204.Z01	28/12/04	14:37:41.50	32.150	115.830	7.0	0.3	3.1	RSL	3.9	12.96	-3.84	-9.15
SI291204.Z01	29/12/04	22:00:59.40	32.340	115.210	5.0	0.2	3.3	GEO	7.2	23.61	48.16	-38.76
SI301204.Z01	30/12/04							CHI		13.90	13.90	-15.17

Abreviaturas utilizadas: T. Origen = Tiempo de Origen, Lat. (N) = Latitud Norte, Lon. (O) = Longitud Oeste, P. F. = Profundidad focal,  $M_L$  = Magnitud Local, Est. = Estaciones que registraron el sismo, Dis. = Distancia epicentral y Acel. Máximas, Long. Vert. Trans. = Valores de aceleración máxima, en  $\text{cm/s}^2$ , registrados en las componentes longitudinal, vertical y transversal, respectivamente.

Para tener una mayor claridad de los sismos registrados y localizados por RANM durante el año 2004, en la Figura 8 se muestra una gráfica de la cantidad de sismos registrados por mes contra los sismos que se registraron y se pudieron localizar durante el mismo periodo.

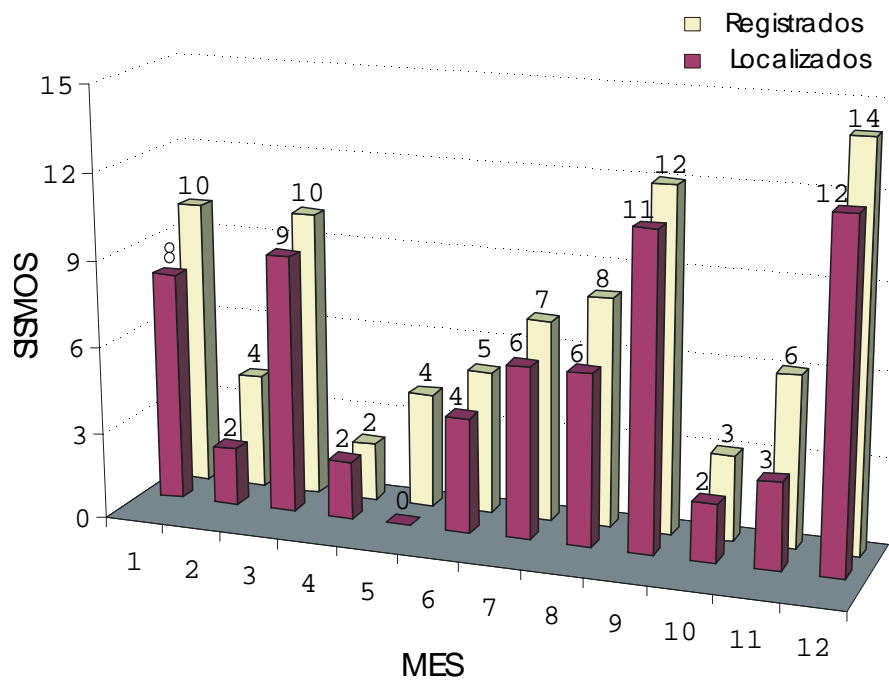


Figura 8. Sismos registrados y localizados durante el año 2004 por RANM

Por otro lado, la mayoría de los registros obtenidos durante este año, como se puede apreciar en la Figura 9, son de buena calidad, es decir, se encuentran completos y sin saturación en las amplitudes de las ondas.

