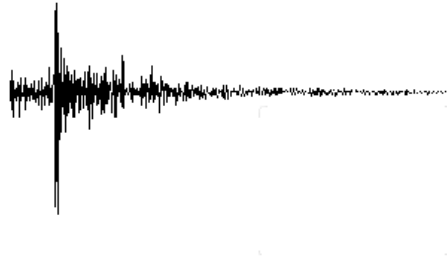


Catálogo de Acelerogramas Registrados por la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México Durante el Año 2009

Manuel Luna, Luis Munguía, 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 Acelerógrafo GMS-18	2
2.2 Memoria Pre-evento y Pos-evento	2
2.3 Sincronización del tiempo de los instrumentos	4
2.4 Orientación de los sensores	4
2.5 Cambios en la instrumentación	4
2.6 Características de las estaciones	4
3 Mantenimiento de la red y recolección de los datos	6
4 Procesamiento de los datos	7
4.1 Nomenclatura utilizada con los archivos del Volumen I (V1)	7
5 Almacenamiento de la información	10
5.1 Nomenclatura de los archivos comprimidos en los que se agrupan los datos por evento	10
6 Sismos registrados y gráficas respectivas	11
6.1 Gráficas de las señales obtenidas	19
7 Disponibilidad de los registros	21
8 Sumario	21
9 Agradecimientos	21
10 Referencias	22
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 2009	B.1
C Acelerogramas de los sismos registrados durante el año 2009	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 2009. Los acelerogramas que constituyen el catálogo fueron obtenidos con equipos digitales con resoluciones de 12, 16 y 18 bits, fabricados por las compañías *Kinematics* y *GeoSIG*. El catálogo está formado por **179** registros de aceleración de 3 componentes cada uno, corregidos por la sensibilidad del instrumento (Volumen I), que corresponden a **106** sismos registrados. La obtención del Volumen I de los datos fue realizada con los programas **SSA**, **SSR**, **K2** y **GEO**. De los 106 sismos registrados sólo fue posible obtener la localización de **67** de ellos, de los cuales **4** fueron ubicados en la región del Macizo Rocoso Peninsular, **50** en el Valle de Mexicali y **13** en el área limítrofe entre éstas dos regiones. Respecto a las magnitudes de los sismos localizados, éstas estuvieron comprendidas en un intervalo de **1.9** a **5.7**. La aceleración máxima absoluta registrada durante el año 2009 fue de **485** gales y fue producida por un temblor de magnitud 5.2 (lat. N 32.39, lon. O 115.27) registrado a una distancia epicentral de 3.0 Km de la estación Geotérmica. 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 (DVD).

Introducción

Con el propósito de registrar los movimientos fuertes causados por sismos relevantes de la región norte de Baja California, durante los últimos 33 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 2009. 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 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]). 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 2009, puede observarse en la Figura 1.

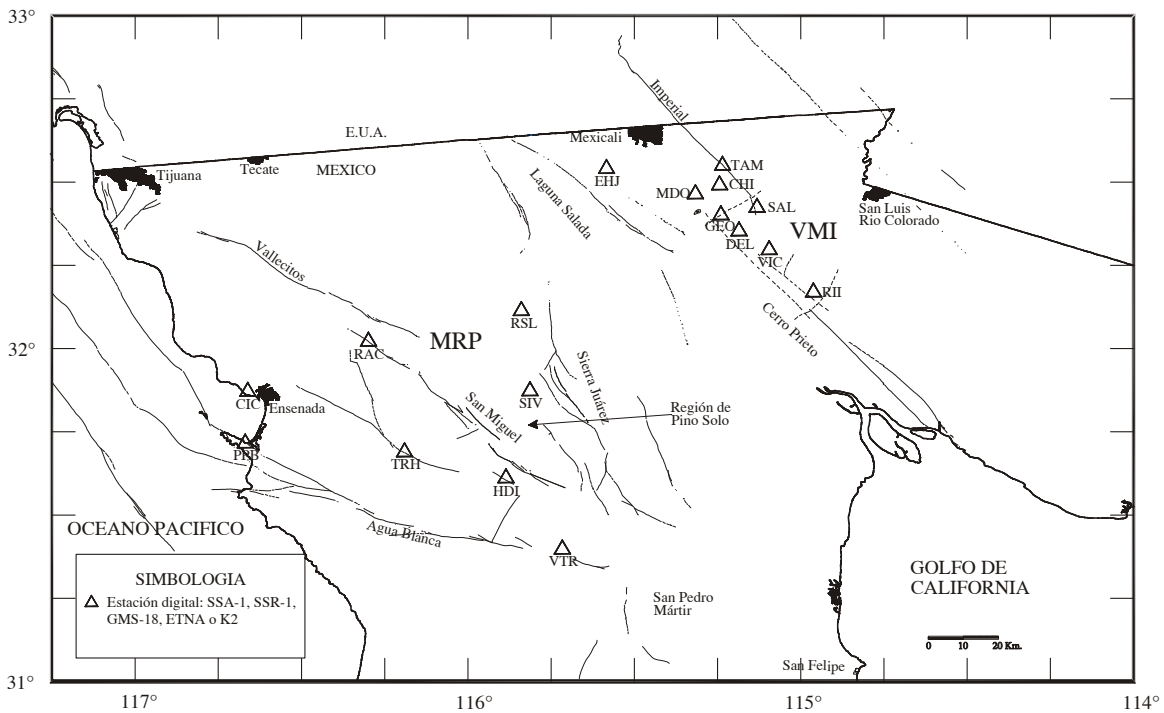


Figura 1. Distribución geográfica de las estaciones de la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México. Las abreviaturas MRP y VMI indican las regiones del Macizo Rocos Peninsular y del Valle Mexicali-Imperial, respectivamente.

2. Instrumentación

Durante el año 2009 la red funcionó con 27 instrumentos de tipo digital (4 *SSA-1*, 2 *SSR-1/SA-102*, 5 *ETNA*, 4 *K2* y 12 *GMS-18*). Los equipos *SSA-1*, *SSR-1 ALTUS-ETNA* y *ALTUS-K2*, fueron fabricados por la compañía *Kinematics*, con excepción de los acelerómetros *SA-102* (de *Terra Technology*) utilizados en combinación con las grabadoras *SSR-1*. Los instrumentos *GMS-18* fueron fabricados por la compañía *GeoSig*. Con excepción de los instrumentos *GMS-18*, que se adquirieron durante este año, las características de todos los demás 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 Acelerógrafo GMS-18

Algunas de las características generales de estos instrumentos y su configuración dentro de la red es la siguiente: La aceleración es registrada en tres componentes ortogonales por medio de tres convertidores analógico – digital de 18 bits y ésta es almacenada en una tarjeta removible de 2 GB de capacidad de almacenamiento. La sincronización del tiempo del instrumento se realiza mediante GPS y la recuperación de los datos puede ser inmediata a través de la comunicación con el instrumento por medio de modem. Los acelerómetros son AC-63 internos y tienen una escala de $\pm 2g$ con un rango dinámico superior a los 120 Db, una frecuencia natural de aproximadamente 400 Hz y un amortiguamiento de 0.7 del valor crítico. La razón de muestreo es de 200 muestras por segundo en cada canal.

2. 2 Memoria Pre-evento y Pos-evento

Durante el presente año, los instrumentos digitales *SSA-1* operaron con una memoria pre-evento de 15.36 s, las grabadoras *SSR-1* y los instrumentos *GMS-18* operaron con 15.00 s, y los instrumentos *ETNA* y *K2*, aunque trabajan con una memoria pre-evento inicial de 15.00 s y 20.00 s, sus registros reciben, en su caso, un ajuste que incrementa este tiempo. Este ajuste se realiza sumándole al tiempo pre-evento inicial, las 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 o 20.00 s definidos inicialmente en el instrumento (ver Figura 2).

Al igual que a los registros de los equipos *ETNA* y *K2*, a los registros del resto de los instrumentos se les agregaron muestras, en este caso ceros, al inicio de la serie de tiempo para recorrer el tiempo de la primera muestra al segundo inferior más próximo, incrementándose sintéticamente el tiempo pre-evento.

