

BOLETÍN DE INFORMACIÓN SÍSMICA Marzo 2013

GRUPO RESNOM

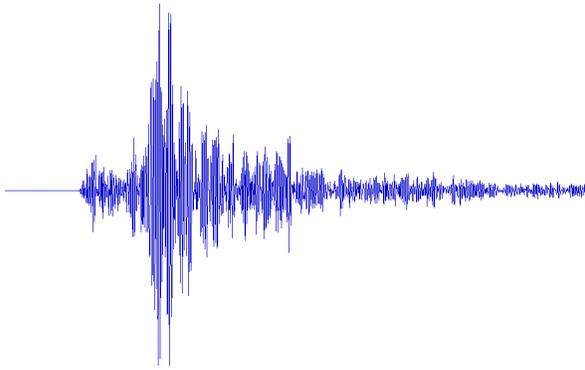
Departamento de Sismología

División de Ciencias de la Tierra

*Centro de Investigación Científica y
de Educación Superior de
Ensenada, BC.*

ÉPOCA II

Ensenada Baja - California, México



PERSONAL DE RESNOM

Investigador

Dr. Víctor M. Wong Ortega



Responsables del contenido y edición

Dr. Víctor M Wong Ortega

MTIC Julia del C Sánchez R.

Téc. Francisco Javier Farfán S.

Téc. Ignacio Méndez Figueroa

LCC. Sergio M. Arregui O.

M.C. Alejandra Núñez Leal

Grupo Técnico

Arregui Ojeda Sergio Manuel

Díaz de Cossio Batani Guillermo

Gálvez Valdez Jesús Óscar

Farfán Sánchez Francisco Javier

López Lara Alejandro

Méndez Figueroa Ignacio

Núñez Leal María Alejandra

Orozco León Luis Raúl

Sánchez Rodríguez Julia del Carmen

1 INFORMACIÓN GENERAL

La Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) es una red telemétrica operada desde 1980 por el Departamento de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE (Figura 1). La cual registra información digital de temblores locales y regionales del norte de Baja California y el oeste de Sonora (noroeste).

1.1 OBJETIVO DEL BOLETÍN

El Boletín de Información Sísmica tiene como objetivo difundir los resultados del procesado de las señales sísmicas registradas por RESNOM. Estas señales corresponden a temblores ocurridos en la región noroeste de México y el norte del Golfo de California.

El boletín consiste en un listado de tiempos de origen, localizaciones hipocentrales, magnitud y algunos parámetros relativos a la localización de los sismos registrados (error cuadrático medio de los residuales de tiempo y número de lecturas utilizadas en la localización). Adicionalmente, se anexa mapa que muestra la distribución epicentral de los sismos localizados.

A continuación se presenta una breve descripción acerca de:

- La instrumentación de las estaciones.
- Los sistemas de adquisición de datos.
- El procesamiento de la Información
- Cálculo de la magnitud.

1.2 INSTRUMENTACIÓN DE LAS ESTACIONES

RESNOM consiste en 1 estación de periodo corto (1 s) y 14 estaciones de Banda ancha (0.01-50 Hz), ver Tabla 1.

Las señales sísmicas detectadas por los sismómetros de periodo corto (Teledyne S 500 o Mark L4C) son digitalizadas en el sitio de registro con una resolución de 12 bits a una razón de 40 muestras por segundo/canal. Las señales digitales se codifican, serializan, modulan en FSK (Frequency Shift Keying) y se transmiten en tiempo real (vía enlaces de radio VHF y UHF) al centro de procesado en Ensenada, Baja California, en algunos casos se utiliza el Internet.

Las estaciones de Banda Ancha equipadas con grabadoras REFTEK modelo 130-1 de 6 componentes de 24 bits y sensores: a) de Velocidad marca GURALP modelo 3ESPC, b) de Aceleración marca Kinematics-Episensor modelo FBA ES-T y estaciones DAS 72A y sensores triaxiales Geotech (KS-2000). Las señales sísmicas se digitalizan a razón de 100 muestras por canal y se envían al CICESE utilizando el Internet comercial y en algunos casos satelital.