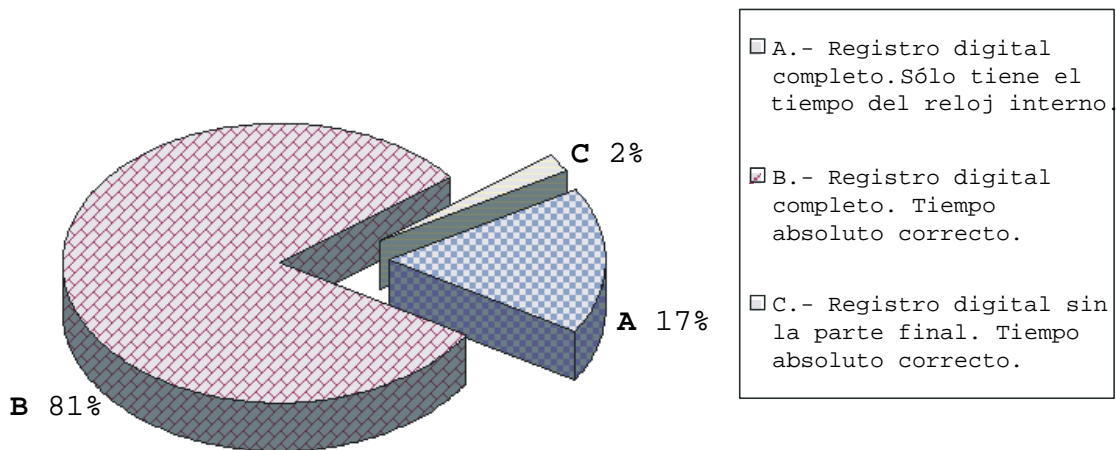


Figura 9. Calidad de los registros obtenidos por RANM durante el año 2004 .

### 6.1 Gráficas de las señales obtenidas.

Como un ejemplo del tipo de gráficas obtenidas durante el año 2004, en la Figura 10 se muestran los acelerogramas (Volumen I) del sismo del 22 de agosto del año 2004, de magnitud  $M_L = 5.1$  y registrado en la estación Planta Geotérmica de Cerro Prieto. La información contenida en la gráfica es la siguiente:

1. Nombre de la institución responsable (CICESE, División de Ciencias de la Tierra, Grupo de Sismología de Movimientos Fuertes)
2. Nombre de la red que registro el sismo (Red de Acelerógrafos del Noroeste de México)
3. Modelo del instrumento de registro
4. Número de serie del instrumento de registro
5. Número de muestras del registro
6. Nombre de la estación
7. Fecha de ocurrencia del sismo
8. Tiempo de la primera muestra ( $K$  = tiempo del reloj interno del instrumento o GMT = Tiempo del Meridiano de Greenwich).
9. Nombre del archivo que contiene los datos del Volumen I en ASCII.
10. Series de tiempo de cada componente
11. Identificación de cada componente y su respectiva orientación
12. Valores de aceleración máximo y mínimo expresados en Gales.
13. Duración del registro expresado en segundos.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Sólo se grafican los primeros 80s en caso de registros con una duración mayor.

Las 129 gráficas de los acelerogramas generados por los 85 sismos registrados se anexan en el Apéndice C.

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA  
DIVISION DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
SISMOLOGIA DE MOVIMIENTOS FUERTES (RED DE ACELEROGRAFOS DEL NOROESTE DE MEXICO)

