APÉNDICE 1. CATÁLOGO DE REGISTROS INTERPRETADOS - RAB

EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
CÓRDOBA - QUINDÍO	**25/01/1999**	**COLEGIO SAN BARTOLOMÉ**	**E-O**

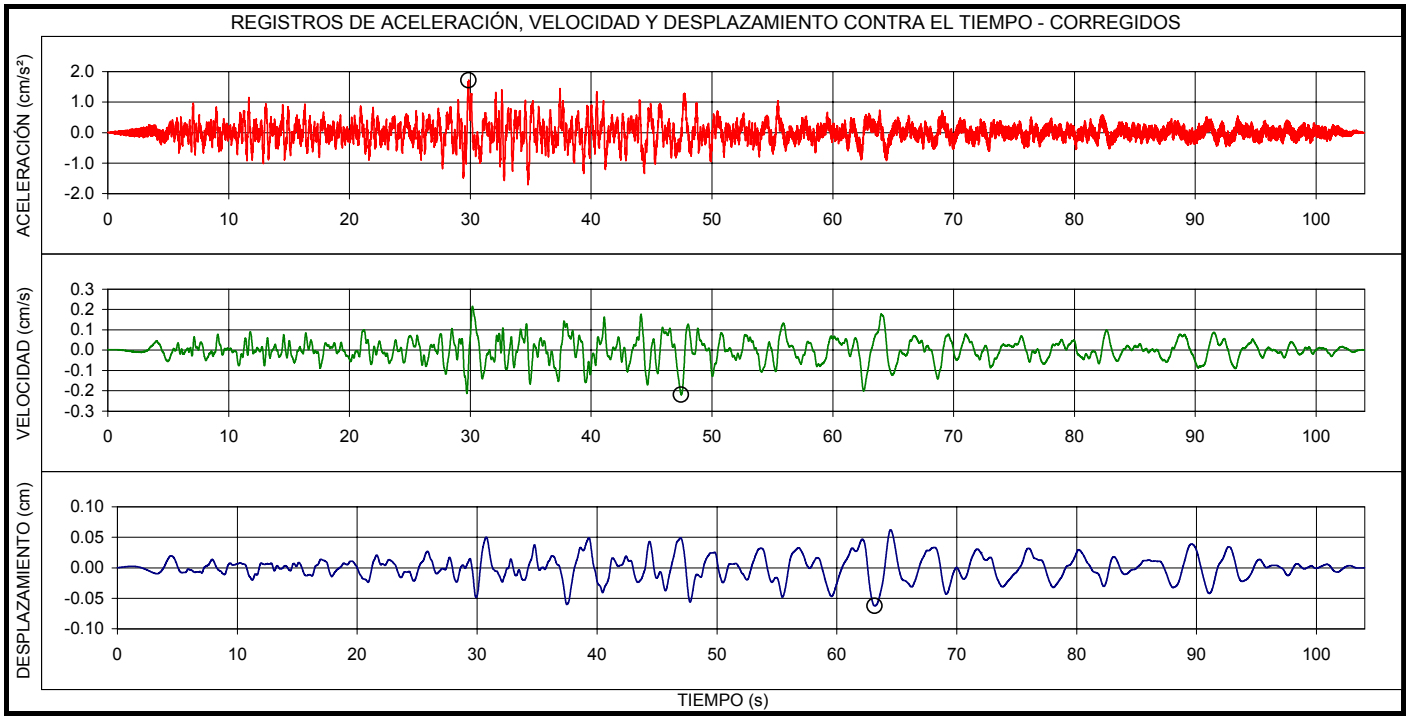
LOCALIZACION EPICENTRO: CÓRDOBA - QUINDÍO
HORA: 18:19