Figura 1 – Localizaciones de las Estaciones RESNOM marzo 2013.

ID	DAS	N/S	m/s	Velocidad	S/N	Aceleración	S/N	Latitud	Longitud	Elev m	TIPO ENLACE	Comunicación	Identificación	Localización	Fecha Instalación	Fecha Retiro
----	-----	-----	-----	-----------	-----	-------------	-----	---------	----------	-----------	-------------	--------------	----------------	--------------	----------------------	-----------------

Estaciones de Banda Ancha

1.	CBX	72 A-07	8129	100	GURALP CMG-40T	T4672	--	--	32.3131	-116.6636	1250	Radio	Radio⇄CICESE	Cerro Bola	En Cerro Bola – BC	06-06-2001	
2.	CCX	REFTEK 130-1	B07E	100	GURALP	T36760	FBA ES-T	4509	31.8679	-116.6645	36	Red CICESE	Red Interna CICESE	CICESE	Sótano del edificio de Ciencias de la Tierra - CICESE	26-06-2011	
3.	CHX	DM24-3M		50	GURALP	T4034	--	--	31.4721	115.0521	40	Radio-Internet	Radio⇄SPX⇄CICESE		Cerro El Chinero BC	01-10-2012	
4.	CPX	REFTEK 72 A DM24-3M REFTEK 130-1	B08E	100	MARK L4C GURALP CMG40T GURALP 3ESPC	T36761	FBA ES-T	4503	32.4195	-115.3050	194	Internet-VPN de C4	CPX⇄C4⇄CICESE	Cerro Prieto	30 km al Sur de Mexicali – en el volcán de Cerro Prieto – BC	11-09-2001 29-10-2009 08-05-2012 ¹	20-10-2005 07-05-2012
5.	PIX	REFTEK 130-1	B07A	100	GURALP 3ESPC	T36757	FBA ES-T	4508	31.5629	-113.4599	77	Internet	PIX⇄C4⇄CICESE	Pinacate	Localidad del Pinacate – Sonora	15-07-2011	
6.	RMX	REFTEK 130-1	B089	100	GURALP 3ESPC	T36756	FBA ES-T	4507	32.5535	-116.0288	1278	Internet	RMX⇄CICESE	Rumorosa	La Rumorosa – BC	11-11-2012	
7.	SFX	REFTEK 130-1	B089	100	GURALP 3ESPC	T36756	FBA ES-T	4507	31.0376	-114.8510	39	Internet	SFX⇄CICESE	San Felipe	San Felipe – BC	07-06-2012	
8.	SJX	REFTEK 130-1	B085	100	GURALP 3ESPC	T36755	FBA ES-T	4498	32.0048	-115.9480	1616	Internet	SJX⇄CICESE	Sierra Juárez	Sierra Juárez – BC	22-03-2012	
9.	SPX	REFTEK 72 A REFTEK 130-1	-- B083	100 100	GEOTECH KS-2000 GURALP 3ESPC	-- T36759	-- FBA ES-T	-- 4499	31.0451	-115.4660	2835	Internet	SFX⇄CICESE	San Pedro Mártir	Observatorio de San Pedro Mártir – BC (170 km al sureste de la ciudad de Ensenada – BC)	29-05-2001 26-06-2011	25-05-2011
10.	SQX	REFTEK 130-1	B08C	100	GURALP 3ESPC	T36758	FBA ES-T	4506	30.5761	-115.875	101	Internet	SQX⇄CICESE	San Quintín	San Quintín - BC	08-12-2011	