Instrumento: ALTUS-ETNA N/S: 167 Muestras registradas: 13600

PLANTA GEOTERMICA DE CERRO PRIETO 22/08/2004 01:24:58.000 (GMT) GEO04235.A01

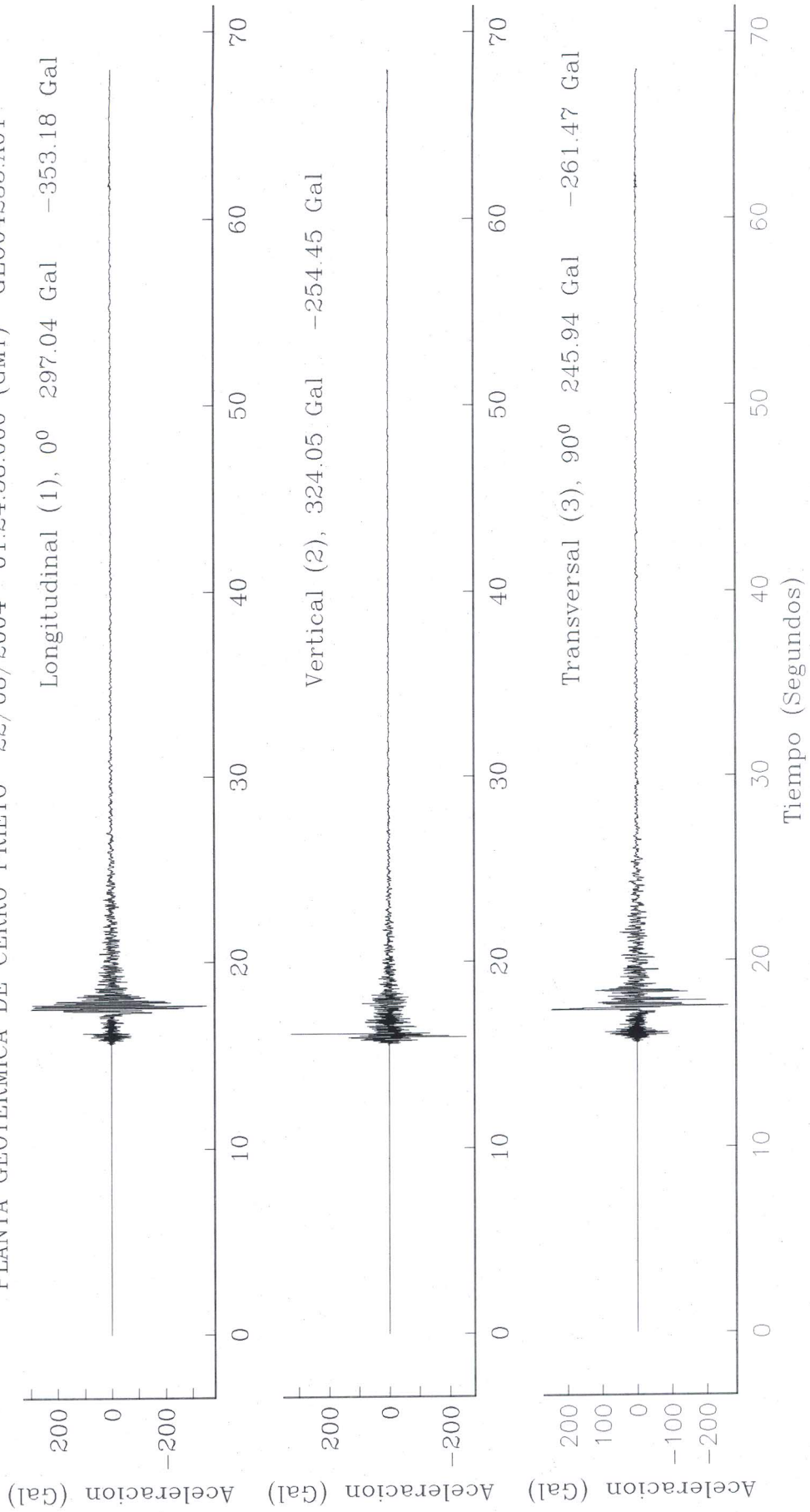


Figura 10. Acelerogramas del sismo del 22 de agosto del año 2004 a la 01:24, registrado por la estación PLANTA GEOTERMICA DE CERRO PRIETO.



## 7. Disponibilidad de los registros.

Los datos generados por RANM están disponibles para el investigador o estudiante que desee hacer uso de ellos bajo los siguientes criterios:

- 1.- Solicitar los datos a Luis Munguía Orozco, investigador responsable de la red o a Antonio Vidal Villegas, investigador asociado.
2. El investigador o estudiante que haga uso de la información registrada por la red, deberá otorgar el reconocimiento apropiado.

## 8. Sumario

La elaboración del presente catálogo de registros de aceleración ha permitido conocer las aceleraciones generadas por cada uno de los 85 sismos registrados durante el año 2004 en la región de cobertura de RANM. Un sismo de magnitud 5.1, ocurrido a una distancia de 2.3 km de la estación **GEO**, generó las aceleraciones más altas, del orden de 36% de  $g$ . De los sismos localizados, 12 fueron registrados en la región del Macizo Rocosó Peninsular. Un sismo de magnitud  $M_L = 3.9$  fue el de mayor magnitud que se registró en esta zona. 33 sismos ocurrieron en la región del Valle de Mexicali, la magnitud del mayor de ellos fue de 5.1. 19 sismos más, fueron localizados en los límites entre estas dos regiones, el de mayor magnitud fue de  $M_L = 3.6$ . Finalmente un sismo de magnitud 5.5 fue localizado dentro del Océano Pacífico y fuera del área de cobertura de la red.