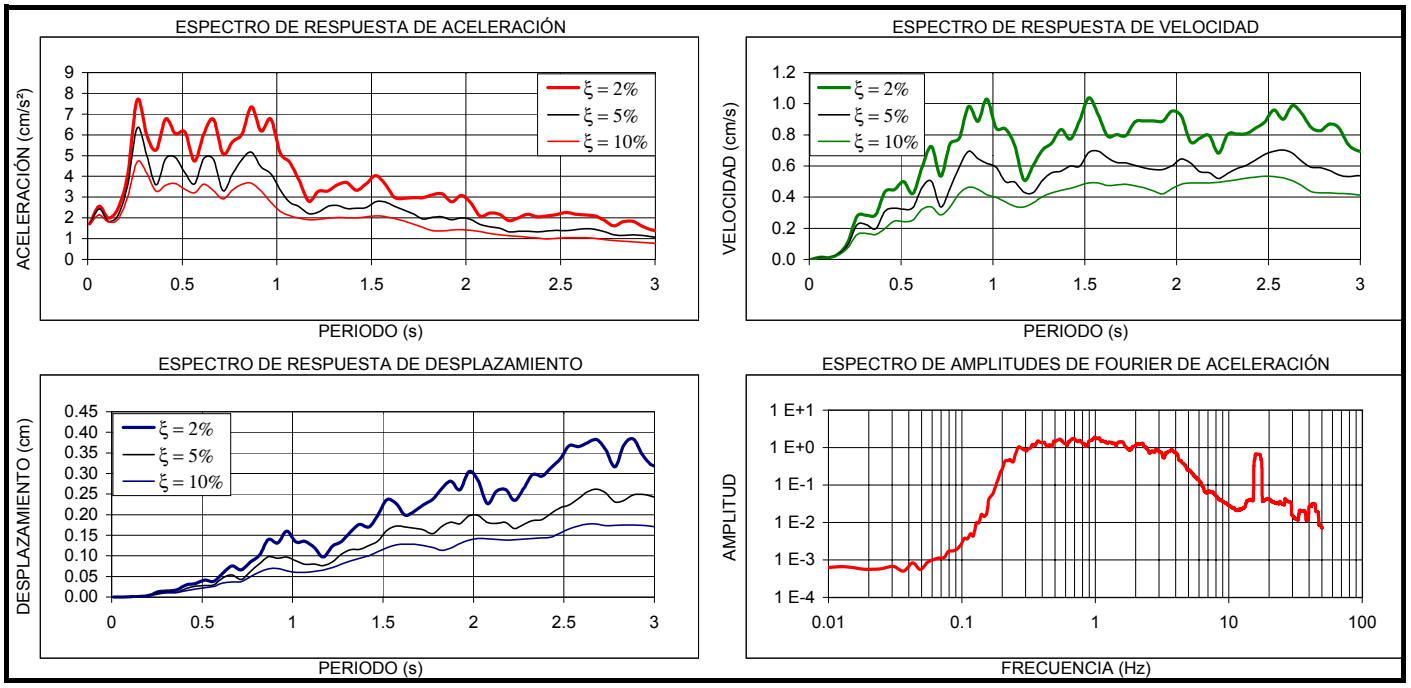
LATITUD: 4.44°N	LONGITUD: -75.71°E	LATITUD: 4.62°N	LONGITUD: -74.06°E
PROFUNDIDAD: 0 Km	FASE INTENSA: 76.5 s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 6.2	INTENSIDAD ARIAS: 0.02 cm/s	GEOLOGIA: ROCA	TOPOGRAFIA: ONDULADA
ARCHVO: CBART001.EVT	CANAL DE REGISTRO: 1	EPICENTRO: 184 Km	HIPOCENTRO: 184 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 1		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	

ESTACION DE REGISTRO: COLEGIO SAN BARTOLOMÉ
CODIGO: CBART

PROCESAMIENTO: FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz

VALORES MÁXIMOS: Amax = 1.72 cm/s², t = 29.86 s Vmax = 0.22 cm/s, t = 47.46 s Dmax = 0.06 cm, t = 63.17 s





EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
CÓRDOBA - QUINDÍO	**25/01/1999**	**COLEGIO SAN BARTOLOMÉ**	**VERTICAL**

