

RED SÍSMICA TEMPORAL DE LA PAZ: BOLETÍN DE INFORMACIÓN SÍSMICA (NOVIEMBRE-DICIEMBRE DE 1996)

Arturo Cruz-Falcón¹, Sergio Mayer-Geraldo², Luis Munguía-Orozco³ y Tito Valdéz-López³

¹ Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
(Estación en La Paz B.C.S., Miraflores 334, Fracc. Bella Vista, La Paz, B.C.S., México, 23050).

E-mail: acfalcon@cicese.mx

² Depto. de Geología, UABCS, A.P. P.19-B, La Paz, B.C.S., México.

³ Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Km.107 Carret. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México, 22860

E-mail: lmunguia@cicese.mx

RESUMEN

Se analizaron 202 microsismos registrados por la Red Sísmica Temporal de La Paz durante los meses de noviembre y diciembre de 1996. De éstos se pudieron localizar solamente 80 eventos, entre los que se incluyen los de mayor magnitud. La distribución de epicentros define un alineamiento con orientación Sureste-Noroeste de alrededor de 40 km de longitud y extendiéndose a lo largo del flanco Este de las islas Espíritu Santo y La Partida, desde Punta Coyote hasta unos 10 km al norte de La Partida. Las magnitudes calculadas para estos temblores están entre 1.5 y 3.3 grados, mientras que las profundidades focales estimadas van de 1 a 15 km. El 75 % de estos eventos se generó a profundidades de entre 4 y 13 Km.

Durante los meses de noviembre y diciembre se observó un nivel de sismicidad constante y similar al de los dos meses anteriores de monitoreo sísmico en la región. Sin embargo, debe resaltarse que en este período la actividad se extendió hacia el Sureste de la isla Espíritu Santo, por un lado, y por otro se notó una clara disminución de ésta en la zona ubicada al Noreste de la Presa de La Buena Mujer.

Otra observación de interés consiste en que parte de la sismicidad registrada en el presente bimestre se desarrolló en forma de enjambres de microtemblores, de entre los cuales sobresale el ocurrido los días 11 y 12 de diciembre. Esta serie de eventos se compuso de 24 eventos con magnitudes entre 1 y 2.9. Adicionalmente, las estaciones de la red registraron también la actividad sísmica regional proveniente del Golfo de California.

INTRODUCCIÓN

En este boletín se proporciona información sobre la sismicidad registrada por la Red Sísmica Temporal de La Paz, Baja California Sur (RESIPAZ) durante los meses de noviembre y diciembre de 1996. Esta red se mantuvo en operación en la región desde el 5 de septiembre de 1996 hasta el 15 de diciembre de 1997, como un proyecto de colaboración interinstitucional en el que participan el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) y El Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) (Munguía *et al.*, 1997).

El presente boletín incluye información relativa a la ubicación de las estaciones, al tipo de instrumentación utilizada y a los parámetros hipocentrales de temblores que fueron localizados durante este período. Para mayor información sobre la sismicidad de septiembre y octubre de 1996, así como mayores detalles respecto a los antecedentes e instrumentación en la región, consultar Munguía *et al.* (1997).

OBJETIVOS

El objetivo específico de RESIPAZ es obtener información precisa que permita localizar los epicentros de temblores que ocurren en el ambiente tectónico de región de La Paz, B. C. S. La correlación de estos epicentros con estructuras geológicas de la región será de utilidad para entender cómo el régimen de esfuerzos que controla al sistema principal de fallas del Golfo de California influye sobre la región.

Los objetivos específicos de la red son:

- Monitoreo continuo de la actividad sísmica de la zona de falla La Paz, con cinco estaciones analógicas.
- Análisis de la información registrada en términos de la distribución geográfica de los epicentros, las profundidades de las fuentes sísmicas, las magnitudes y la correlación de los temblores con las fallas regionales.
- Difusión de los resultados entre la comunidad científica y las autoridades del gobierno de Baja California Sur, a través de boletines sísmicos, informes técnicos y publicaciones en revistas científicas.