¹ Cambian los instrumentos de Banda Ancha

	ID	DAS	N/S	m/s	Velocidad	S/N	Aceleración	S/N	Latitud	Longitud	Elev m	TIPO ENLACE	Comunicación	Identificación	Localización	Fecha Instalación	Fecha Retiro
11.	TJX	REFTEK 130-1	B077	100	GURALP 3ESPC	T36750	FBA ES-T	4511	32.5102	-117.0543	210	Internet	TJX↔CICESE	Tijuana	Protección Civil en la cd. De Tijuana – BC	17-11-2011	
12.	TKX	REFTEK 130-1	B08B	100	GURALP 3ESPC	T36749	FBA ES-T	4505	32.5687	-116.6075	541	Internet	TKX↔C4↔CICESE	Tecate	Edificio C4 de la ciudad de Tecate	30-11-2011	
13.	UABX	REFTEK 130-1	B082	100	GURALP 3ESPC	T36753	FBA ES-T	4510	32.6316	-115.4447	44	Internet	UABX↔CICESE	UABC Mexicali	Edificio de Ingeniería – Mexicali de la UABC	06-07-2011	
14.	VTX	REFTEK 130-1	B08A	100	GURALP 3ESPC	T36705	FBA ES-T	4512	31.3914	-115.7840	746	Internet	VTX↔CICESE	Valle de la Trinidad	Valle de la Trinidad – BC	11-11-2011	
Estaciones de Periodo Corto																	
1.	RMX	Estación Sismológica Digital Modelo 1a		40	Teledyne S-500		- -	--	32.6025	-116.0786	1420	Radio Enlaces	RMX↔CON↔CICESE	La Rumorosa	Cerro la Rumorosa,	19-04-1999	

Tabla 1 – Información de las estaciones de RESNOM marzo 2013.

1.3 ADQUISICIÓN DE DATOS

El sistema de adquisición de datos se divide en tres partes: a) Captura in situ; b) Transmisión de datos; c) Recepción de datos. Los sistemas de adquisición de datos de periodo corto y periodo largo y procesando con el sistema operativo Linux.

RESNOM tiene 3 centros de recepción secundarios: Ejido Nuevo León (Valle de Mexicali), San Pedro Mártir, en Sierra Juárez y San Luis Río Colorado (Sonora). Un centro de recepción principal en la ciudad de Ensenada (CICESE). Las señales de periodo corto (5 en el principal y 4 en los secundarios) se reciben a través de una tarjeta serial y la señal de tiempo se recibe por otro puerto serie una computadora. Una vez que las señales se decodifican, se separan por componente y se les incluye la marca de tiempo, pasan por un algoritmo de detección que elimina las señales correspondientes a disparos en falso (ruido) y se almacenan en el disco duro los eventos sísmicos. Las señales registradas en los centros de recepción secundaria se transmiten al principal vía internet. Una descripción más detallada del sistema de adquisición de datos de periodo corto y largo se encuentra en Arregui [2004].

El sistema de adquisición de datos de banda ancha está configurado para enviar la información de dos modos: continuo y por evento. En el primero toda la información generada se envía y graba en cada una de las tres computadoras anfitrionas ubicadas en: Ejido Nuevo León (Valle de Mexicali), San Pedro Mártir y CICESE. Se hace uso de Internet para la recuperación de los datos. Por evento se envía (fecha y hora) para la recuperación.

1.4 LOCALIZACIONES HIPOCENTRALES

Los datos registrados por RESNOM se procesan con SEISAN (paquetes de programas para el análisis de datos sísmicos) [Haskov y Ottemöller, 1999]. Las determinaciones preliminares de los hipocentros se obtienen con el programa HYPOCENTER (Lienert y Haskov, 1995) el cual es parte de SEISAN. Dos modelos de velocidad de corteza con capas planas, paralelas y con velocidades constantes, se usan en el proceso, de localización de los hipocentros de eventos locales y regionales; uno para el Valle de Mexicali y otro para el Macizo Rocosó Peninsular de Baja California. Una versión modificada del modelo de velocidades propuesto por McMechan y Mooney [1980] para el Valle Imperial, se usa para localizar los eventos del Valle de Mexicali (Tabla 2). Para temblores del Macizo Rocosó Peninsular (Tabla 3), el modelo de velocidades utilizado es el de Nava y Brune [1982].

Velocidad de Onda P (km/s)	Profundidad a la capa (km)
1.700	0.000
2.000	0.100
2.300	0.730
2.600	1.750
3.000	2.940
5.000	5.620
6.000	10.000
7.800	20.000

Tabla 2 – Modelo de velocidad para el Valle de Mexicali.