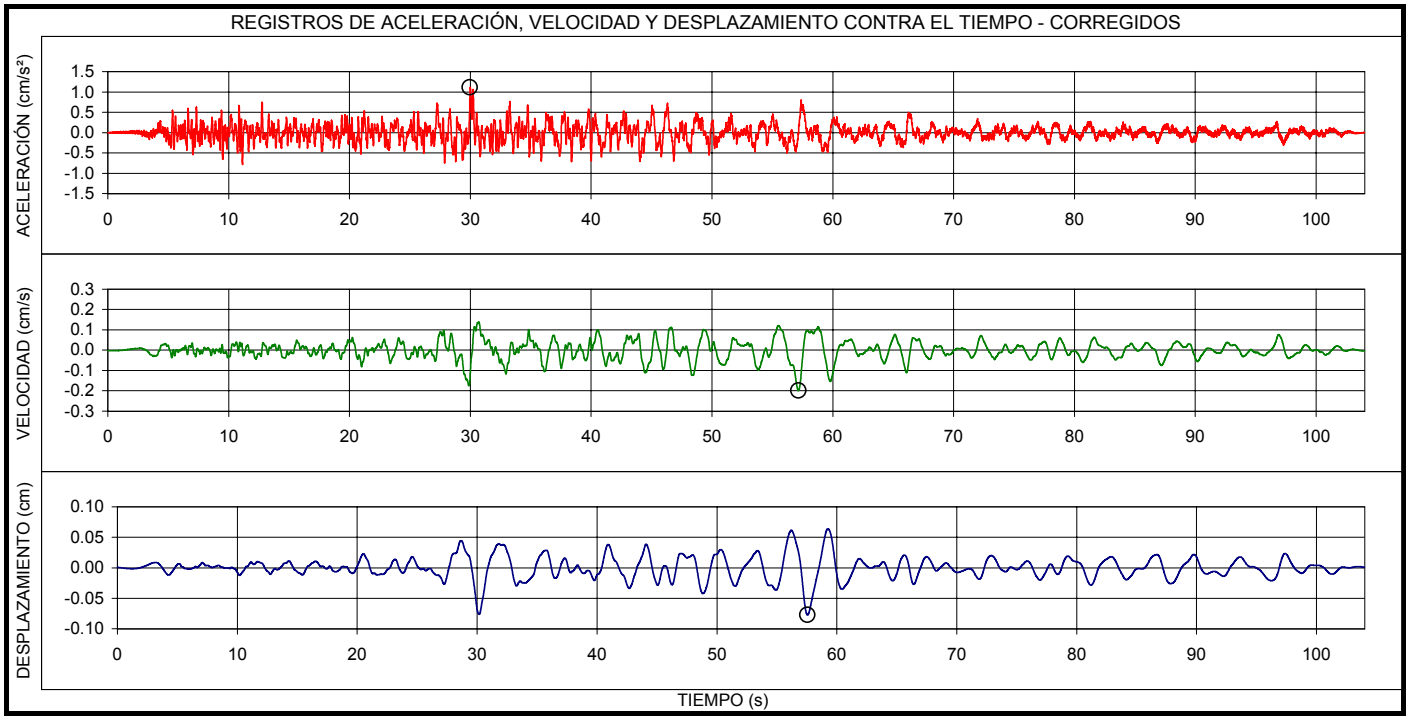
LOCALIZACION EPICENTRO: CÓRDOBA - QUINDÍO
HORA: 18:19