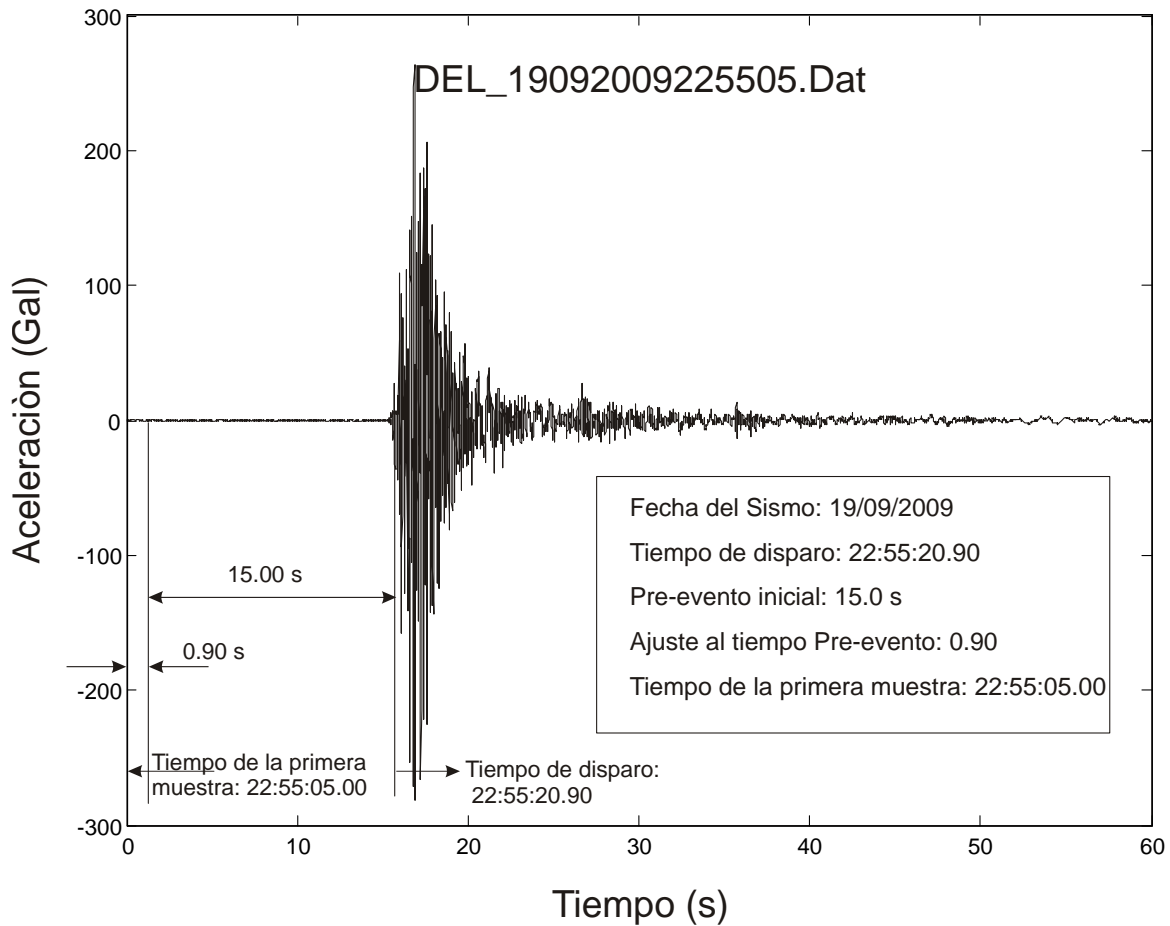


Figura 2. Determinación del tiempo de la primera muestra en los instrumentos *ETNA* y *K2*.

Por otro lado, los instrumentos operaron con la siguiente memoria post-evento: 30 s para los *SSA-1*; 20 s para los *SSR-1*, 30 y 40 s para los *ETNA*, 30 s para los *K2* y 30 s para los *GMS-18*. 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 2009, se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Tiempos pre-evento y post-evento de los equipos de la red en el año 2009.

Instrumento	Pre-evento	Post-evento
<i>SSA-1</i>	15.36 s	30.0 s
<i>SSR-1</i>	15.00 s	20.0 s
<i>ETNA</i>	15.00 y 20 s	30.0 y 40.0 s
<i>K2</i>	15.00 s	30.0 s
<i>GMS-18</i>	15.00 s	30.0 s

2.3 Sincronización del tiempo de los instrumentos

Los instrumentos *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.

Los instrumentos *ALTUS-ETNA*, *ALTUS-K2* y *GMS-18* cuentan con un sistema de sincronización automática de su tiempo por medio de GPS.

2.4 Orientación de los sensores

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

Los instrumentos con sensores Episensor y AC-63, siguen el orden Este-Oeste, Norte-Sur y vertical para los mismos canales 1, 2 y 3, en este orden, (ver tabla 2).

2.5 Cambios en la instrumentación

Durante este año 2009, se instalaron ocho equipos GMS-18, la mayoría de ellos conectados mediante Internet a una computadora ubicada en el área de Sismología de Movimientos Fuertes del CICESE, con la capacidad de recibir y almacenar los datos registrados por estos equipos poco tiempo después de su ocurrencia. Las estaciones configuradas con esta capacidad de transmisión de datos son: **MDO**, **RII**, **VIC**, **SAL**, **DEL** y **CIC**.

2.6 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 2009. Para conocer los cambios hechos en la instrumentación de cada estación durante el período enero-diciembre del año 2009, 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 2009.

Estación	Coordenadas en grados		Comp.	Or. ¹	Sen.	Frec. (Hz)	Am. ²	Inst.	No. Serie
	Lat. (N)	Lon. (O)							
CHIHUAHUA (CHI)	32.4884	115.2420	tran long vert	90 0 +	5.00 5.00 5.00	400.00 400.00 400.00	0.70 0.70 0.70	GMS-18/AC- 63MIA - interno	100208
CICESE (CIC)	31.8683	116.6642	tran long vert	90 0 +	5.00 5.00 5.00	400.00 400.00 400.00	0.70 0.70 0.70	GMS-18/AC- 63MIA - interno	100202
DELTA (DEL)	32.3552	115.1872	tran long vert	90 0 +	5.00 5.00 5.00	400.00 400.00 400.00	0.70 0.70 0.70	GMS-18/AC- 63MIA - interno	100204
GEOTERMICA (GEO)	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
EJIDO HERIBERTO JARA (EHJ)	32.5370	115.5820	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
HEROES DE LA INDEPENDENCIA (HDI)	31.6150	115.8820	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
MICHOACAN DE OCAMPO (MDO)	32.4640	115.3160	tran long vert	90 0 +	5.00 5.00 5.00	400.00 400.00 400.00	0.70 0.70 0.70	GMS-18/AC- 63MIA - interno	100205
POBLADO PUNTA BANDA (PPB)	31.7175	116.6690	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
RANCHO AGUA CALIENTE (RAC)	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
RIITO (RII)	32.1640	114.9600	tran long vert	90 0 +	5.00 5.00 5.00	400.00 400.00 400.00	0.70 0.70 0.70	GMS-18/AC- 63MIA - interno	100199
RANCHO SAN LUIS (RSL)	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 (SAL)	32.4222	115.1303	tran long vert	90 0 +	5.00 5.00 5.00	400.00 400.00 400.00	0.70 0.70 0.70	GMS-18/AC- 63MIA - interno	100201
SANTA ISABEL VIEJO (SIV)	31.8710	115.8160	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
TAMAULIPAS (TAM)	32.5495	115.2357	tran long vert	90 0 +	5.00 5.00 5.00	400.00 400.00 400.00	0.70 0.70 0.70	GMS-18/AC- 63MIA - interno	100206
VICTORIA (VIC)	32.2900	115.1000	tran long vert	90 0 +	5.00 5.00 5.00	400.00 400.00 400.00	0.70 0.70 0.70	GMS-18/AC- 63MIA - interno	100209
VALLE DE LA TRINIDAD (VTR)	31.3980	115.7140	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

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*, para los instrumentos que utilizan sensores Episensor y para los equipos *GMS-18*, 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*, con instrumentos con sensores Episensor y con equipos *GMS-18*, 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 destaca lo siguiente:

- ✓ La sensibilidad con la cual quedaron operando los instrumentos a finales del año 2009 fue de: 1.25 v/g para los *SSA-1*, 5.0 v/g para los *GMS-18* y 1.25 v/g y 2.5 v/g para los *ALTUS-ETNA*.

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 periodos se registra un sismo de magnitud importante (4.0 o mayor), los datos se recuperan lo antes posible de las estaciones de la red para su procesamiento y análisis.

El mantenimiento de las estaciones y la recolección de los 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 (*SSA-1*).
- ✓ Recolección de los datos en archivos digitales, para aquellos equipos que no posean la capacidad de transmisión de sus datos por medio de Internet.
- ✓ 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*, **SSR.EXE** para los instrumentos *SSR-1*, **K2.EXE** para los instrumentos *K2* y *ETNA*, y **GMS.EXE** para los instrumentos *GMS-18*, escritos por M. Luna. Para la obtención de los Volúmenes II y III se utiliza **DINT94.EXE**. En tanto que **TPLOT94.EXE** es el programa 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).¹ Adicionalmente, en la Figura 3 se presenta un diagrama de bloques de la secuencia que se utilizó durante el año 2009 para el procesamiento de los datos.

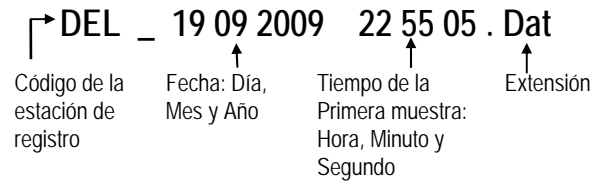
Para el almacenamiento de los datos procesados (Volumen I), el formato utilizado es el *Formato Estándar para la Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes* Versión 2.0 (Alcántara y otros, 2000) (ver Apéndice A de este documento).

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, un signo de subrayado, ocho dígitos más correspondientes a la fecha de ocurrencia del sismo, los primeros dos de estos ocho, indican el día, los siguientes dos el mes y los cuatro restantes indican el año. Las posiciones 13 a la 18 nos indican la hora de la primera muestra del registro. Los primeros dos dígitos de este grupo indican la hora, los siguientes dos indican el minuto y los últimos dos indican el segundo sin fracciones. La extensión de estos

¹ 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.

archivos está formada por los caracteres 'Dat'. Por último, el nombre del archivo y su extensión, como es usual, van unidos por medio de un punto decimal. Un ejemplo de esta nomenclatura es: DEL_19092009225505.Dat.



Al igual que los archivos de datos V1, los archivos originales son renombrados con la misma nomenclatura con excepción de la extensión, en donde se conserva la extensión original que es asignada al archivo inicialmente por el instrumento, esto es, SSA para acelerógrafos *SSA-1*, SSR para el sistema grabadora/acelerómetro *SSR-1/SA-102*, EVT para acelerógrafos *ETNA* y *K2* y MSD (mini seed) para los instrumentos *GMS-18*. Estos archivos contienen la información original tal y como es grabada por cada uno de los instrumentos mencionados.