CONFIGURACIÓN DE RESIPAZ

En la Figura 1 se muestra la ubicación de las estaciones (triángulos) con sus códigos correspondientes. En la Tabla 1 se presenta la relación de estaciones y la información correspondiente a sus coordenadas geográficas. Las ganancias de operación permitidas por los niveles de ruido en cada sitio van de 66 a 72 decibeles. Como se indicó en Munguía *et al.* (1997), la instrumentación instalada en estos sitios consiste en sismógrafos Sprengnether modelo MEQ-800, con sensores Kinometrics SS-1 de período corto (1 seg). Estos instrumentos registran en papel ahumado la componente vertical del movimiento del suelo.

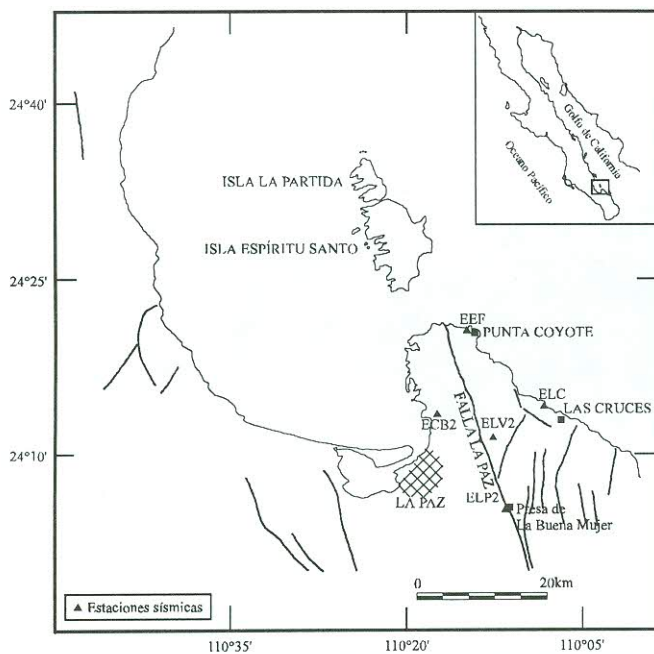


Figura 1. Mapa de la región de La Paz. Los triángulos indican estaciones sísmicas y los cuadrados indican localidades.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de las estaciones

Estación	Código	Latitud	Longitud
Las Cruces	ELC	24°14.105'	110°08.361'
Costa Baja 2	ECB2	24°13.306'	110°17.538'
El Faro	EEF	24°20.567'	110°14.990'
La Presa 2	ELP2	24°05.255'	110°11.628'
Las Vinoramas 2	ELV2	24°11.261'	110°12.720'

El análisis detallado de la información que genera RESIPAZ aportará conocimientos adicionales a los obtenidos en los estudios realizados por Munguía *et al.* (1992) y Munguía (1995) en la zona de falla La Paz. Los resultados derivados del estudio podrán ser de utilidad en el desarrollo de programas enfocados hacia la reducción del riesgo sísmico de La Paz.

LOCALIZACIÓN DE EPICENTROS

Los tiempos de arribo de las fases P y S, radiadas por las fuentes de los eventos registrados, se midieron y utilizaron en el proceso de localización de epicentros. De este proceso se obtuvieron 80 epicentros preliminares (Círculos vacíos en la Figura 2), los cuales fueron determinados usando el programa HYPO71 de Lee y Lahr (1975) en combinación con el modelo de velocidades de Fabriol *et al.* (1997), indicado en la Tabla 2.