## Agradecimientos

El funcionamiento de RANM es posible gracias al financiamiento proporcionado por el gobierno de México a través del CICESE y del CONACYT.

## Referencias

- Alcántara, L., Quaas, R., Pérez, C., Ayala, M., Macías, M., Sandoval, H., Javier, C., Mena, E., Andrade, E., González, F., Rodríguez, E., Vidal, A., Munguía, L., Luna, M., Espinosa, J., Cuellar, A., Camarillo, L., Ramos, S., Sánchez, M., Guevara, E., Flores, J., López, B., Ruiz, R., Pacheco, J., Ramírez, M., Aguilar, J., Juárez, J., Vera, R., Gama, A., Cruz, R., Hurtado, F., Del Campo, R. y Vera, F. Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes CD-ROM Vol. 2, 2000.
- Lee, W. H. K. and J. C. Lahr, 1975. *HYPOT1* (revised): A computer program for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes. U. S. Geological Survey. Open file report 75-311.
- Lienert, B.R.E and Havskov (1995). A computer program for locating earthquakes both locally and globally, *Seismological Research Letters*, 66, 26-36.
- Luna, M., A. Vidal, L. Munguía, M. Navarro, T. Valdéz y V. Wong. 1996. Catálogo de acelerogramas registrados por la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México durante 1996. Comunicaciones Académicas CICESE, CTSIT9701, 86 p.
- McMechan, G. A. and W. D. Mooney, 1980. Asymptotic ray theory and synthetic seismograms for laterally varying structures: theory and application to the Imperial, Valley, California. *Bull. Seism. Soc. Am.* v 70, 2021-2035.
- Munguía, L., A. Vidal, V. Wong, M. Luna, M. Navarro y T. Valdéz, 1995. Catálogo de acelerogramas registrados por la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México. Comunicaciones Académicas, CICESE, CTSIT9513, 60pp.
- Munguía, L., 1995. Estudio de microsismicidad en la zona de Riito, Sonora, México. Informe técnico final. CICESE-CFE.
- Nava, F. A., y J. N. Brune 1982. An earthquake-explosion reversed refraction line in the peninsular ranges of southern California and Baja California Norte. *Bulletin of the Seismological Society of America*. 72, 1195-1206.
- Shure, L., y R. Parker 1991. Plotxy: A versatile plot program, 11 p.
- Trifunac, M. D. y V. W. Lee. 1973. Routine processing of strong motion accelerograms. Earthquake Engineering Research Laboratory report EERL 73-03. California Institute of Technology, Pasadena, California.
- Vidal, A., L. Munguía, M. Luna, V. Wong, M. Navarro y T. Valdéz. 1996. Catálogo de acelerogramas registrados por la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México durante 1995. Comunicaciones Académicas CICESE, CTSIT9603, 65pp.