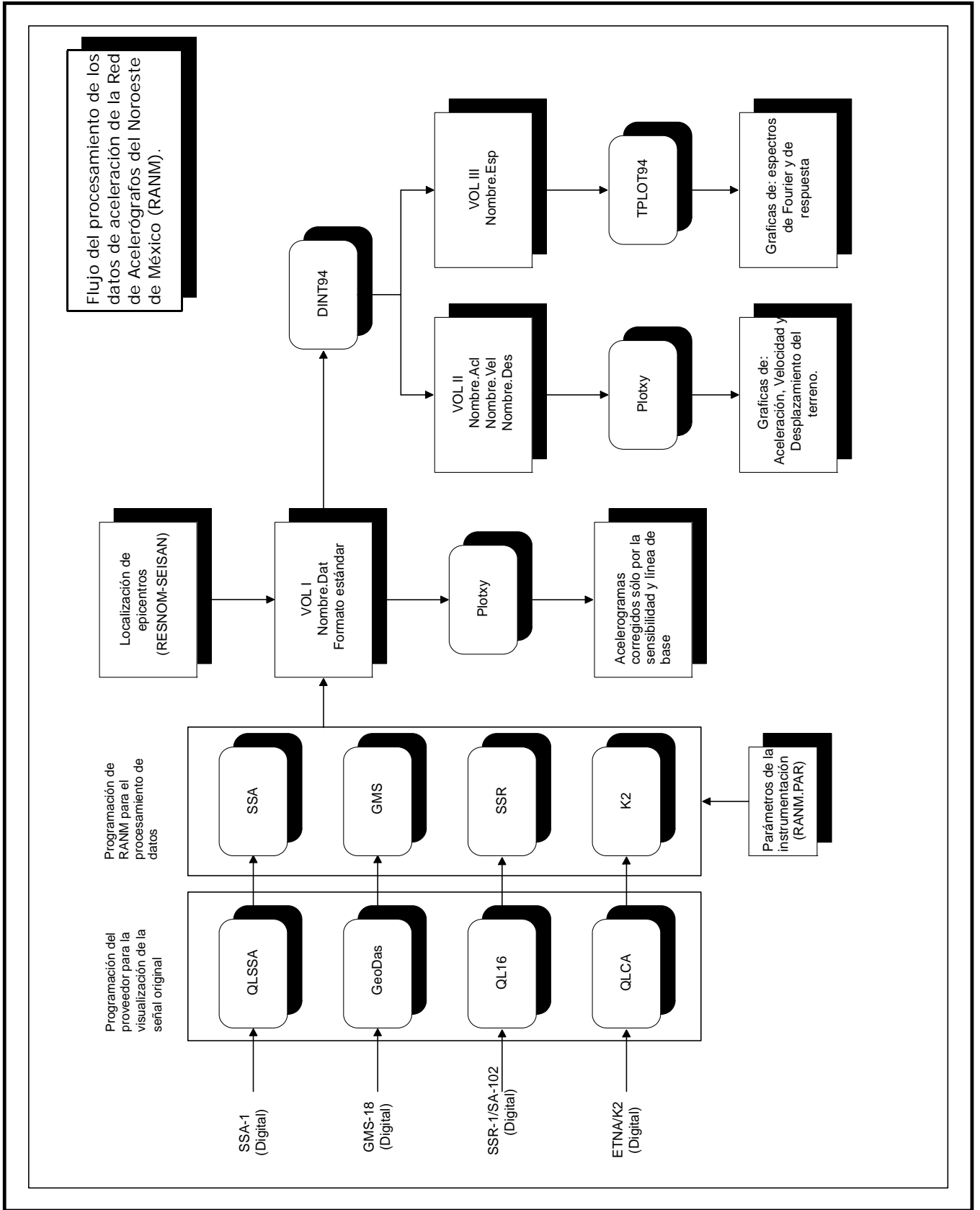


Figura 3. Esquema general del procesamiento realizado a los datos de RANM.

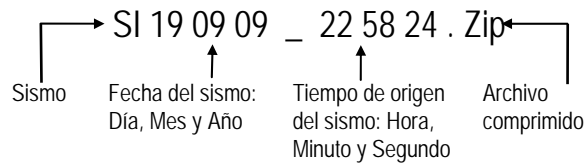
5. Almacenamiento de la información

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 datos crudos (ver Tabla 3). Para compactar y descompactar los archivos se emplea la versión libre de los programas *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) 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; un signo de subrayado y seis dígitos más que indican, en las primeras dos posiciones, la hora, dos posiciones más para el minuto y las restantes dos para el segundo. La extensión de los archivos está formada por la cadena de caracteres 'Zip'.

Como ejemplo considérese el archivo *Si190909_225824.Zip*, que corresponde al sismo registrado el 19 de septiembre del año 2009 con tiempo de origen a las 22:58:24.



Este sismo fue registrado en las estaciones Chihuahua (**CHI**), Delta (**DEL**) y Geotérmica (**GEO**). Consecuentemente, como se puede apreciar en la Tabla 3, el archivo comprimido *Si190909_225824.Zip* contiene seis archivos: tres de datos crudos, en binario (*CHI_19092009225818.EVT*, *DEL_19092009225814.EVT* y *GEO_19092009225814.EVT*; la extensión 'EVT' en los tres archivos, indica que los sismos fueron registrados en equipos *ALTUS-ETNA* o *ALTUS-K2*) y tres archivos más, correspondientes al Volumen I de datos (*CHI_19092009225818.Dat*, *DEL_19092009225814.Dat* y *GEO_19092009225814.Dat*).

Tabla 3. Información del archivo comprimido *Si190909_225824.Zip*

Length	Size	Ratio	Date	Time	Name
209440	37913	82%	25-08-10	11:24	DEL_19092009225814.Dat
177475	34511	81%	25-08-10	11:28	GEO_19092009225814.Dat
183851	32302	83%	25-08-10	11:05	CHI_19092009225818.Dat
284776	284776	0%	19-09-09	23:00	DEL_19092009225814.EVT
141136	141136	0%	19-09-09	22:59	GEO_19092009225814.EVT
141136	141136	0%	19-09-09	22:59	CHI_19092009225818.EVT
1137814	671774	41%			6

Finalmente, los archivos comprimidos se clasifican por mes y año y se respaldan en discos ópticos (DVD).

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 2009 se localizaron 67 de los 106 sismos registrados por la red. Los datos de las localizaciones fueron, en su mayoría, obtenidos de la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM).

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 y la magnitud correspondiente.

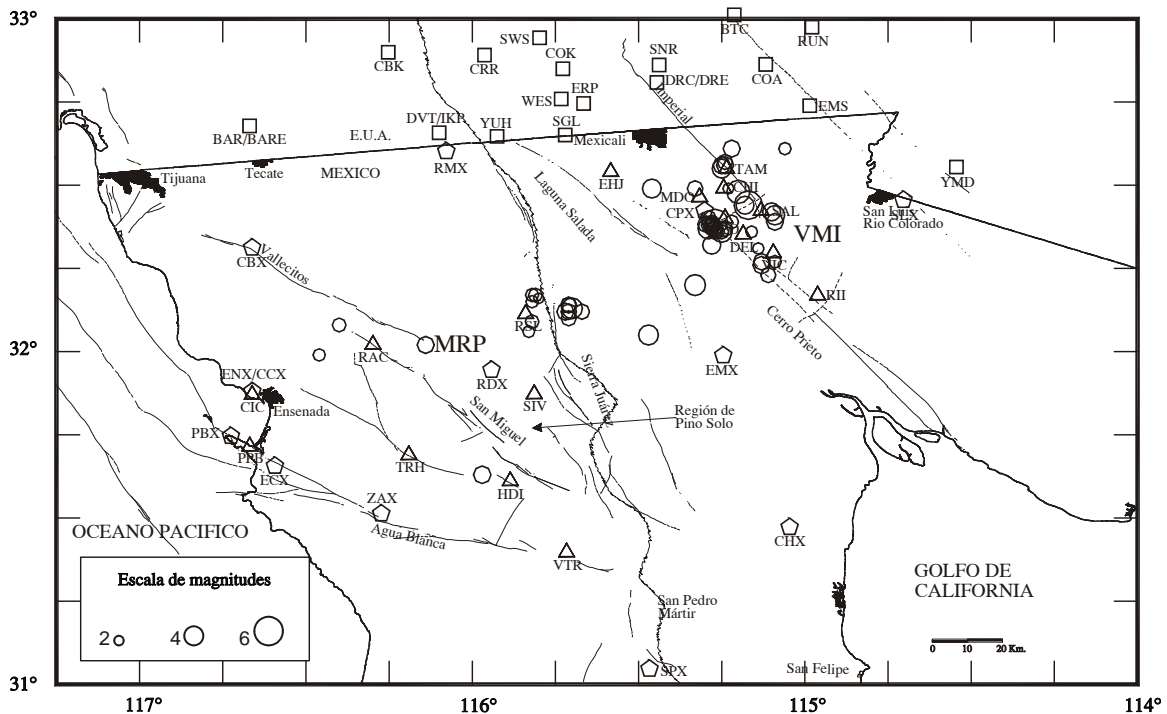


Figura 4. Epicentros (círculos) de 63² sismos registrados por RANM y localizados en su mayoría, a partir de los datos de las estaciones de RESNOM y de la Red del Sur de California. Las estaciones de RANM están representadas por triángulos, en tanto que las estaciones de RESNOM y de la Red del Sur de California utilizadas en las localizaciones, se encuentran representadas por pentágonos y cuadros respectivamente.

² De los 67 sismos localizados, solamente 63 tienen determinada la magnitud.

Adicionalmente, en la Tabla 4 se incluye información sobre las estaciones de RANM 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, 4 fueron ubicados en la región del Macizo Rocos Peninsular, 50 en la región del Valle de Mexicali y 13 más entre los límites de estas dos regiones. Las profundidades obtenidas están comprendidas entre 1.5 y 17.0 km. De los sismos registrados, 11 fueron de magnitud, M_L ó M_W igual o mayor de 4.0 (ver Figura 5). 10 de ellos fueron registrados en la región del **VMI**, y 1 en los límites de las dos regiones, **MRP** y **VMI**.