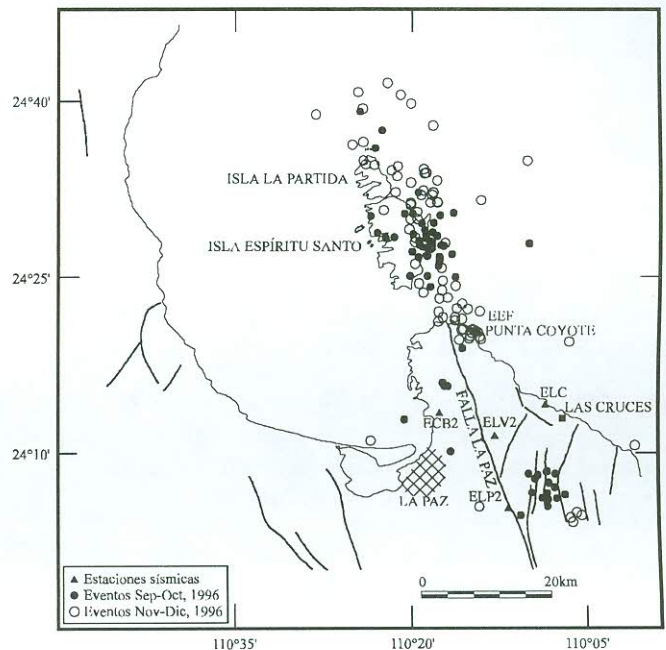


Figura 2. Sismicidad registrada durante septiembre y octubre de 1996, reportada por Munguía *et al.* (1997), conjuntamente con la sismicidad descrita en el presente boletín.

Tabla 2. Modelo de velocidades utilizado en la localización de los parámetros hipocentrales

Velocidad (km/seg)	Espesor (km)
4.00	0.00
6.00	2.00
6.40	7.00
6.90	14.00
7.60	24.00

La relación completa de eventos localizados durante este período se presenta en la Tabla 3. Conjuntamente con los parámetros hipocentrales se incluyen los errores medios producidos en su determinación. La mayoría de los temblores de esta tabla cumplen con los criterios de que el valor del error cuadrático medio de los residuales (RMS) sea menor a 0.3 segundos y que los errores estándar del epicentro (ERH) y de la profundidad focal (ERZ) sean menores o iguales a 3.0 km. Por esta razón y por el hecho de que un buen número de microtemblores grabados no se pudieron localizar, por no haber sido registrados en un número suficiente de estaciones, es claro que la cantidad de eventos que aparece en la Tabla 3 no es representativa de la sismicidad total detectada por la red.

Tabla 3. Relación de epicentros localizados para temblores ocurridos durante noviembre y diciembre de 1996 en la zona de falla La Paz