# APENDICES

---

## Apéndice A. Encabezado de los archivos de las series de tiempo procesadas (Volumen I)

```

1  1 *****
2      CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA
3          GRUPO DE SISMOLOGIA DE MOVIMIENTOS FUERTES
4          KM. 107, CARR. TIJUANA-ENSENADA, ENSENADA B. C., C. P. 22860
5      APDO. POSTAL No. 2732, TEL.: 01 (646) 175-05-00, FAX: 01 (646) 175-05-59
6  *****
7  ARCHIVO ESTANDAR DE ACELERACION:
8  VERSION DEL FORMATO                : 2.0
9  NOMBRE DEL ARCHIVO                 : GEO04235.A01
10 FECHA Y HORA DE CREACION            : 8 DE ABRIL DEL 2005
11 REF. CATALOGO ACELEROGRAMAS, SMIS 1995 : Reg. Num.
12
13
14  =====
15  DATOS DE LA ESTACION:
16  NOMBRE DE LA ESTACION              : PLANTA GEOTERMICA DE CERRO PRIETO
17  CLAVE DE LA ESTACION               : GEO
18  LOCALIZACION DE LA ESTACION        : Planta Geotermica, V. de Mexicali, B.C.
19  :
20  :
21  :
22  :
23  COORDENADAS DE LA ESTACION         : 32.400 Lat. N
24  : 115.240 Long. W
25  ALTITUD (msnm)                    : 30
26  TIPO DE SUELO                      : Sedimentos (aluvion)
27  :
28  :
29  INSTITUCION RESPONSABLE             : Departamento de Sismologia, CICESE
30  :
31
32  =====
33  DATOS DEL ACELEROGRAFO:
34  MODELO DEL ACELEROGRAFO            : ALTUS-ETNA
35  NUMERO DE SERIE DEL ACELEROGRAFO   : 167
36  NUMERO DE CANALES                  : 3
37  ORIENTACION C1-C6 (rumbo;orientacion) : /N00E;+L/V;+V/N90E;+T
38  ORIENTACION C7-C12 (rumbo;orientacion) :
39  VEL. DE MUESTREO, C1-C6 (muestras/s) : /200/200/200
40  VEL. DE MUESTREO, C7-C12 (muestras/s) :
41  ESC. COMPLETA DE SENSORES, C1-C6, (g) : /2.00/2.00/2.00
42  ESC. COMPLETA DE SENSORES, C7-C12, (g) :
43  FREC. NAT. DE SENSORES, C1-C6, (Hz)   : /51.1/52.1/53.4
44  FREC. NAT. DE SENSORES, C7-C12, (Hz)  :
45  AMORTIGUAMIENTO DE SENSORES, C1-C6    : /0.64/0.64/0.64
46  AMORTIGUAMIENTO DE SENSORES, C7-C12   :
47  INTERVALO DE MUESTREO, C1-C6, (s)     : /0.005/0.005/0.005
48  INTERVALO DE MUESTREO, C7-C12, (s)    :
49  UMBRAL DE DISPARO, C1-C6, (Gal)        : /9/9/9
50  UMBRAL DE DISPARO, C7-C12, (Gal)       :
51  MEMORIA DE PREEVENTO (s)              : 15.90
52  TIEMPO DE POSEVENTO (s)              : 40.00
53
54
55  =====
56  DATOS DEL SISMO:
57  FECHA DEL SISMO (GMT)                : 22 de AGOSTO del 2004
58  HORA EPICENTRO (GMT)                 : 01:25:11.40
59  MAGNITUD(ES)                         : /ML=5.1 /Mw=4.5
60  COORDENADAS DEL EPICENTRO            : 32.387 LAT. N
61  : 115.259 LONG. O
62  PROFUNDIDAD FOCAL (km)                : 12.0
63  FUENTE DE LOS DATOS EPICENTRALES     : Departamento de Sismologia, CICESE
64  : Sismologia de Mov. Fuertes
65
66  =====

```

```

67 DATOS DE ESTE REGISTRO:
68 HORA DE LA PRIMERA MUESTRA (GMT) : 01:24:58.000
69 EXACTITUD DEL TIEMPO (s) : 0.001
70 DURACION DEL REGISTRO (s), C1-C6 : /68.00/68.00/68.00
71 DURACION DEL REGISTRO (s), C7-C12 :
72 NUM. TOTAL DE MUESTRAS, C1-C6 : /13600/13600/13600
73 NUM. TOTAL DE MUESTRAS, C7-C12 :
74 ACEL. MAX. (Gal), C1-C6 : /-353.18/324.05/-261.47
75 ACEL. MAX., C1-C6, EN LA MUESTRA : /3529/3225/3513
76 ACEL. MAX. (Gal), C7-C12 :
77 ACEL. MAX., C7-C12, EN LA MUESTRA :
78 UNIDADES DE LOS DATOS : Gal (cm/s/s)
79 FACTOR DE DECIMACION : 1
80 FORMATO DATOS (FORTRAN,10 campos/dato) : 3F10.2
81
82
83 =====
84 CALIDAD DEL ACELEROGRAMA:
85 Registro digital completo. Tiempo absoluto correcto.
86
87
88 =====
89 COMENTARIOS:
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104 =====
105 DATOS DE ACELERACION:
106 -----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
107 CANAL-1 CANAL-2 CANAL-3 CANAL-4 CANAL-5 CANAL-6 CANAL-7 CANAL-8
108 N00E;+L V;+V N90E;+T
109 -----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
110 0.03 -0.11 -0.16
111 -0.05 -0.22 -0.22