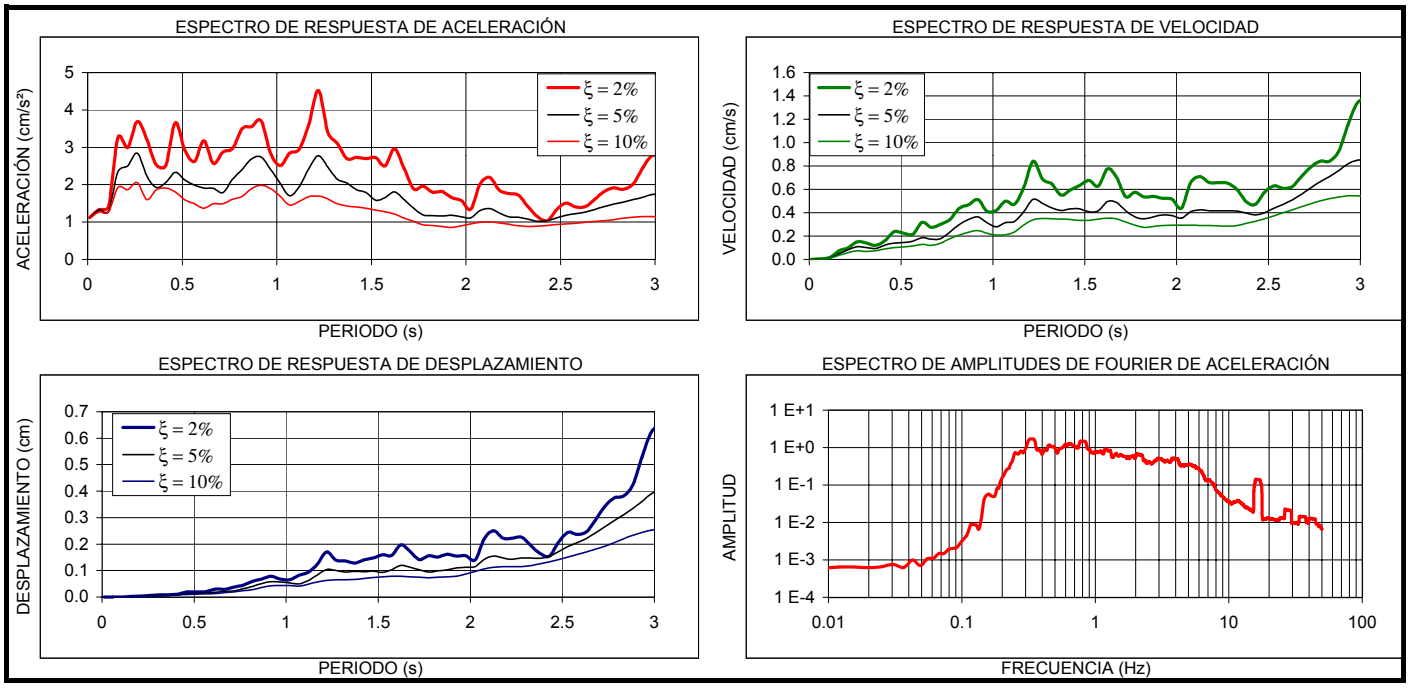
LATITUD: 4.44°N	LONGITUD: -75.71°E	LATITUD: 4.62°N	LONGITUD: -74.06°E
PROFUNDIDAD: 0 Km	FASE INTENSA: 71.9 s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 6.2	INTENSIDAD ARIAS: 7.0E-3 cm/s	GEOLOGIA: ROCA	TOPOGRAFIA: ONDULADA
ARCHVO: CBART001.EVT	CANAL DE REGISTRO: 2	EPICENTRO: 184 Km	HIPOCENTRO: 184 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 1		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	

ESTACION DE REGISTRO: COLEGIO SAN BARTOLOMÉ
CODIGO: CBART

PROCESAMIENTO: FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz

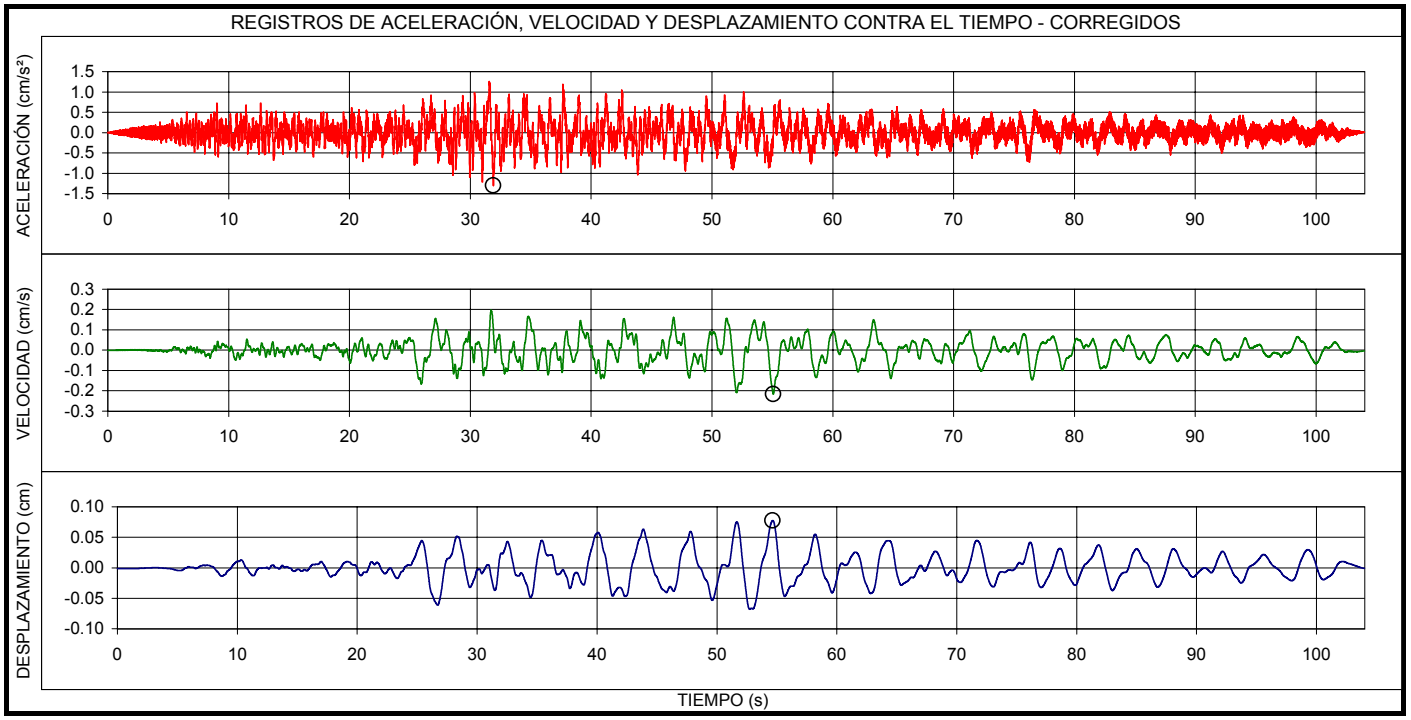
VALORES MÁXIMOS: Amax = 1.11 cm/s², t = 29.99 s Vmax = 0.20 cm/s, t = 57.17 s Dmax = 0.08 cm, t = 57.56 s