Fecha	T. de Origen hr:min:seg	Latitud	Longitud	Prof. km	Mag	RMS	ERH	ERZ
961101	13:41:55.17	24°33.93'	110°18.95'	5.27	1.82	.05	0.8	0.5
961101	19:03:36.35	24°10.69'	110°01.00'	3.25	1.91	.09	0.2	1.8
961102	05:58:08.90	24°04.53'	110°06.09'	5.76	1.74	.05	0.8	1.1
961102	14:58:18.89	24°31.37'	110°20.00'	11.50	1.63	.11	2.2	2.8
961103	02:59:23.03	24°33.69'	110°21.16'	12.37	2.22	.08	2.4	1.4
961104	23:01:22.65	24°04.95'	110°05.57'	1.95	1.91	.08	2.1	1.6
961106	00:56:17.95	24°34.18'	110°21.66'	5.94	1.88	.05	1.7	0.5
961106	09:48:21.71	24°36.39'	110°25.00'	2.55	2.27	.22	2.4	2.9
961106	20:59:20.74	24°31.57'	110°19.94'	10.03	1.57	.04	1.3	0.8
961108	07:13:09.05	24°34.29'	110°18.92'	5.59	1.87	.09	2.0	0.6
961108	19:01:09.49	24°40.65'	110°20.89'	4.17	2.02	.06	2.3	0.9
961109	08:11:44.30	24°31.41'	110°17.70'	12.93	1.70	.17	2.4	1.7
961109	08:22:24.99	24°32.29'	110°18.06'	6.03	2.14	.13	1.7	1.0
961109	09:11:16.49	24°31.45'	110°17.74'	5.92	1.63	.19	2.5	1.4
961109	09:16:07.87	24°31.40'	110°18.31'	5.24	1.54	.15	1.8	1.1
961109	10:03:35.18	24°32.46'	110°18.93'	5.54	1.70	.11	1.6	0.8
961109	13:01:29.34	24°31.62'	110°14.00'	6.11	1.57	.11	2.8	0.9
961110	03:35:41.35	24°33.13'	110°20.00'	5.88	1.90	.10	2.3	0.8
961110	06:43:15.10	24°34.54'	110°21.12'	4.88	1.83	.17	2.3	1.0
961110	18:02:42.74	24°32.30'	110°21.28'	3.14	1.81	.13	1.8	2.0
961110	18:33:40.08	24°30.00'	110°19.39'	5.11	1.69	.09	1.2	1.0
961110	21:27:20.48	24°11.11'	110°23.24'	16.17	1.23	.19	2.0	2.0
961110	21:29:43.13	24°19.56'	110°06.21'	9.62	1.64	.14	1.1	1.4
961112	00:18:57.36	24°38.97'	110°28.11'	2.85	2.46	.08	1.7	1.0
961112	02:19:43.27	24°04.72'	110°05.14'	1.96	1.86	.03	1.3	1.0
961112	11:53:21.16	24°04.14'	110°05.90'	9.08	1.81	.12	1.4	2.0
961113	22:54:08.65	24°35.03'	110°24.06'	3.43	2.26	.09	1.7	2.8
961113	22:55:58.86	24°34.71'	110°23.86'	4.10	2.73	.14	2.3	1.2
961113	23:00:34.45	24°36.64'	110°24.08'	3.93	3.13	.11	2.0	1.1
961114	04:17:56.38	24°41.66'	110°22.01'	2.61	2.18	.08	2.8	1.2
961114	12:57:44.63	24°38.03'	110°18.12'	5.63	2.00	.12	2.7	1.2
961115	14:32:56.69	24°40.87'	110°24.52'	4.20	3.08	.09	2.0	0.8
961116	18:32:46.64	24°33.96'	110°18.70'	6.39	2.42	.16	2.0	1.5
961117	00:35:25.16	24°33.29'	110°17.76'	6.05	2.36	.10	1.5	0.8
961117	20:14:21.26	24°32.05'	110°18.16'	5.61	1.79	.13	1.9	1.1
961118	05:31:23.12	24°20.60'	110°15.52'	3.04	2.07	.03	2.3	2.1
961118	18:02:36.02	24°19.83'	110°14.82'	4.50	2.02	.24	0.6	0.9
961119	06:45:19.27	24°20.62'	110°15.36'	2.77	1.76	.03	2.3	2.0
961119	16:17:22.95	24°23.30'	110°16.73'	6.08	2.50	.01	0.6	0.2
961123	03:37:29.21	24°23.92'	110°17.23'	6.63		.02	2.7	0.5
961124	11:06:53.89	24°30.60'	110°19.42'	4.61	2.01	.11	2.1	0.3
961125	05:33:01.30	24°21.66'	110°16.08'	4.14	1.94	.03	2.4	1.3
961125	07:36:05.45	24°24.31'	110°16.07'	6.70	1.94	.06	2.1	0.4
961126	04:45:40.97	24°24.51'	110°19.20'	6.09	2.06	.02	0.1	0.0
961129	12:47:42.65	24°30.00'	110°20.00'	6.03	2.10	.01	2.7	0.2
961201	22:39:16.45	24°35.00'	110°10.00'	12.00	1.93	.15	1.4	0.1
961202	10:28:30.71	24°22.10'	110°17.49'	6.00	1.70	.17	0.2	0.1
961203	05:56:41.87	24°32.05'	110°19.09'	13.16	2.20	.08	0.1	0.0
961211	00:29:40.85	24°22.38'	110°15.93'	5.84	2.85	.10	0.5	0.2
961211	00:37:45.20	24°21.38'	110°16.07'	6.00	2.49	.18	0.4	0.2
961212	00:51:31.52	24°28.40'	110°19.58'	13.78	2.78	.12	0.2	0.0
961212	02:14:31.54	24°21.51'	110°15.50'	6.41	2.12	.13	0.2	0.1
961212	04:58:15.67	24°30.00'	110°20.00'	4.00	2.54	.30	2.6	0.3
961213	05:54:25.98	24°21.64'	110°17.13'	6.00	2.49	.15	2.1	1.1
961217	02:02:16.14	24°29.13'	110°20.09'	13.11	2.23	.19	0.1	0.0
961217	19:10:49.78	24°34.65'	110°23.13'	13.00	3.27	.07	0.4	0.0
961217	23:40:08.94	24°25.93'	110°20.00'	6.98	1.73	.16	1.1	0.1
961218	09:24:28.83	24°30.75'	110°22.28'	12.83	2.30	.05	1.8	0.2
961218	11:31:47.99	24°28.01'	110°19.60'	13.74	2.27	.11	0.7	0.2
961219	01:20:33.40	24°20.00'	110°16.09'	1.93	2.02	.11	3.0	1.6
961220	09:34:26.06	24°39.47'	110°24.14'	22.19	2.85	.11	0.9	0.3
961221	19:34:25.73	24°23.23'	110°17.45'	4.70	2.78	.02	1.2	0.4
961221	19:45:45.36	24°21.29'	110°17.51'	1.27	1.85	.04	2.2	0.2
961222	15:18:54.38	24°27.70'	110°17.11'	6.45	3.02	.01	1.1	0.1
961222	15:20:11.46	24°22.33'	110°15.00'	4.06	2.00	.02	1.6	0.6