```

---

1 La numeración no forma parte del encabezado

## Apéndice B. Cronología de la instrumentación de la red durante el año 2004

En la Tabla B1 se detallan los cambios de instrumentación hechos a cada una de las estaciones. Para ello, se utiliza una serie de abreviaturas cuyo significado se proporciona a continuación para que el lector interprete correctamente la información contenida.

- Cod. = Código de la estación.
- N.Serie. = Número de serie del instrumento.
- Latitud (ggg.ggg) y Longitud (ggg.ggg) = Latitud y longitud correspondientes a las coordenadas geográficas de la estación en grados (ggg.ggg).
- Elevac. (m) = Elevación expresada en metros.
- Fecha de Instal. (dd/mm/aa) = día, mes y año de la fecha de instalación.
- Fecha de u/revisión. (dd/mm/aa) = día, mes y año de la última revisión realizada a la instrumentación de la estación.

Los datos anteriores están contenidos en un solo renglón. En los renglones siguientes está contenida la información relativa a los parámetros del instrumento, de acuerdo a la siguiente nomenclatura.

- Comp.1, 2 ó 3 = Número de canal del instrumento. Long, vert y tran, indican que se trata de las componentes longitudinal, vertical y transversal, respectivamente.
- Orientación = indican la orientación de las dos componentes horizontales y la polaridad de la componente vertical, que es indicada por el símbolo "+".
- Sensibilidad = Es la sensibilidad del acelerómetro de cada componente. Estos valores son expresados en Volt/g para todos los instrumentos digitales (*SSA-1*, *SSA-16*, *ALTUS-ETNA*, *ALUS-K2* y *SSR-1/SA-102*).
- F. natural = Frecuencia natural del acelerómetro expresada en Hertz.
- Amort. = Valor del amortiguamiento del acelerómetro (expresado como una fracción del valor crítico).

El lector podrá notar que en muchos de los casos la información de cada renglón va precedida de la letra "c"; esto indica que los datos corresponden a instrumentos que dejaron de funcionar durante el periodo (ver fechas de instalación y cambio). En los casos en que el renglón no empieza con la letra "c", significa que los datos anotados son de la instrumentación que funcionaba a la fecha de la última revisión.