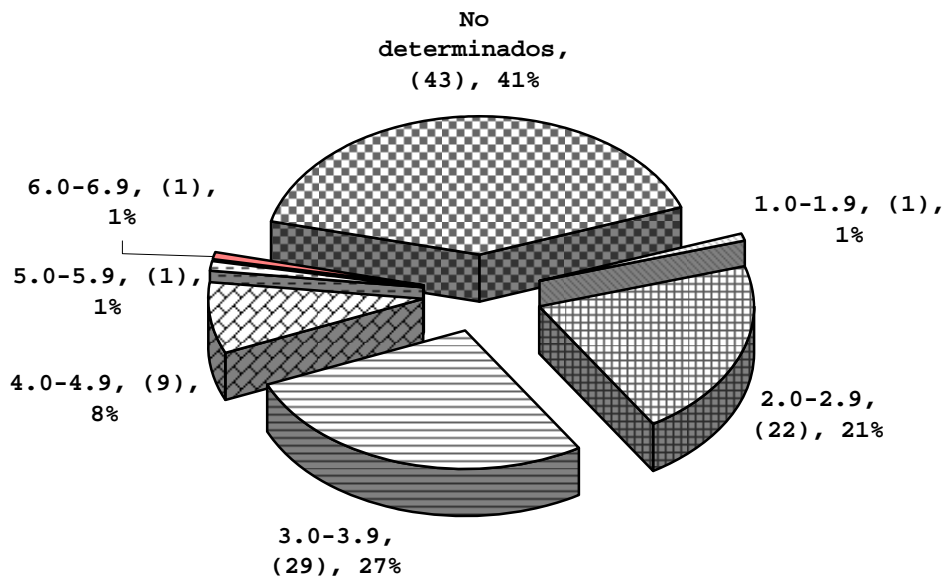


Figura 5. Magnitud de los 106 sismos registrados durante el año 2009

De los 67 sismos localizados, 45 fueron registrados en una sola estación de RANM, 8 en 2 estaciones, 5 en 3 estaciones y los 9 restantes se registraron en 4 o más estaciones. Los valores máximos de aceleración observados durante el período fueron producidos por el sismo ocurrido el 19 de septiembre de 2009 a las 22:55. Este sismo de magnitud $M_W= 5.2$, produjo una aceleración máxima absoluta de 485 cm/seg² en la componente Vertical de la estación **GEO** a una distancia epicentral de 3.0 Km.

La figura 6 muestra la actividad sísmica registrada por estación durante el año 2009.

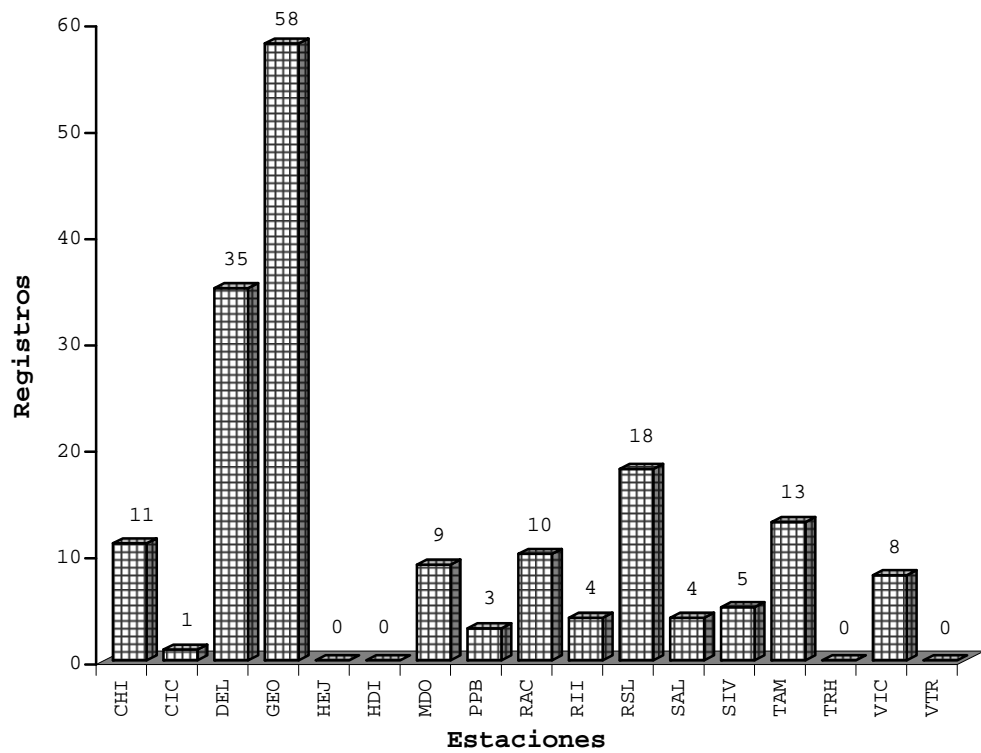


Figura 6. Registros obtenidos por cada estación de RANM en el año 2009

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

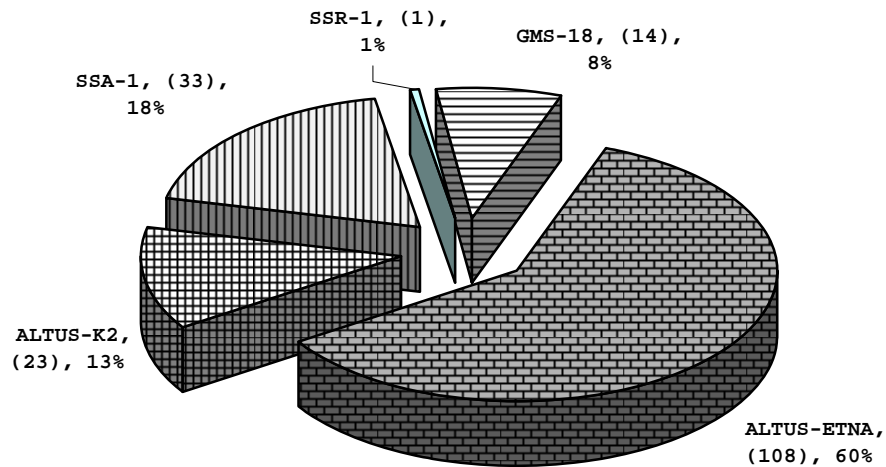


Figura 7. Registros obtenidos durante el año 2009 según el tipo de instrumento

Tabla 4. Sismos registrados por la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México, durante el año 2009.

Archivo	Fecha (d/m/a)	T. Origen (h:m:s)	Lat. (N)	Lon. (O)	P.F. (km)	M _L	Est.	Dis. (Km)	Acel. Máximas		
									N-S.	Vert.	E-O.
Si090109_124007.Zip	09/01/09	12:40:07.00	32.570	115.240	15.0	3.2	TAM	2.4	-16.02	7.40	-17.83
Si090109_124358.Zip	09/01/09	12:43:58.60	32.560	115.250	16.0	3.6	TAM	1.8	21.62	19.72	-25.17
Si090109_124458.Zip	09/01/09	12:44:58.10	32.610	115.220	16.0	3.6	TAM	6.9	-14.91	-13.43	15.61
Si090109_125506.Zip	09/01/09	12:55:06.30	32.560	115.240	17.0	3.6	TAM	1.3	27.82	-22.09	19.28
Si270109_101249.Zip	27/01/09	10:12:49.70	32.490	115.330	9.0	3.3	TAM	11.0	-15.13	18.36	17.47
Si060209_023829.Zip	06/02/09	02:38:29.60	32.150	115.820	4.0	2.6	RSL	4.3	-3.81	-2.03	1.92
Si190209_162439.Zip	19/02/09	16:24:39.50	32.320	115.280	3.0	3.8	DEL MDO	9.6 16.4	9.12 -25.96	9.93 -7.06	-11.17 18.65
Si230209_145328.Zip	23/02/09	14:53:28.10	32.170	115.820	5.0	2.8	RSL	6.3	-1.98	1.91	1.69
Si240209_060728.Zip	24/02/09	06:07:28.30	32.120	115.710	6.0	3.3	RSL	12.3	-1.88	1.95	1.45
Si090309_152609.Zip	09/03/09						GEO		24.80	44.92	35.81
Si090309_152631.Zip	09/03/09						GEO		14.46	21.50	-24.03
Si090309_152705.Zip	09/03/09	15:27:05.00	32.370	115.240	8.0	3.3	GEO DEL	3.3 5.2	-107.77 16.13	65.68 -12.33	-175.84 18.70
Si150309_172758.Zip	15/03/09	17:27:58.20	32.170	115.810	5.0	2.9	RSL	6.7	3.32	-8.34	2.92
Si150309_201924.Zip	15/03/09	20:19:24.80	32.310	115.140	9.0	2.4	SAL	12.5	24.24	-19.44	-19.45
Si260309_041011.Zip	26/03/09	04:10:11.10	32.230	115.110	8.0	3.2	VIC DEL	6.7 15.7	-30.49 -13.15	-31.02 -2.40	30.18 6.69
Si280309_171433.Zip	28/03/09						GEO		97.32	-58.74	49.37
Si120409_031924.Zip	12/04/09	03:19:24.80	32.360	115.250	4.0	*4.6	GEO DEL SAL CHI VIC TAM RII	4.5 5.9 13.2 14.2 16.1 21.0 34.9	98.09 -91.24 -20.03 40.50 -15.47 -25.47 7.26	-36.04 -102.77 16.04 13.01 7.25 7.47 -2.56	91.56 96.16 28.63 -19.53 24.95 31.29 13.86
Si120409_094129.Zip	12/04/09	09:41:29.10	32.130	115.700	5.0	*4.1	RSL VIC RII	13.4 59.2 69.7	10.97 -16.23 6.92	-10.12 -4.63 -2.15	-18.92 -14.76 5.14
Si120409_104122.Zip	12/04/09						SIV		-2.26	-2.13	2.02
Si180409_223043.Zip	18/04/09	22:30:43.20	32.160	115.800	5.0	2.2	RSL	6.2	-4.10	-5.24	2.40
Si240409_141221.Zip	24/04/09	14:12:21.60	32.140	115.710	5.0	3.1	RSL	12.6	1.67	-2.30	2.55
Si260409_201930.Zip	26/04/09	20:19:30.50	32.140	115.710	6.0	3.4	RSL	12.6	3.83	-3.12	6.49
Si270409_161806.Zip	27/04/09	16:18:06.30	32.270	115.090	10.0	2.7	VIC	2.4	-35.10	14.59	25.16
Si020509_193549.Zip	02/05/09	19:35:49.20	32.360	115.250	8.0	3.0	GEO	4.5	28.80	18.87	-29.30
Si170509_145134.Zip	17/05/09	14:51:34.80	32.060	115.830	3.0	2.5	RSL	6.3	-2.47	-2.41	1.20
Si210509_024156.Zip	21/05/09	02:41:56.80	32.100	115.710	6.0	3.2	RSL	12.5	2.16	3.62	-1.49
Si030609_091029.Zip	03/06/09	09:10:29.10	32.610	115.060	7.0	2.6	GEO	28.8	38.81	10.84	18.79
Si200609_183146.Zip	20/06/09	18:31:46.10	32.120	115.670	6.0	3.2	RSL	16.1	1.32	0.96	1.84
Si290609_044544.Zip	29/06/09	04:45:44.70	31.990	116.460	7.0	2.6	RAC	15.4	1.83	1.36	1.60
Si290609_214001.Zip	29/06/09	21:40:01.50	32.050	115.470	5.0	4.2	DEL	43.1	6.48	4.01	-11.01