CÁLCULO DE MAGNITUD

La magnitud de los eventos localizados se calculó utilizando la expresión de Lee *et al.* (1972):

$$M_T = -0.87 + 2.0 \log(\tau) + 0.0035 \Delta$$

donde Δ es la distancia epicentral en kilómetros y τ es la duración de la señal en segundos, medida del inicio de la señal de la onda P hasta donde la amplitud de la señal se confunde con el ruido observado en el sismograma. Esta relación fue determinada para temblores de California y se usa en este trabajo por no existir una relación propia de la región.

RESULTADOS Y OBSERVACIONES

Durante estos dos meses de monitoreo sísmico se registró una cantidad importante de eventos, algunos de los cuales alcanzaron magnitudes ligeramente mayores a 3.0. De un conteo de eventos realizado directamente sobre los sismogramas, se observó que en promedio ocurren de 4 a 10 microsismos por día con magnitudes mayores o iguales a 1.0. Esta actividad sísmica es considerada como evidencia de la reactivación de lo que posiblemente sea la continuación hacia el Norte de la falla La Paz, segmento que se manifestó claramente en los temblores del 30 de Junio de 1995.

En la Figura 2 se muestra un mapa con la distribución geográfica de los epicentros determinados para los meses de noviembre y diciembre de 1996 (círculos vacíos), los cuales también se incluyen en la Tabla 3. Las magnitudes calculadas oscilan entre 1.5 y 3.3 grados, mientras que las profundidades focales varían de 1 a 15 km, aunque la gran mayoría de los temblores ocurrieron a profundidades de 4 a 13 Km. La distribución de epicentros define una zona de actividad localizada a lo largo del flanco oriental de la Isla Espíritu Santo, la cual tiene una longitud aproximada de 40 km y se extiende desde Punta Coyote hasta unos 10 km al norte de la Isla La Partida.

Tabla 3. Continuación

Fecha	T. de Origen hr:min:seg	Latitud	Longitud	Prof. km	Mag	RMS	ERH	ERZ
961223	11:16:10.09	24°23.73'	110°18.81'	5.82	2.10	.03	1.6	0.4
961225	00:52:14.47	23°44.12'	110°06.91'	11.96	1.87	.03	0.5	0.1
961225	15:58:28.61	24°20.06'	110°14.75'	1.54	1.96	.09	2.0	1.5
961226	03:09:57.62	24°39.90'	110°20.01'	0.50	1.76	.06	0.6	0.7
961226	23:06:18.20	24°26.16'	110°19.56'	4.83	2.11	.01	0.3	0.0
961227	04:20:41.80	24°27.73'	110°18.87'	5.80	2.97	.03	0.2	0.0
961227	06:58:54.60	24°25.82'	110°17.29'	6.94	1.90	.05	0.3	0.0
961227	10:27:39.32	24°20.00'	110°13.95'	1.50	2.88	.09	1.7	1.4
961228	23:17:22.13	24°05.45'	110°13.97'	6.77	1.78	.04	0.3	0.2
961229	00:26:19.87	24°19.80'	110°13.84'	0.89	2.33	.08	1.1	1.3
961229	05:01:03.96	24°22.79'	110°15.50'	6.62	2.02	.07	1.4	0.5
961230	06:37:07.49	24°20.58'	110°14.48'	2.00	1.90	.10	0.5	0.7
961230	17:04:52.64	24°20.33'	110°14.59'	2.00	2.51	.07	0.1	0.1
961230	17:08:03.31	24°22.15'	110°13.96'	3.00	2.39	.04	0.5	0.3
961230	21:11:15.81	24°24.73'	110°17.17'	6.54	1.62	.04	0.8	0.1