Velocidad de Onda P (km/s)	Profundidad a la capa (km)
5.600	0.000
6.600	5.000
7.000	20.000
8.000	42.000

Tabla 3 – Modelo de velocidad para el Macizo Rocosó Peninsular.

1.5 CÁLCULO DE MAGNITUDES

Las magnitudes se calculan con base en la duración de la señal (magnitud de coda) o en la amplitud del movimiento del suelo (magnitud local). La magnitud coda se obtiene con la fórmula propuesta por González y García [1986]

$$M_c = -0.85 + 2.24 \times \log_{10} T \quad (1)$$

Donde T es la longitud de la coda (en segundos). Esta relación se usa con datos de las Estaciones CBX y RMX (Tabla 4), todas ellas localizadas en el Macizo Rocosó Peninsular. Cuando se dispone de amplitudes corregidas por la respuesta instrumental (amplitudes Wood-

Anderson sintéticas en nm), se calculan las magnitudes locales usando las fórmulas de Vidal y Munguía [1999].

Para temblores del ambiente sedimentario del Valle de Mexicali se utiliza

$$M_L = \log(A) + 1.0134 \times \log_{10}(r/100) + 0.0025 \times (r - 100) + 3.0 \quad (2)$$

y para eventos registrados en el Macizo Rocosó Peninsular

$$M_L = \log(A) + 1.1319 \times \log_{10}(r/100) + 0.0017 \times (r - 100) + 3.0 \quad (3)$$

En estas relaciones r es la distancia hipocentral (en km). Se reporta magnitud coda para eventos con magnitud menor a 4.0 y magnitud local (Richter) para eventos con magnitud mayor.

Para corregir por efectos de, a las estimaciones de magnitud se les aplica una corrección de estación (Vidal y Munguía, 1999), ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

En el caso de eventos fuertes, las lecturas de tiempos de arribo de otras redes o fuentes de información, locales y regionales, se usan en conjunto con los datos de RESNOM para determinar los parámetros hipocentrales. Es común integrar datos de Estaciones de la Red de acelerógrafos del Noroeste de México (RANM), una red de movimientos fuertes que opera el Departamento de Sismología de CICESE en la región norte de Baja California, la Red del Sur de California (SCSN), operada conjuntamente entre el Instituto Tecnológico de California (CALTECH) y el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS).

No	ID	Nombre Estación	Latitud	Longitud	Elevación m	Corrección de Magnitud	Asentamiento
----	----	-----------------	---------	----------	----------------	---------------------------	--------------

Estaciones de Banda Ancha							
1.	CBX	Cerro Bola	32.3131	-116.6636	1250	-0.17	Rocas volcánicas no diferenciadas
2.	CCX	CICESE	31.8679	-116.6645	36		Rocas volcánicas no diferenciadas Sobre base de concreto
3.	CHX	El Chinero, BC.	31.4721	115.0521	40		Rocas volcánicas (Andesita)
4.	CPX	Cerro Prieto	32.4195	-115.3050	194	-0.42	Sedimentarias Continentales (Roca Magmática)
5.	PIX	Pinacate	31.5629	113.4599	77		Sedimentarias Marinas
6.	RMX	Rumorosa, BC	32.5535	116.0288	1278		(Graníticas y Gabroides) (Tonalita)
7.	SFX	San Felipe	31.0376	-114.8510	39		Rocas Sedimentarias Continental
8.	SJX	Sierra de Juárez	32.0048	-115.9480	1616		(<i>Granodiorita</i>)
9.	SPX	San Pedro Mártir	31.0451	-115.4660	2835	+0.22	Batolíticas Roca Sedimentaria Tonalita
10.	SQX	San Quintín	30.5761	-115.875	101		Formación Alisitos Sedimentarias - volcánicas
11.	TJX	Tijuana	32.5102	-117.0543	210		Roca Sedimentaria Marina
12.	TKX	Tecate	32.5687	-116.6075	541		Roca Sedimentaria (Gablo)
13.	UABX	UABC Mexicali	32.6316	-115.4447	44		Rocas Sedimentarias (Aluvión)
14.	VTX	Valle de la Trinidad	31.3914	-115.7840	746		Roca Sedimentaria (Tonalita)
Estaciones de Periodo Corto							
1.	RMX	Rumorosa	32.6025	-116.0786	1420		(Graníticas y Gabroides) (Tonalita)