Tabla 4. continuación

Archivo	Fecha (d/m/a)	T. Origen (h:m:s)	Lat. (N)	Lon. (O)	P.F. (km)	M _L	Est.	Dis. (Km)	Acel. Máximas		
									N-S.	Vert.	E-O.
Si100709_191335.Zip	10/07/09	19:13:35.70	32.360	115.160	6.0	2.5	DEL	2.6	5.79	-24.35	7.29
Si110709_043902.Zip	11/07/09	04:39:02.90	32.120	115.720	6.0	3.6	RSL	11.4	7.70	-2.89	5.49
Si310709_232453.Zip	31/07/09						MDO		31.30	19.20	-20.68
Si120809_101942.Zip	12/08/09	10:19:42.30	32.390	115.220	2.0	2.9	DEL	5.0	7.71	-21.77	-8.99
Si070909_025004.Zip	07/09/09	02:50:04.50	31.630	115.970	8.0	3.7	RAC	53.4	2.14	-3.31	3.24
Si190909_225518.Zip	19/09/09	22:55:18.60	32.390	115.270	2.0	*5.2	GEO	3.0	-309.77	-485.27	334.88
							DEL	8.7	420.30	-281.54	260.76
							MDO	9.3	94.90	83.74	-116.95
							CHI	11.2	-178.75	-180.17	-169.66
							SAL	13.6	-60.08	61.58	69.49
							TAM	18.0	-95.37	-46.39	123.78
							RSL	61.7	-3.39	3.10	-3.83
							SIV	77.2	2.96	1.49	2.35
							RAC	105.3	5.13	3.04	5.03
Si190909_225621.Zip	19/09/09						TAM		-11.56	-4.31	9.77
Si190909_225727.Zip	19/09/09	22:57:27.40	32.384	115.297	2.5	3.5	GEO	5.7	196.88	57.73	84.95
							DEL	10.8	30.70	23.75	34.33
							CHI	12.8	19.60	-7.19	-9.86
							TAM	19.3	-10.86	-4.82	-30.39
Si190909_225824.Zip	19/09/09	22:58:24.02	32.341	115.251	3.9		DEL	6.2	-10.49	18.20	9.15
							GEO	6.6	-27.10	-16.20	-22.16
							CHI	16.4	12.29	-14.06	8.27
Si190909_225848.Zip	19/09/09	22:58:48.18	32.386	115.303	1.5		GEO	6.1	-17.25	18.89	10.83
							DEL	11.4	16.22	-11.45	-14.93
							CHI	12.7	5.22	10.82	-8.25
Si190909_225901.Zip	19/09/09						GEO		23.44	18.89	9.42
							DEL		-13.01	-7.62	-4.29
Si190909_225928.Zip	19/09/09						DEL		13.03	13.82	-9.13
							GEO		82.34	70.70	37.56
Si190909_225951.Zip	19/09/09						DEL		1.99	1.54	2.32
							GEO		-10.14	7.94	8.65
Si190909_230041.Zip	19/09/09						DEL		3.64	-5.17	-3.00
Si190909_230052.Zip	19/09/09	23:00:52.01	32.381	115.299	2.5		GEO	5.9	-170.36	-137.80	-77.00
							DEL	10.9	64.00	-73.35	28.99
							CHI	13.0	26.22	-10.98	-24.97
							TAM	19.6	-6.40	-3.63	14.17
Si190909_230116.Zip	19/09/09						GEO		-10.38	10.74	9.65
							DEL		2.65	3.94	4.08
Si190909_230134.Zip	19/09/09						GEO		3.43	-3.96	-2.18
Si190909_230146.Zip	19/09/09	23:01:46.10	32.382	115.301	2.9		GEO	6.1	112.71	-45.13	54.66
							DEL	11.1	71.10	35.76	40.14
							CHI	13.0	19.90	-23.62	-14.16
							TAM	19.5	-9.76	7.76	-10.09
Si190909_230219.Zip	19/09/09						GEO		6.93	-6.01	-7.94
							DEL		-1.80	5.60	-2.11
							CHI		-1.33	-2.01	1.18
Si190909_230255.Zip	19/09/09						GEO		28.46	-20.10	21.33
							DEL		9.13	6.17	11.91
Si190909_230324.Zip	19/09/09						GEO		-34.89	25.66	-25.71
							DEL		4.87	-5.30	-10.76

Tabla 4. continuación

Archivo	Fecha (d/m/a)	T. Origen (h:m:s)	Lat. (N)	Lon. (O)	P.F. (km)	M _L	Est.	Dis. (Km)	Acel. Máximas				
									N-S.	Vert.	E-O.		
Si190909_230335.Zip	19/09/09								GEO DEL	40.15 -5.76	-14.17 -6.05	-17.53 4.60	
Si190909_231159.Zip	19/09/09								DEL	1.11	3.17	-0.83	
Si190909_231208.Zip	19/09/09	23:12:08.70	32.380	115.280	3.0	2.8			GEO DEL	4.4 9.2	37.99 11.81	-21.35 6.81 -14.09 6.08	
Si190909_231226.Zip	19/09/09								GEO DEL	-8.46 1.20	8.08 1.59	-7.66 -1.49	
Si190909_231646.Zip	19/09/09	23:16:46.70	32.380	115.290	3.0	3.0			GEO	5.2	-47.00	20.29 -25.18	
Si190909_231704.Zip	19/09/09								GEO		3.71	3.70 2.77	
Si190909_232946.Zip	19/09/09	23:29:46.30	32.380	115.280	5.0	2.6			GEO	4.4	-16.85	-18.21 -8.73	
Si190909_233004.Zip	19/09/09								GEO		-2.01	-1.72 -1.59	
Si190909_233507.Zip	19/09/09	23:35:07.80	32.490	115.230	8.0	2.3			GEO	10.0	45.05	27.52 37.68	
Si190909_233536.Zip	19/09/09								GEO		4.94	-7.88 4.24	
Si200909_001326.Zip	20/09/09								GEO DEL	109.76 -8.28	-42.79 6.92	63.75 13.60	
Si200909_001745.Zip	20/09/09	00:17:45.50	32.390	115.280	4.0	2.7			GEO	3.9	24.06	15.29 15.58	
Si200909_001808.Zip	20/09/09								GEO		-2.57	1.25 -1.35	
Si200909_002824.Zip	20/09/09	00:28:24.50	32.370	115.280	7.0	3.0			GEO	5.0	-79.04	-14.93 24.56	
Si200909_002848.Zip	20/09/09								GEO		-1.91	2.16 1.55	
Si200909_003618.Zip	20/09/09	00:36:18.30	32.370	115.290	2.0	4.4			GEO DEL MDO CHI SAL TAM RSL SIV RAC	5.8 9.8 10.7 13.9 16.1 20.5 59.0 74.3 102.7	171.90 -111.27 16.56 -41.02 13.99 32.02 -1.41 1.34 1.55	121.28 54.47 14.13 38.52 11.20 12.62 -0.74 -0.44 1.17	-145.83 -73.64 13.87 -38.17 12.95 -95.36 -1.15 1.18 1.70
Si200909_003653.Zip	20/09/09								GEO		18.38	20.36 -10.63	
Si200909_004257.Zip	20/09/09								GEO		-13.30	-8.02 -7.63	
Si200909_004309.Zip	20/09/09								GEO		-22.13	23.10 15.66	
Si200909_004340.Zip	20/09/09								GEO		1.64	4.17 1.71	
Si200909_010107.Zip	20/09/09	01:01:07.80	32.370	115.270	5.0	3.4			GEO DEL CHI	4.4 8.0 13.4	-89.27 17.15 6.69	-24.00 17.25 -12.13	-40.15 8.99 5.31
Si200909_010145.Zip	20/09/09								GEO		-9.81	-3.29 3.12	
Si200909_022302.Zip	20/09/09								GEO		18.22	-9.14 7.73	
Si200909_025618.Zip	20/09/09	02:56:18.10	32.380	115.280	3.0	3.5			GEO DEL	4.4 9.2	-103.77 -32.79	-47.08 -20.74	-36.43 17.75
Si200909_050510.Zip	20/09/09	05:05:10.20	32.400	115.290	6.0	3.3			GEO DEL	4.7 10.9	35.40 -14.19	24.22 12.34	-27.35 19.56
Si200909_062235.Zip	20/09/09	06:22:35.00	32.360	115.260	3.0	2.6			GEO	4.8	-23.21	17.42 -20.08	
Si200909_062302.Zip	20/09/09								GEO		1.64	1.67 1.57	