Con los datos registrados de septiembre a octubre de 1996, Munguía *et al.* (1997) se delimitaron claramente dos zonas de actividad importante, una localizada en el costado Este de la Isla Espíritu Santo y la otra hacia el Este de la ciudad de La Paz, al Noreste de la presa de La Buena Mujer. Con el objeto de examinar el proceso evolutivo de la actividad sísmica, en la Figura 2 se graficó la totalidad de epicentros determinados con la información registrada de septiembre a diciembre de 1996. En esa figura se observan claramente las dos zonas principales de actividad sísmica identificadas. Con el mismo propósito, en la Figura 3 se muestra el número de eventos registrados en cada una de las estaciones durante estos primeros cuatro meses de monitoreo. Para esto, en los sismogramas de cada estación se contabilizaron los microsismos originados a una distancia menor a 60 kilómetros del centro de la red. De este proceso se observó una mayor cantidad de eventos en las estaciones El Faro (EEF), Las Vinoramas (ELV2) y La Presa (ELP2), por ser las estaciones más cercanas a las dos zonas de actividad microsísmica importante. Se observó también que el nivel de actividad microsísmica local se mantuvo constante durante este período de noviembre a diciembre.

Para la interpretación adecuada de la Figura 3 es importante tomar en cuenta las siguientes observaciones: durante el mes de septiembre no se contó con una estación sismográfica en Las Vinoramas. En este sitio se instaló un instrumento hasta el 10 de octubre, lo que explica que en este mes

se reporte un número más bajo de eventos en comparación con los meses siguientes. En el mes de septiembre, la estación La Presa se ubicó en un área con mayor ruido de fondo y más lejos de la zona de actividad sísmica importante, registrándose así un menor número de eventos; el equipo de esta estación se recogió el 24 de septiembre para reparación y se instaló nuevamente el 6 de octubre en el sitio en que se encuentra actualmente.

En cuanto a la forma en que se registran los eventos en estas estaciones analógicas, los temblores de baja magnitud que ocurren en la vecindad de la Isla Espíritu Santo se registran con bastante claridad en la estación EEF, debido a su cercanía. Estos eventos, sin embargo, aún cuando se alcanzan a registrar bien en ELV2 y ELP2, ubicadas a mayor distancia, no se registran en las estaciones Costa Baja (ECB2) y Las Cruces (ELC), a pesar de

estar ubicadas a distancias más cortas de los epicentros que las dos estaciones anteriores. Cuando ocurre un sismo de magnitud similar hacia el Este de la ciudad de La Paz (segunda zona epicentral importante), éste se registra claramente en las estaciones ELV2 y ELP2, pobremente en ELC y EEF y no alcanza a registrarse en ECB2. Posiblemente este fenómeno pueda atribuirse al tipo de roca que constituye la región de La Paz, a la posición relativa de las estaciones sismográficas respecto al mecanismo de la fuente y a la atenuación de la señal sísmica en su trayectoria hacia la estación. La estación EEF se encuentra sobre un conglomerado que descansa sobre un afloramiento granítico; ELC registra sobre roca granítica; ELV2 sobre granito y aluvión; ECB2 sobre toba volcánica y conglomerado; y ELP2 sobre tonalita y granito.

En noviembre y diciembre de 1996 RESIPAZ registró algunas secuencias o enjambres sísmicos, siendo el de mayor relevancia el ocurrido los días 11 y 12 de diciembre, con 24 eventos de magnitudes entre 1 y 2.9. Otras secuencias de microsismos ocurrieron en las siguientes fechas: 4 y 5 de noviembre, con 24 eventos de magnitud menor a 1 hasta 2.4 grados, en menos de 24 horas; 25 y 26 de Noviembre, con 33 eventos de magnitud menor a 1 hasta 2 en alrededor de 36 horas; 1 de diciembre, compuesto de 19 eventos de magnitud entre 1 y 2 en menos de 24 horas; y 11 y 12 de diciembre, para el cual se contaron 17 eventos con magnitud entre 1 y 2.8 en 24 horas.