Tabla B1 Cronología de la instrumentación de RANM durante el año 2004

Cod. (Nombre de la estación)						
Instrumento	N. Serie	Latitud (ggg.ggg)	Longitud (ggg.ggg)	Elevac. (m)	Fecha de Instal. (dd/mm/aa)	Fecha de u/revisión (dd/mm/aa)
Comp. 1	Orientacion	Sensibilidad (volt/g)	F. natural (Hz)	Amort.		
Comp. 2	Orientacion	Sensibilidad	F.natural	Amort.		
Comp. 3	Orientacion	Sensibilidad	F.natural	Amort.		
1. <b>CHI</b> (CHIHUAHUA)						
C	ALTUS-ETNA	1748	32.487	115.242	15	12/09/99
C	1 tran	90	2.50	212.00	0.70	21/10/04
C	2 long	0	2.50	212.00	0.70	
C	3 vert	+	2.50	210.00	0.70	
	ALTUS-ETNA	1748	32.488	115.238	15	21/10/04
	1 tran	90	2.50	212.00	0.70	11/11/04
	2 long	0	2.50	212.00	0.70	
	3 vert	+	2.50	210.00	0.70	
2. <b>CIC</b> (CICESE)						
	SSR-1	339	31.868	116.664	60	13/06/00
	1 long	0	2.50	30.00	0.70	SA-102 388
	2 vert	+	2.50	30.00	0.70	387
	3 tran	90	2.50	30.00	0.70	389
3. <b>CGG</b> (CASA GILBERTO GUILLEN)						
	ALTUS-K2	1158	32.464	115.316	14	23/10/04
	1 tran	90	2.50	222.00	0.00	08/12/04
	2 long	+	2.50	218.00	0.00	
	3 vert	0	2.50	216.00	0.00	
4. <b>CUC</b> (CUCAPAH)						
	SSA-16	156	32.306	115.333	30	31/10/00
	1 long	0	2.50	50.12	0.54	08/11/04
	2 vert	+	2.50	52.11	0.54	
	3 tran	90	2.50	50.09	0.56	
5. <b>DEL</b> (DELTA)						
	ALTUS-ETNA	169	32.355	115.187	28	08/10/03
	1 long	0	1.25	51.20	0.64	09/11/04
	2 vert	+	1.25	52.30	0.64	
	3 tran	90	1.25	51.00	0.66	
6. <b>EDO</b> (EL DOCTOR)						
C	SSA-16	154	31 57 32.00	114 44 40.10	39	23/02/02
C	1 long	0	2.50	50.13	0.51	14/11/03
C	2 vert	+	2.50	50.51	0.53	
C	3 tran	90	2.50	50.13	0.52	
7. <b>EGO</b> (EL GOLFO)						
	SSA-16	157	31.687	114.497	15	30/05/02
	1 long	50	2.50	49.91	0.57	09/11/04
	2 vert	+	2.50	50.59	0.55	
	3 tran	140	2.50	49.54	0.57	
8. <b>GEO</b> (PLANTA GEOTERMICA DE CERRO PRIETO)						
	ALTUS-ETNA	167	32.400	115.240	30	20/08/01
	1 long	0	1.25	51.10	0.64	08/11/04
	2 vert	+	1.25	52.10	0.64	
	3 tran	90	1.25	53.40	0.64	
9. <b>HDI</b> (HEROES DE LA INDEPENDENCIA)						
	SSR-1	262	31.615	115.882	1130	23/01/97
	1 long	8	2.50	30.00	0.70	SA-102 382
	2 vert	+	2.50	30.00	0.70	381
	3 tran	98	2.50	30.00	0.70	383
10. <b>EHJ</b> (EJIDO HERIBERTO JARA)						
	ALTUS-ETNA	168	32.538	115.582	20	12/09/03
	1 long	0	1.25	50.80	0.64	08/11/04
	2 vert	+	1.25	50.60	0.65	
	3 tran	90	1.25	50.70	0.64	