Tabla 4. continuación

Archivo	Fecha (d/m/a)	T. Origen (h:m:s)	Lat. (N)	Lon. (O)	P.F. (km)	M _L	Est.	Dis. (Km)	Acel. Máximas			
									N-S.	Vert.	E-O.	
Si200909_064458.Zip	20/09/09	06:44:58.10	32.360	115.270	3.0	3.2	GEO	5.3	52.72	-23.67	-25.35	
								CHI	14.5	10.76	-4.53	7.26
								TAM	21.2	-5.67	3.43	-12.75
Si200909_092131.Zip	20/09/09	09:21:31.40	32.380	115.270	3.0	2.6	GEO	3.6	29.70	20.08	-14.76	
Si200909_101642.Zip	20/09/09	10:16:42.80	32.370	115.280	4.0	2.5	GEO	5.0	18.51	28.80	12.54	
Si200909_102624.Zip	20/09/09	10:26:24.60	32.360	115.270	3.0	2.4	GEO	5.3	21.92	-8.76	11.44	
Si210909_031808.Zip	21/09/09	03:18:08.90	32.390	115.280	3.0	2.8	GEO	3.9	34.21	-21.43	-14.48	
Si210909_165041.Zip	21/09/09	16:50:41.60	32.390	115.270	6.0	1.9	GEO	3.0	25.37	-18.17	15.58	
Si220909_113339.Zip	22/09/09	11:33:39.50	32.260	115.130	5.0	3.7	DEL	11.8	-36.74	18.20	12.52	
Si220909_115652.Zip	22/09/09	11:56:52.30	32.270	115.130	5.0	3.5	DEL	10.9	-19.05	-5.95	-8.23	
Si031009_122757.Zip	03/10/09	12:27:57.60	32.020	116.140	6.0	3.6	RAC	15.2	2.89	5.03	-3.85	
Si131009_083853.Zip	13/10/09	08:38:53.30	32.200	115.330	6.0	4.4	MDO	29.4	18.09	-10.33	27.92	
							RSL	49.0	1.53	1.21	-1.92	
							SIV	58.6	-1.18	-0.70	0.73	
							RAC	93.6	1.89	1.59	1.98	
Si141009_201914.Zip	14/10/09	20:19:14.20	32.080	116.400	8.0	2.9	RAC	11.5	-8.36	4.74	-8.60	
Si261009_074156.Zip	26/10/09	07:41:56.40	32.090	115.820	5.0	2.9	RSL	3.5	2.39	-1.91	2.17	
Si291009_061802.Zip	29/10/09						GEO		21.20	-7.77	-19.11	
Si241109_225555.Zip	24/11/09						VIC		-54.63	63.78	-77.17	
Si251109_111852.Zip	25/11/09	11:18:52.80	32.490	115.460	6.0	4.0	MDO	13.8	15.41	-13.69	-24.62	
Si301109_044725.Zip	30/11/09	04:47:25.50	32.420	115.100	5.0	3.8	VIC	14.4	-17.96	-7.03	-18.81	
Si301109_045333.Zip	30/11/09						DEL		-25.44	9.59	-16.62	
Si301109_045747.Zip	30/11/09	04:57:47.30	32.410	115.090	8.0	4.1	VIC	13.4	9.81	3.91	-16.36	
Si301109_050355.Zip	30/11/09						DEL		11.39	-7.87	6.21	
Si021209_172202.Zip	02/12/09						PPB		-28.96	7.97	-30.54	
Si021209_202124.Zip	02/12/09						PPB		36.05	-10.66	25.10	
Si061209_060915.Zip	06/12/09	06:09:15.30	32.390	115.090	8.0	3.6	VIC	11.2	-14.83	4.26	13.47	
Si061209_231737.Zip	06/12/09						DEL		-11.35	-8.44	9.25	
Si161209_193541.Zip	16/12/09						PPB		24.00	-5.86	-38.68	
Si301209_175413.Zip	30/12/09	17:54:13.70	32.440	115.180	9.0	3.8	GEO	7.2	32.61	-11.53	-32.09	
Si301209_184857.Zip	30/12/09	18:48:57.80	32.440	115.170	9.0	*5.7	GEO	7.9	-212.02	-142.97	-173.98	
							MDO	13.9	140.57	71.34	92.81	
							RII	36.5	-75.15	-35.97	-112.85	
							RSL	72.6	5.41	1.95	5.35	
							SIV	87.7	1.85	1.91	2.00	
							RAC	116.1	4.97	3.43	5.36	
							CIC	154.3	-1.72	-1.06	-2.30	
Si301209_185324.Zip	30/12/09	18:53:24.00	32.480	115.200	8.0	4.9	GEO	9.6	29.93	-17.18	-32.24	
							MDO	11.0	-58.95	21.15	-27.58	
							RII	41.7	-14.88	-6.75	15.79	
							RSL	72.5	1.86	0.94	1.34	
							RAC	115.4	1.47	-0.90	1.51	

Tabla 4. continuación

Archivo	Fecha (d/m/a)	T. Origen (h:m:s)	Lat. (N)	Lon. (O)	P.F. (km)	M _L	Est.	Dis. (Km)	Acel. Máximas		
									N-S.	Vert.	E-O.
Si301209_202451.zip	30/12/09	20:24:51.20	32.550	115.250	9.0	4.0	MDO	11.4	-19.16	-6.28	13.47
								GEO	16.7	-19.35	5.81

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, N-S Vert. E-O. = Valores máximos de aceleración en cm/s², registrados en las componentes Norte-Sur, vertical y Este-Oeste, respectivamente.

* = M_W

Para tener una mayor claridad de los sismos registrados por RANM y con localización durante el año 2009, 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.

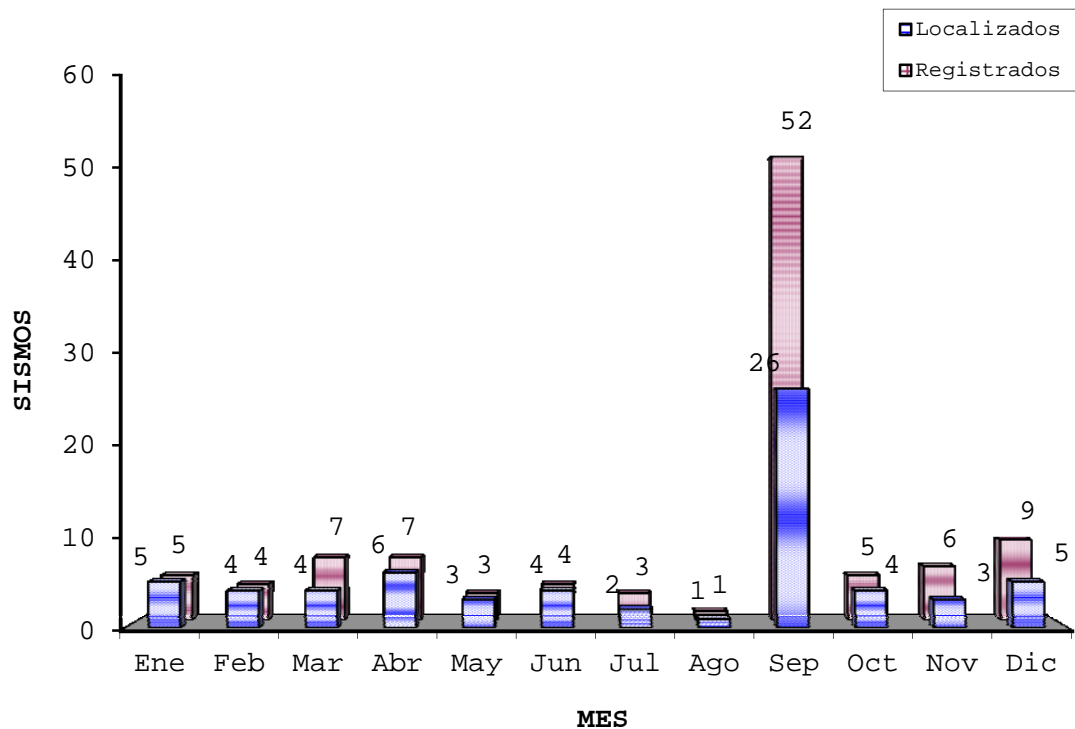


Figura 8. Sismos registrados y localizados por RANM durante el año 2009

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.