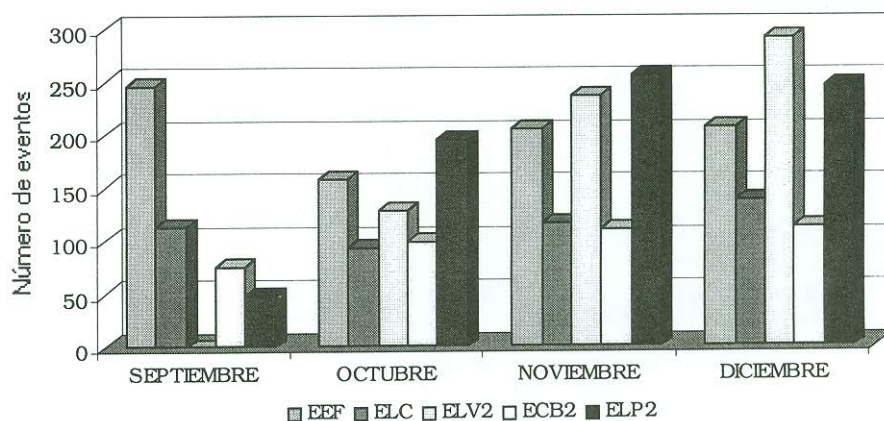


Figura 3. Número de eventos registrados por estación durante el período de septiembre a diciembre de 1996.

Durante este bimestre se registró también actividad sísmica regional. En este caso no se hizo ningún intento por tratar de localizar los epicentros debido al orden de distancia y a la reducida cobertura de la red. La mayoría de estos eventos regionales proceden de la parte central del Golfo de California, especialmente del Norte de la Cuenca de Pescadero (localización geográfica estimada por el Servicio Geológico de los Estados Unidos).

AGRADECIMIENTOS

Este es un proyecto interinstitucional entre centros SEP-CONACYT. Como tal, se lleva a cabo con los recursos y facilidades proporcionadas por el CICESE y por el CIBNOR. Se reconoce ampliamente a las autoridades de estas instituciones por el apoyo otorgado al proyecto. Se agradece también la colaboración de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, por hacer posible la participación de Sergio Mayer-Geraldo en el proyecto. Nuestro reconocimiento a Armando Trasviña Castro del CICESE en B.C.S., por el apoyo en general que nos ha proporcionado, y a Javier Gaitán Morán, de la U.A.B.C.S., por poner a nuestra disposición una unidad de transporte cuando fué necesario. Se agradece a Antonio González Fernández por la revisión del manuscrito; sus comentarios fueron de utilidad para mejorar el texto.

REFERENCIAS

- Fabriol, H., Delgado-Argote, L. A., Dañobeitia, J. J., Córdoba, D., González, A., García-Abdeslem, J., Bartolomé, R. and Martín-Atienza, B. Backscattering and geophysical features of volcanic rifts offshore Santa Rosalia, Baja California Sur, Gulf of California, Mexico, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* (sometido, 1997).
- Lee, W. H. K. and J. C. Lahr, 1975. HYP071 (Revised): A computer program for determining hypocenter magnitude, and first motion pattern of focal earthquakes. U. S. Geological Survey, Open-File Report 75-311.
- Lee, W. H. K., Bennett, R. E., and Meagher, K. L., 1972. A method of estimating magnitude of local earthquakes from signal duration. U. S. Geological Survey, Open-File Report 28.
- Munguía-Orozco L., Gaitán-Morán J., Wong-Ortega V. y Mayer-Geraldo S., 1992. Microsismicidad en la zona norte de la falla La Paz, Baja California Sur, México. *Geofísica Internacional*, V. 31, No. 3, pp. 279-287.
- Munguía-Orozco L., 1995. El temblor de La Paz, Baja California Sur, del 30 de Junio de 1995. Informe Técnico, CICESE.
- Munguía-Orozco L., Valdéz-López T., Navarro-Sánchez M., Cruz-Falcón A. y Mayer-Geraldo S., 1997. Red Sísmica Temporal de La Paz B.C.S. *Boletín de Información Sísmica* (Septiembre - Octubre de 1996). *GEOS, Época II* Vol. 17 No.1, pp. 23-28. Marzo de 1997.