Tabla 4 - Tabla con valores de corrección

Referencias

- [1] J. J., González and A. R. García. *Escala de magnitud-coda para estaciones sismográficas en el Norte de Baja California*, Resumen extenso en Memorias de la Reunión 1986 de la Unión Geofísica Mexicana, pp 399-406. 1986.
- [2] J., Havskov and L. Ottemöller. *SisAn: The earthquake Analysis Software, Versión 7.0*, Institute of Solid Earth Physics, University of Bergen, Norway, pp. 226. 1999.
- [3] B.R.E., Lienert and J. Havskov. *A computer program for locating earthquakes both locally and globally*, *Seism. Res. Lett.*, 66, 19, 26-36. 1995.
- [4] G.A., McMechan and W. D. Mooney. *Asymptotic ray theory and synthetic seismograms for laterally varying structures: theory and application to the Imperial Valley, California*, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 70, 2021-20135, 1980.
- [5] F.A., Nava and J. Brune. *An Earthquake-Explosion reversed refraction line in the Peninsular Ranges of southern California an Baja California Norte*, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 72, 1195-1206. 1982.
- [6] A., Vidal and L. Munguía. *The ML scale in northern Baja California, México*, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 89, 3, 750-763. 1999.
- [7] A., Vidal and L. Orozco an S. Arregui and J. Sánchez and O. Gálvez and I. Méndez and L. Insunza. *A note on upgrading long period seismographs*, *Geofísica International*, 42, 1, 53-59, 2003.

Parámetros	Descripción
Fecha / Hora	Fecha, Hora en UTC (Tiempo Universal Coordinado)
Latitud	Latitud del epicentro
Longitud	Longitud del epicentro
P	Profundidad focal en kilómetros
n.º	Número de estaciones
RMS (<i>Root-Mean-Square</i>)	Medida de ajuste de los tiempos de llegada observados a los tiempos de llegada predichos en dicha localización
GAP	Perdida de información en segmento de datos
Mag L	Magnitud Local (en color azul corresponde a Magnitud de Coda)
Ubicado	Distancia del poblado más cercano

Tabla 5 – Nomenclatura empleada en el resumen de los eventos localizados.