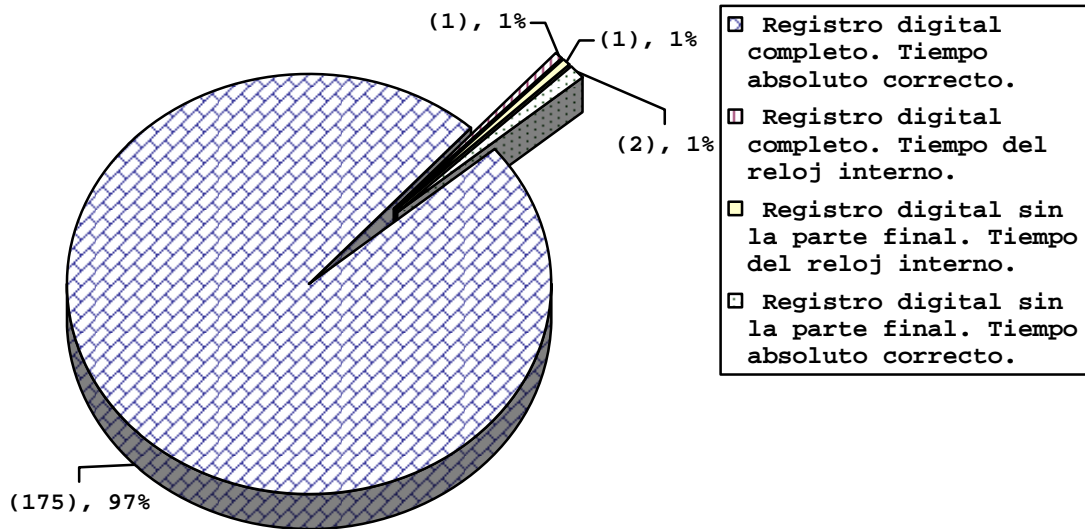


Figura 9. Calidad de los registros obtenidos por RANM durante el año 2009.

6.1 Gráficas de las señales obtenidas.

Como un ejemplo del tipo de gráficas obtenidas durante el año 2009, en la Figura 10 se muestran los acelerogramas (Volumen I) del sismo del 19 de septiembre del año 2009 a las 22:55, de magnitud $M_w = 5.2$ y registrado en la estación Delta. 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. Nombre de la estación
4. Fecha de ocurrencia del sismo
5. Tiempo de la primera muestra (K = tiempo del reloj interno del instrumento o GMT = Tiempo del Meridiano de Greenwich).
6. Nombre del archivo que contiene los datos del Volumen I en ASCII.
7. Series de tiempo de cada componente
8. Identificación de cada componente y su respectiva orientación
9. Valores de aceleración máximo y mínimo por canal, expresados en Gales.
10. Duración del registro expresado en segundos.³

³ Sólo se grafican los primeros 80s en caso de registros con una duración mayor.

Las 179 gráficas de los acelerogramas generados por los 106 sismos registrados durante el año, 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)

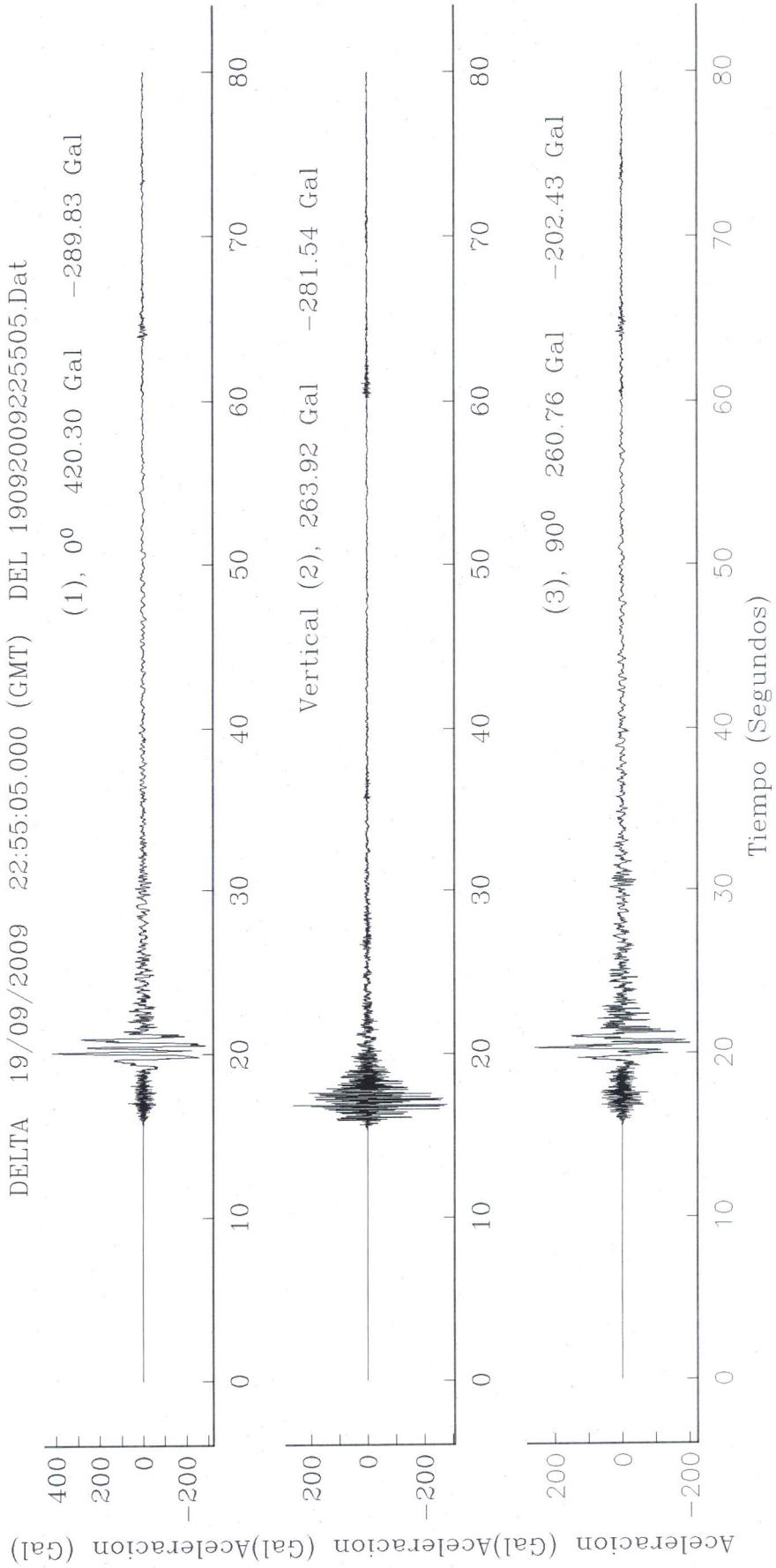


Figura 10. Acelerogramas del sismo del 19 de septiembre del año 2009 a la 22:55, registrado por la estación DELTA.

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.
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 106 sismos registrados durante el año 2009 en la región de cobertura de RANM. Un sismo de magnitud 5.2, ocurrido a una distancia de 3.0 Km de la estación **GEO**, generó las aceleraciones más altas, del orden de 49% de g. De los sismos localizados, 4 fueron registrados en la región del Macizo Rcoso Peninsular. Un sismo de magnitud $M_L = 3.7$ fue el de mayor magnitud que se registró en esta zona. 50 sismos ocurrieron en la región del Valle de Mexicali, la magnitud del mayor de ellos fue de $M_W = 5.7$. Finalmente, 13 sismos más fueron localizados en los límites entre estas dos regiones, Un sismo de magnitud $M_W = 4.1$, fue el de mayor magnitud en esta zona.

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 *****
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 : DEL_19092009225505.Dat
10 FECHA Y HORA DE CREACION : 11 DE MAYO DEL 2010
11 REF. CATALOGO ACELEROGRAMAS, SMIS 1995 : Reg. Num.
12
13
14 =====
15 DATOS DE LA ESTACION:
16 NOMBRE DE LA ESTACION : DELTA
17 CLAVE DE LA ESTACION : DEL
18 LOCALIZACION DE LA ESTACION : Valle de Mexicali, Baja California.
19 :
20 :
21 :
22 :
23 COORDENADAS DE LA ESTACION : 32.355 Lat. N
24 : 115.187 Long. O
25 ALTITUD (msnm) : 28
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 : 169
36 NUMERO DE CANALES : 3
37 ORIENTACION C1-C6 (rumbo;orientacion) : /N00E;/V;/+N90E;
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) : /51.2/52.3/51.0
44 FREC. NAT. DE SENSORES, C7-C12, (Hz) :
45 AMORTIGUAMIENTO DE SENSORES, C1-C6 : /0.64/0.64/0.66
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) : /7/7/7
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) : 19 de SEPTIEMBRE del 2009
58 HORA EPICENTRO (GMT) : 22:55:18.60
59 MAGNITUD(ES) : /Mc=5.0 /Ml=5.3 /Mw=5.2
60 COORDENADAS DEL EPICENTRO : 32.390 LAT. N
61 : 115.270 LONG. O
62 PROFUNDIDAD FOCAL (km) : 2.0
63 FUENTE DE LOS DATOS EPICENTRALES : Departamento de Sismologia, CICESE
64 : RESNOM
65
66 =====
67 DATOS DE ESTE REGISTRO:

```