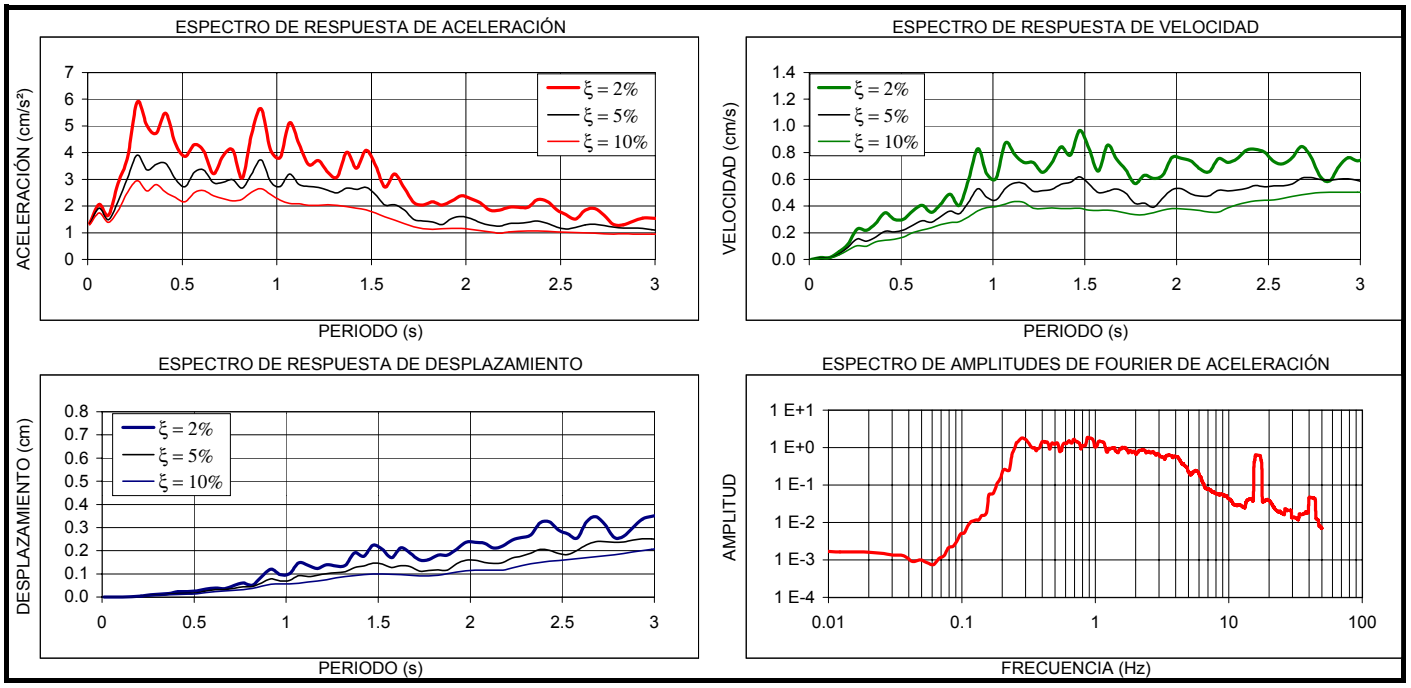




EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
CÓRDOBA - QUINDÍO	**25/01/1999**	**COLEGIO SAN BARTOLOMÉ**	**N-S**

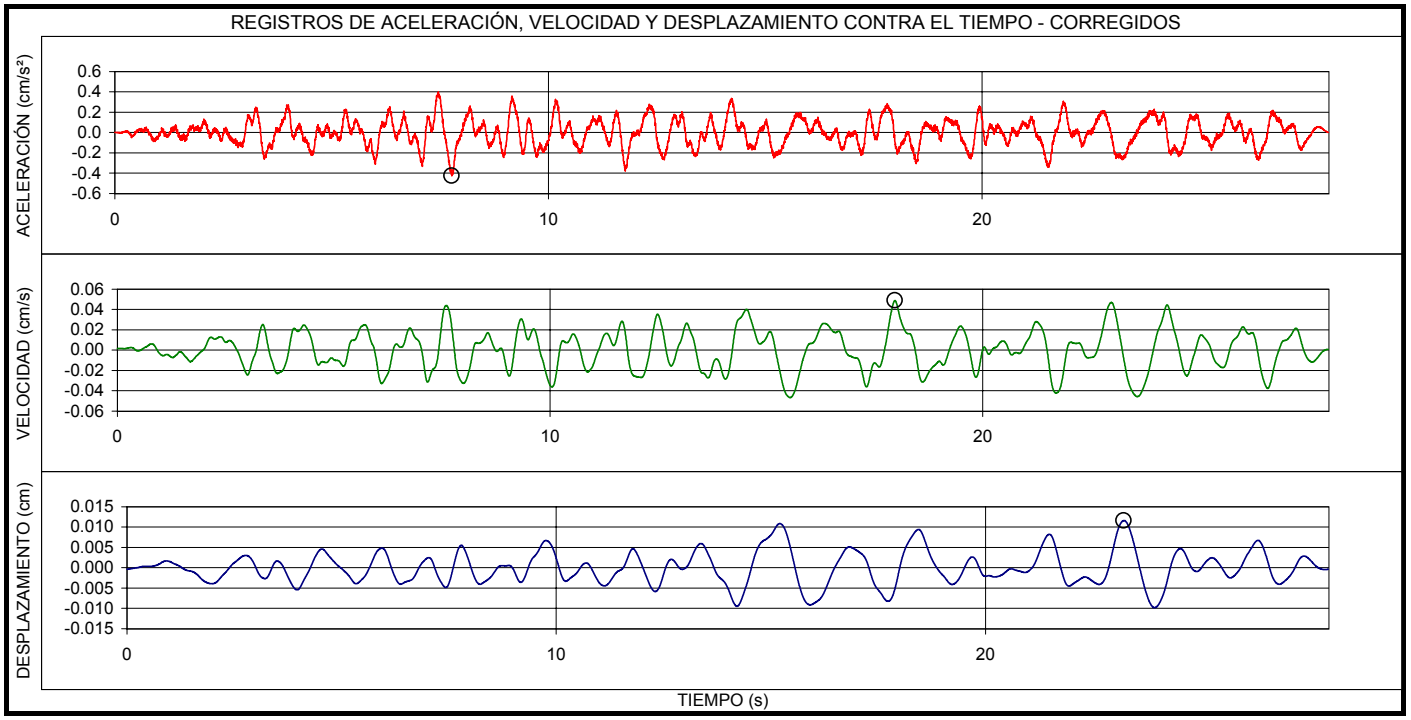
LOCALIZACION EPICENTRO: CÓRDOBA - QUINDÍO HORA: 18:19		ESTACION DE REGISTRO: COLEGIO SAN BARTOLOMÉ CODIGO: CBART	
LATITUD: 4.44°N	LONGITUD: -75.71°E	LATITUD: 4.62°N	LONGITUD: -74.06°E
PROFUNDIDAD: 0 Km	FASE INTENSA: 76. s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 6.2	INTENSIDAD ARIAS: 0.01 cm/s	GEOLOGIA: ROCA	TOPOGRAFIA: ONDULADA
ARCHVO: CBART001.EVT	CANAL DE REGISTRO: 3	EPICENTRO: 184 Km	HIPOCENTRO: 184 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 1		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	
PROCESAMIENTO:	FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz		
VALORES MÁXIMOS:	Amax = 1.30 cm/s², t = 31.91 s	Vmax = 0.22 cm/s, t = 55.08 s	Dmax = 0.08 cm, t = 54.66 s