Tabla B1 Continuación

11. <b>IAG</b>	(ISLAS AGRARIAS)						
SSA-16	158	32.620	115.300	30	28/03/03	11/11/04	
1 long	0	2.50	50.35	0.57			
2 vert	+	2.50	50.00	0.55			
3 tran	90	2.50	50.00	0.55			
12. <b>IZA</b>	(IGNACIO ZARAGOZA)						
SSA-1	760	32.193	116.485	510	24/01/97	26/11/04	
1 long	0	1.25	55.50	0.59			
2 vert	+	1.25	55.18	0.60			
3 tran	90	1.25	56.86	0.59			
13. <b>K62</b>	(KILOMETRO 62)						
SSA-1	757	31.830	116.060	1014	30/04/95	17/11/04	
1 long	0	1.25	56.70	0.60			
2 vert	+	1.25	55.47	0.59			
3 tran	90	1.25	56.88	0.60			
14. <b>PPB</b>	(POBLADO PUNTA BANDA)						
SSR-1	263	31.718	116.669	42	22/02/02	04/05/04	
1 long	0	2.50	30.00	0.70	SA-102	385	
2 vert	+	2.50	30.00	0.70		384	
3 tran	90	2.50	30.00	0.70		386	
15. <b>R02</b>	(R02)						
ALTUS-K2	1156	32.386	115.314	14	23/10/04	08/12/04	
1 tran	90	2.50	214.00	0.00			
2 long	0	2.50	210.00	0.00			
3 vert	+	2.50	218.00	0.00			
16. <b>RAC</b>	(RANCHO AGUA CALIENTE)						
SSA-1	295	32.020	116.301	714	05/08/96	17/11/04	
1 long	0	1.25	55.43	0.62			
2 vert	+	1.25	56.28	0.61			
3 tran	90	1.25	56.18	0.61			
17. <b>RII</b>	(RIITO)						
ALTUS-K2	1159	32.164	114.960	8	14/11/03	09/11/04	
1 tran	90	2.50	212.00	0.00			
2 long	0	2.50	214.00	0.00			
3 vert	+	2.50	214.00	0.00			
18. <b>RSA</b>	(RANCHO SANTA ALICIA)						
SSR-1	340	32.376	116.779	300	07/05/99	01/12/04	
1 long	0	2.50	30.00	0.70	SA-102	506	
2 vert	+	2.50	30.00	0.70		505	
3 tran	90	2.50	30.00	0.70		511	
19. <b>RSL</b>	(RANCHO SAN LUIS)						
SSA-1	761	32.116	115.841	1490	03/12/01	18/11/04	
1 long	0	1.25	54.92	0.60			
2 vert	+	1.25	56.31	0.59			
3 tran	90	1.25	55.31	0.59			
20. <b>SAL</b>	(SALTILLO)						
ALTUS-K2	1155	32.422	115.130	50	08/10/03	11/11/04	
1 tran	90	2.50	208.00	0.00			
2 long	0	2.50	222.00	0.00			
3 vert	+	2.50	220.00	0.00			
21. <b>SIV</b>	(SANTA ISABEL VIEJO)						
C SSA-1	759	31.871	115.816	1500	30/04/94	18/03/04	
C 1 long	15	1.25	55.96	0.60			
C 2 vert	+	1.25	55.27	0.59			
C 3 tran	105	1.25	56.30	0.60			
SSA-1	759	31 52 15.10	115 48 57.60	1500	30/04/04	18/11/04	
1 long	15	1.25	55.96	0.60			
2 vert	+	1.25	55.27	0.59			
3 tran	105	1.25	56.30	0.60			



Tabla B1 Continuación

<b>22. TAM (TAMAULIPAS)</b>							
	ALTUS-K2	1580	32.549	115.236	15	28/05/02	11/11/04
	1 tran	90	2.50	204.00	0.70		
	2 long	0	2.50	208.00	0.70		
	3 vert	+	2.50	206.00	0.70		
<b>23. TRH (TRES HERMANOS)</b>							
C	SSA-1	758	31.690	116.190	800	03/04/96	17/03/04
	1 long	0	1.25	56.20	0.60		
	2 vert	+	1.25	55.45	0.60		
C	3 tran	90	1.25	56.21	0.61		
	SSA-1	758	31.690	116.190	800	30/04/04	17/11/04
	1 long	0	1.25	56.20	0.60		
	2 vert	+	1.25	55.45	0.60		
	3 tran	90	1.25	56.21	0.61		
<b>24. VCP (VOLCAN CERRO PRIETO)</b>							
	ALTUS-ETNA	1747	32.420	115.300	110	14/03/01	08/11/04
	1 tran	90	2.50	198.00	0.70		
	2 long	0	2.50	210.00	0.70		
	3 vert	+	2.50	210.00	0.70		
<b>25. VIC (VICTORIA)</b>							
	ALTUS-K2	1157	32.290	115.100	15	29/05/02	11/11/04
	1 tran	90	2.50	216.00	0.00		
	2 long	0	2.50	216.00	0.00		
	3 vert	+	2.50	218.00	0.00		
<b>26. VTR (VALLE DE LA TRINIDAD)</b>							
C	SSR-1	260	31.398	115.714	750	19/03/96	01/09/04
	1 long	0	2.50	30.00	0.70	SA-102	512
	2 vert	+	2.50	30.00	0.70		508
C	3 tran	90	2.50	30.00	0.70		519
	SSR-1	260	31.398	115.714	750	17/11/04	17/11/04
	1 long	0	2.50	30.00	0.70	SA-102	512
	2 vert	+	2.50	30.00	0.70		508
	3 tran	90	2.50	30.00	0.70		519

Apéndice C

---

**Acelerogramas De Los Sismos Registrados Por  
La Red De Acelerógrafos Del Noroeste De  
México Durante El Año 2004**