```

68 HORA DE LA PRIMERA MUESTRA (GMT) : 22:55:05.000
69 EXACTITUD DEL TIEMPO (s) : 0.001
70 DURACION DEL REGISTRO (s), C1-C6 : /132.00/132.00/132.00
71 DURACION DEL REGISTRO (s), C7-C12 :
72 NUM. TOTAL DE MUESTRAS, C1-C6 : /26400/26400/26400
73 NUM. TOTAL DE MUESTRAS, C7-C12 :
74 ACEL. MAX. (Gal), C1-C6 : /420.30/-281.54/260.76
75 ACEL. MAX., C1-C6, EN LA MUESTRA : /4018/3375/4070
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:

```

	CANAL-1	CANAL-2	CANAL-3	CANAL-4	CANAL-5	CANAL-6	CANAL-7	CANAL-8
106								
107	N00E;	V;+	N90E;					
108								
109								
110	-0.16	-0.02	-0.00					
111	-0.15	-0.02	-0.00					
112	-0.19	-0.02	-0.01					

Apéndice B. Cronología de la instrumentación de la red durante el año 2009

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. N-S, vert y E-O, 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*, *ALTUS-ETNA*, *ALUS-K2*, *SSR-1/SA-102* y *GMS-18*).
- F. natural = Frecuencia natural del acelerómetro expresada en Hertz.
- Amort. = Valor del amortiguamiento del acelerómetro (expresado como una fracción del valor crítico).
- Tipo de sensor = Acelerómetro utilizado para el registro de la señal (Episensor interno o externo, SA-102 externo, FBA interno o AC-63 interno).

La información que va precedida de la letra "c", 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 2009

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.	Tipo de sensor	
Comp. 2	Orientacion	Sensibilidad	F.natural	Amort.		
Comp. 3	Orientacion	Sensibilidad	F.natural	Amort.		
1. CHI (CHIHUAHUA)						
C	ALTUS-ETNA	1748	32.488	115.242	15	21/10/04 14/10/09
C	1 E-O	90	2.50	212.00	0.70	Episensor interno
C	2 N-S	0	2.50	212.00	0.70	
C	3 vert	+	2.50	210.00	0.70	
	GMS-18	100208	32.488	115.242	15	14/10/09 18/11/09
	1 E-O	90	5.00	400.00	0.70	AC-63MIA-interno
	2 N-S	0	5.00	400.00	0.70	
	3 vert	+	5.00	400.00	0.70	
2. CIC (CICESE)						
C	SSR-1	339	31.868	116.664	60	13/06/00 14/10/09
C	1 N-S	0	2.50	30.00	0.70	SA-102
C	2 vert	+	2.50	30.00	0.70	
C	3 E-O	90	2.50	30.00	0.70	
	GMS-18	100202	31.868	116.664	60	14/10/09 14/10/09
	1 E-O	90	5.00	400.00	0.70	AC-63MIA-interno
	2 N-S	0	5.00	400.00	0.70	
	3 vert	+	5.00	400.00	0.70	
3. DEL (DELTA)						
C	ALTUS-ETNA	169	32.355	115.187	28	12/09/08 13/10/09
C	1 N-S	0	1.25	51.20	0.64	FBA interno
C	2 vert	+	1.25	52.30	0.64	
C	3 E-O	90	1.25	51.00	0.66	
	GMS-18	100204	32.355	115.187	28	13/10/09 30/10/09
	1 E-O	90	5.00	400.00	0.70	AC-63MIA-interno
	2 N-S	0	5.00	400.00	0.70	
	3 vert	+	5.00	400.00	0.70	
4. EHJ (EJIDO HERIBERTO JARA)						
	ALTUS-ETNA	1747	32.538	115.582	20	19/11/09 19/11/09
	1 E-O	90	2.50	198.00	0.70	Episensor interno
	2 N-S	0	2.50	210.00	0.70	
	3 vert	+	2.50	210.00	0.70	
5. GEO (PLANTA GEOTERMICA DE CERRO PRIETO)						
C	ALTUS-ETNA	167	32.400	115.240	30	14/02/08 13/10/09
C	1 N-S	0	1.25	51.10	0.64	FBA interno
C	2 vert	+	1.25	52.10	0.64	
C	3 E-O	90	1.25	53.40	0.64	
C	GMS-18	100209	32.400	115.240	30	13/10/09 27/10/09
C	1 E-O	90	5.00	400.00	0.70	AC-63MIA-interno
C	2 N-S	0	5.00	400.00	0.70	
C	3 vert	+	5.00	400.00	0.70	
	ALTUS-ETNA	167	32.400	115.240	30	27/10/09 27/10/09
	1 N-S	0	1.25	51.10	0.64	FBA interno
	2 vert	+	1.25	52.10	0.64	
	3 E-O	90	1.25	53.40	0.64	
6. HDI (HEROES DE LA INDEPENDENCIA)						
	ALTUS-ETNA	169	31.615	115.882	1130	11/12/09 11/12/09
	1 N-S	0	1.25	51.20	0.64	FBA interno
	2 vert	+	1.25	52.30	0.64	
	3 E-O	90	1.25	51.00	0.66	
7. MDO (MICHOACAN DE OCAMPO)						
C	ALTUS-ETNA	168	32.464	115.316	14	15/02/08 12/10/09
C	1 N-S	0	1.25	50.80	0.64	FBA interno
C	2 vert	+	1.25	50.60	0.65	
C	3 E-O	90	1.25	50.70	0.64	

Tabla B1 Continuación

	GMS-18	100205	32.464	115.316	14	12/10/09	17/11/09
	1 E-O	90	5.00	400.00	0.70	AC-63MIA-interno	
	2 N-S	0	5.00	400.00	0.70		
	3 vert	+	5.00	400.00	0.70		
8.	PPB	(POBLADO PUNTA BANDA)					
C	SSR-1	263	31.718	116.669	42	22/02/02	06/02/09
C	1 N-S	0	2.50	30.00	0.70	SA-102	
C	2 vert	+	2.50	30.00	0.70		
C	3 E-O	90	2.50	30.00	0.70		
	ALTUS-ETNA	1748	31.718	116.669	42	06/11/09	06/11/09
	1 E-O	90	2.50	212.00	0.70	Episensor interno	
	2 N-S	0	2.50	212.00	0.70		
	3 vert	+	2.50	210.00	0.70		
9.	RAC	(RANCHO AGUA CALIENTE)					
	SSA-1	295	32.020	116.301	714	05/08/96	15/07/09
	1 N-S	0	1.25	55.43	0.62	FBA interno	
	2 vert	+	1.25	56.28	0.61		
	3 E-O	90	1.25	56.18	0.61		
10.	RII	(RIITO)					
C	ALTUS-K2	1026	32.164	114.960	8	04/03/09	29/10/09
C	1 N-S	0	5.0	51.40	0.68	Episensor externo	
C	2 vert	+	5.0	53.60	0.67		
C	3 E-O	90	5.0	53.40	0.68		
	GMS-18	100199	32.164	114.960	8	29/10/09	29/10/09
	1 E-O	90	5.00	400.00	0.70	AC-63MIA-interno	
	2 N-S	0	5.00	400.00	0.70		
	3 vert	+	5.00	400.00	0.70		
11.	RSL	(RANCHO SAN LUIS)					
	SSA-1	761	32.116	115.841	1490	03/12/01	15/07/09
	1 N-S	0	1.25	54.92	0.60	FBA interno	
	2 vert	+	1.25	56.31	0.59		
	3 E-O	90	1.25	55.31	0.59		
12.	SAL	(SALTILLO)					
C	ALTUS-K2	1026	32.422	115.130	50	14/10/08	04/03/09
C	1 N-S	0	5.00	51.40	0.68	FBA interno	
C	2 vert	+	5.00	53.60	0.67		
C	3 E-O	90	5.00	53.40	0.68		
C	ALTUS-K2	1155	32.422	115.130	50	04/03/09	14/10/09
C	1 E-O	90	2.50	208.00	1.00	Episensor externo	
C	2 N-S	0	2.50	222.00	1.00		
C	3 vert	+	2.50	220.00	1.00		
	GMS-18	100201	32.422	115.130	50	14/10/09	28/10/09
	1 E-O	90	5.00	400.00	0.70	AC-63MIA-interno	
	2 N-S	0	5.00	400.00	0.70		
	3 vert	+	5.00	400.00	0.70		
13.	SIV	(SANTA ISABEL VIEJO)					
	SSA-1	760	31.871	115.816	1500	20/10/06	15/07/09
	1 N-S	0	1.25	55.50	0.59	FBA interno	
	2 vert	+	1.25	55.18	0.60		
	3 E-O	90	1.25	56.86	0.59		
14.	TAM	(TAMAULIPAS)					
C	ALTUS-K2	1580	32.549	115.236	15	28/05/02	14/10/09
C	1 E-O	90	2.50	204.00	0.70	Episensor interno	
C	2 N-S	0	2.50	208.00	0.70		
C	3 vert	+	2.50	206.00	0.70		
	GMS-18	100206	32.549	115.236	15	14/10/09	28/10/09
	1 E-O	90	5.00	400.00	0.70	AC-63MIA-interno	
	2 N-S	0	5.00	400.00	0.70		
	3 vert	+	5.00	400.00	0.70		
15.	TRH	(TRES HERMANOS)					
C	SSA-1	757	31.690	116.190	800	20/06/06	23/06/09
C	1 N-S	0	1.25	56.70	0.60	FBA interno	
C	2 vert	+	1.25	55.47	0.59		
C	3 E-O	90	1.25	56.88	0.60		

Tabla B1 Continuación

16. VIC (VICTORIA)							
C	ALTUS-K2	1158	32.290	115.100	15	04/03/09	22/09/09
C	1 E-O	90	2.50	222.00	1.0	Episensor externo	
C	2 N-S	0	2.50	218.00	1.0		
C	3 vert	+	2.50	216.00	1.0		
C	ALTUS-K2	1155	32.290	115.100	15	15/10/09	30/10/09
C	1 E-O	90	2.50	208.00	1.0	Episensor externo	
C	2 N-S	0	2.50	222.00	1.0		
C	3 vert	+	2.50	220.00	1.0		
	GMS-18	100209	32.290	115.100	15	30/10/09	30/10/09
	1 E-O	90	5.00	400.00	0.70	AC-63MIA-interno	
	2 N-S	0	5.00	400.00	0.70		
	3 vert	+	5.00	400.00	0.70		
17. VTR (VALLE DE LA TRINIDAD)							
	ALTUS-ETNA	168	31.398	115.714	750	11/11/09	11/12/09
	1 N-S	0	1.25	50.80	0.64	FBA interno	
	2 vert	+	1.25	50.60	0.65		
	3 E-O	90	1.25	50.70	0.64		

Apéndice C

**Acelerogramas De Los Sismos Registrados Por
La Red De Acelerógrafos Del Noroeste De
México Durante El Año 2009**