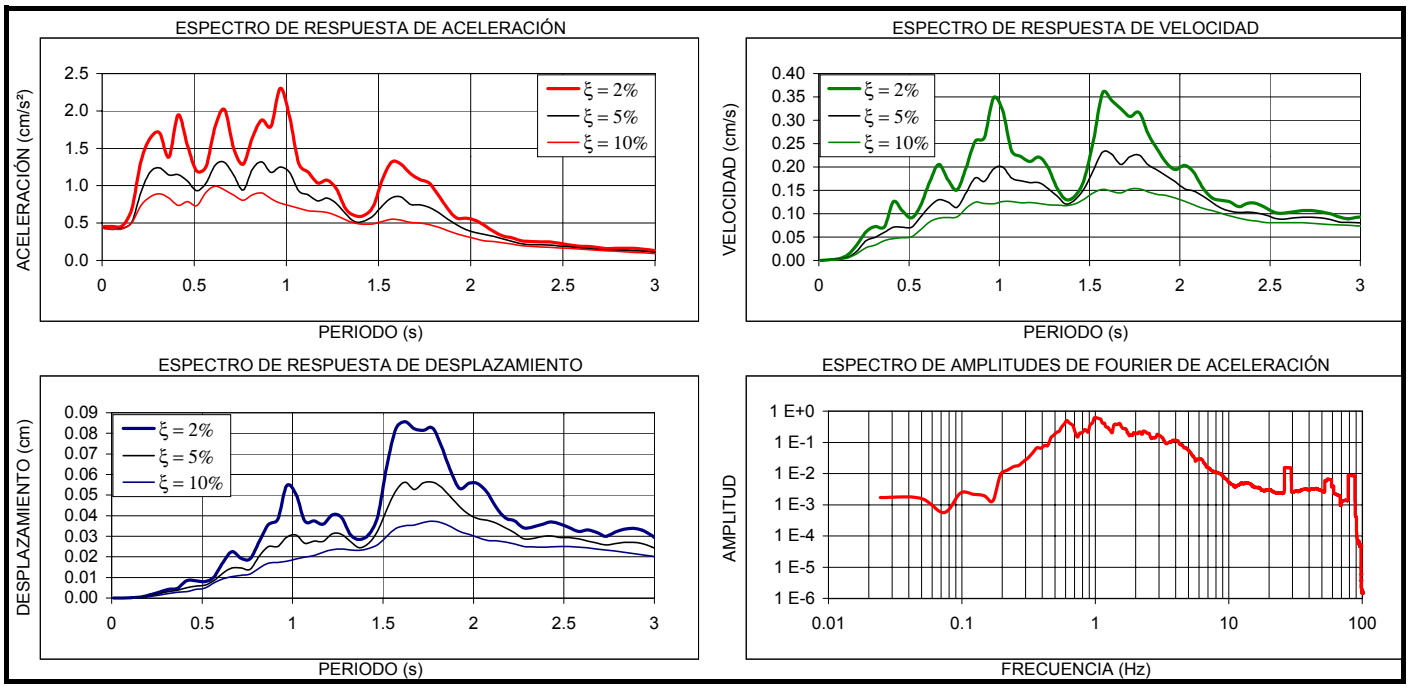




EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
CÓRDOBA - QUINDÍO	**25/01/1999**	**COLEGIO SAN BARTOLOMÉ**	**E-O**