Eventos marzo 2013

Fecha/Hora	Latitud	Longitud	P	n.º	RMS	GAP	Mag L	Ubicación
03/01/2013 06:14:41	32.31	-115.378	5	18	0.3	81	2.5	a 18.09 km al oeste del poblado de Delta
03/01/2013 12:44:08	32.674	-115.83	8	25	0.2	37	3.2	a 25.3 km al noroeste del poblado de Progreso
03/01/2013 13:24:36	32.675	-115.822	4	12	0.2	147	2.4	a 24.66 km al noroeste del poblado de Progreso
03/01/2013 13:25:03	32.681	-115.835	4	19	0.2	48	2.5	a 26.05 km al noroeste del poblado de Progreso
03/03/2013 17:25:44	31.439	-115.666	6	8	0.3	103	2	a 10.26 km al noreste del poblado de Valle de la Trinidad
03/04/2013 13:56:49	31.243	-115.648	5	9	0.3	102	2.6	a 15.94 km al sureste del poblado de Valle de la Trinidad
03/04/2013 15:42:15	31.889	-114.893	10	10	0.3	94	3.1	a 35.42 km al sur del poblado de Estación Coahuila
03/04/2013 19:03:30	31.274	-115.63	5	5	0.1	117	2.2	a 14.2 km al sureste del poblado de Valle de la Trinidad
03/05/2013 17:25:27	31.228	-115.892	5	10	0.2	127	2	a 21.58 km al suroeste del poblado de Valle de la Trinidad
03/06/2013 12:57:53	31.869	-114.953	10	8	0.3	132	3	a 36.42 km al sur del poblado de Estación Coahuila
03/06/2013 23:05:21	31.797	-115.049	10	7	0.3	200	2.3	a 44.35 km al sur del poblado de Estación Coahuila
03/07/2013 10:09:02	32.305	-115.343	5	9	0.3	139	2.2	a 15.15 km al oeste del poblado de Delta
03/08/2013 03:23:19	32.557	-115.679	5	16	0.2	75	2.4	a 9.26 km al oeste del poblado de Progreso
03/09/2013 02:09:46	31.217	-115.891	5	13	0.3	128	3.3	a 22.41 km al suroeste del poblado de Valle de la Trinidad
03/11/2013 00:28:11	32.056	-115.106	6	11	0.1	193	2.3	a 18.19 km al suroeste del poblado de Estación Coahuila
03/11/2013 08:07:57	32.039	-115.034	10	10	0.2	256	2	a 17.48 km al sur del poblado de Estación Coahuila
03/13/2013 06:36:21	31.262	-115.636	5	8	0.3	160	2.1	a 14.84 km al sureste del poblado de Valle de la Trinidad
03/13/2013 13:34:35	32.199	-115.238	6	11	0.3	182	2.1	a 7.14 km al suroeste del poblado de Alberto Oviedo Mota
03/13/2013 22:38:28	32.679	-115.818	8	20	0.3	58	2.3	a 24.52 km al noroeste del poblado de Progreso
03/16/2013 20:21:02	32.306	-115.332	5	21	0.3	127	2.9	a 14.15 km al suroeste del poblado de Delta
03/17/2013 03:17:29	31.937	-115.012	8	9	0.2	133	2.5	a 28.58 km al sur del poblado de Estación Coahuila
03/17/2013 13:27:58	31.964	-116.331	7	16	0.3	70	2.4	a 29.08 km al este de la ciudad de Ensenada

Eventos marzo 2013

Fecha/Hora	Latitud	Longitud	P	n.º	RMS	GAP	Mag L	Ubicación
03/18/2013 10:23:14	32.34	-115.393	5	9	0.3	116	2.2	a 18.86 km al oeste del poblado de Delta
03/18/2013 10:40:47	31.133	-116.598	7	13	0.3	218	2.8	a 59.6 km al noroeste del poblado de Camalú
03/19/2013 10:34:10	32.053	-115.062	8	8	0.3	199	2.1	a 16.65 km al sur del poblado de Estación Coahuila
03/19/2013 20:39:50	32.756	-115.455	6	18	0.3	90	2.4	a 22.99 km al noreste del poblado de Progreso
03/20/2013 14:40:58	32.113	-115.145	6	12	0.3	134	2.7	a 12.95 km al sur del poblado de Alberto Oviedo Mota
03/21/2013 03:38:15	31.264	-115.923	5	4	0.1	182	2.1	a 21.35 km al suroeste del poblado de Valle de la Trinidad
03/21/2013 14:27:01	32.195	-115.257	6	10	0.3	122	2.2	a 8.95 km al suroeste del poblado de Alberto Oviedo Mota
03/22/2013 05:12:35	32.615	-115.724	4	40	0.4	52	3.3	a 13.68 km al oeste del poblado de Progreso
03/22/2013 08:16:18	31.267	-115.694	5	6	0.3	129	2.2	a 11.68 km al sur del poblado de Valle de la Trinidad
03/26/2013 04:36:15	32.345	-115.311	5	9	0.3	106	2.4	a 11.14 km al oeste del poblado de Delta
03/27/2013 00:44:44	31.97	-116.246	6	10	0.2	65	3.3	a 36.85 km al este de la ciudad de Ensenada
03/27/2013 18:52:36	31.192	-115.854	5	3	0	195	2.2	a 22.56 km al suroeste del poblado de Valle de la Trinidad
03/30/2013 18:43:31	32.14	-115.237	8	10	0.2	173	2.5	a 11.59 km al suroeste del poblado de Alberto Oviedo Mota
03/30/2013 21:29:57	32.11	-115.216	8	9	0.3	180	2.4	a 13.76 km al sur del poblado de Alberto Oviedo Mota

Mapa eventos marzo 2013