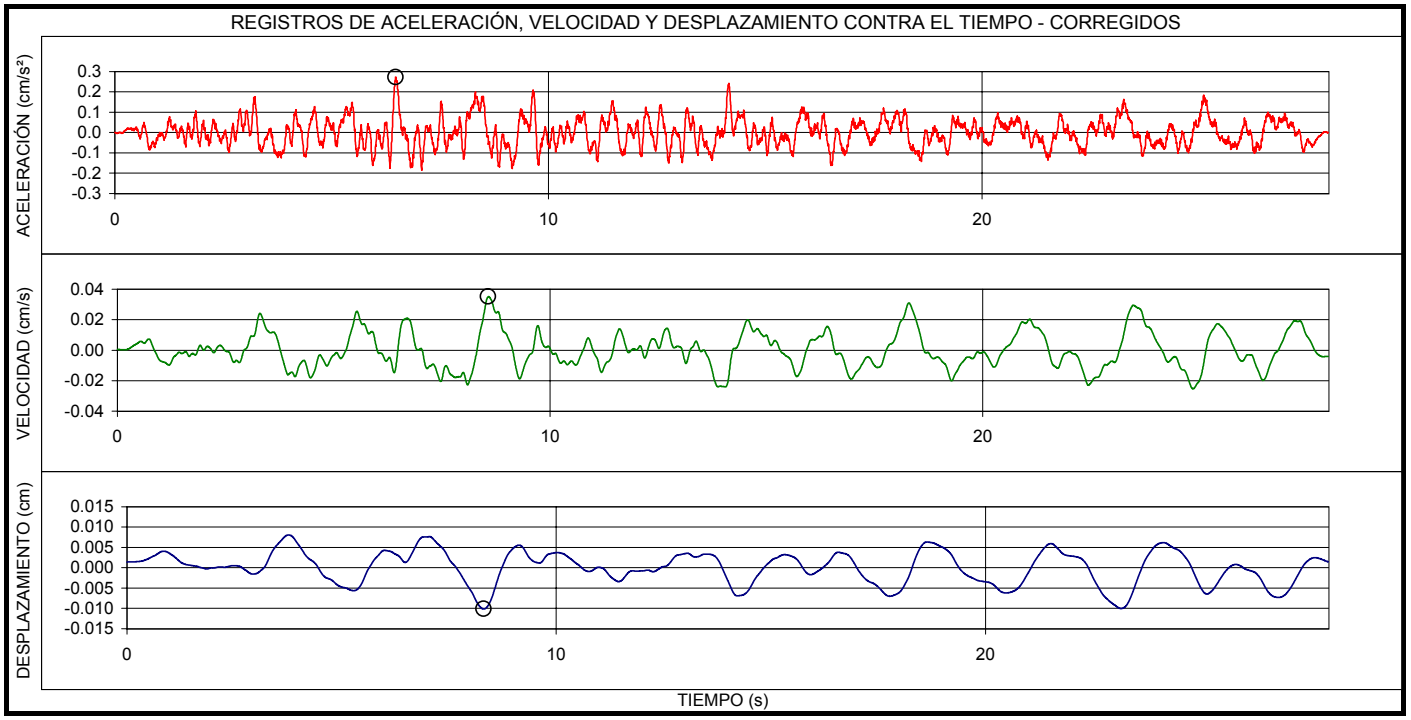
LOCALIZACION EPICENTRO: CÓRDOBA - QUINDÍO HORA: 22:04		ESTACION DE REGISTRO: COLEGIO SAN BARTOLOMÉ CODIGO: CBART	
LATITUD: 4.41°N	LONGITUD: -75.73°E	LATITUD: 4.62°N	LONGITUD: -74.06°E
PROFUNDIDAD: 0 Km	FASE INTENSA: 22.7 s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 5.4	INTENSIDAD ARIAS: 7.5E-4 cm/s	GEOLOGIA: ROCA	TOPOGRAFIA: ONDULADA
ARCHVO: CBART002.EVT	CANAL DE REGISTRO: 1	EPICENTRO: 187 Km	HIPOCENTRO: 187 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 1		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	
PROCESAMIENTO:	FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz		
VALORES MÁXIMOS:	Amax = 0.42 cm/s², t = 7.77 s	Vmax = 0.05 cm/s, t = 17.97 s	Dmax = 0.01 cm, t = 23.22 s

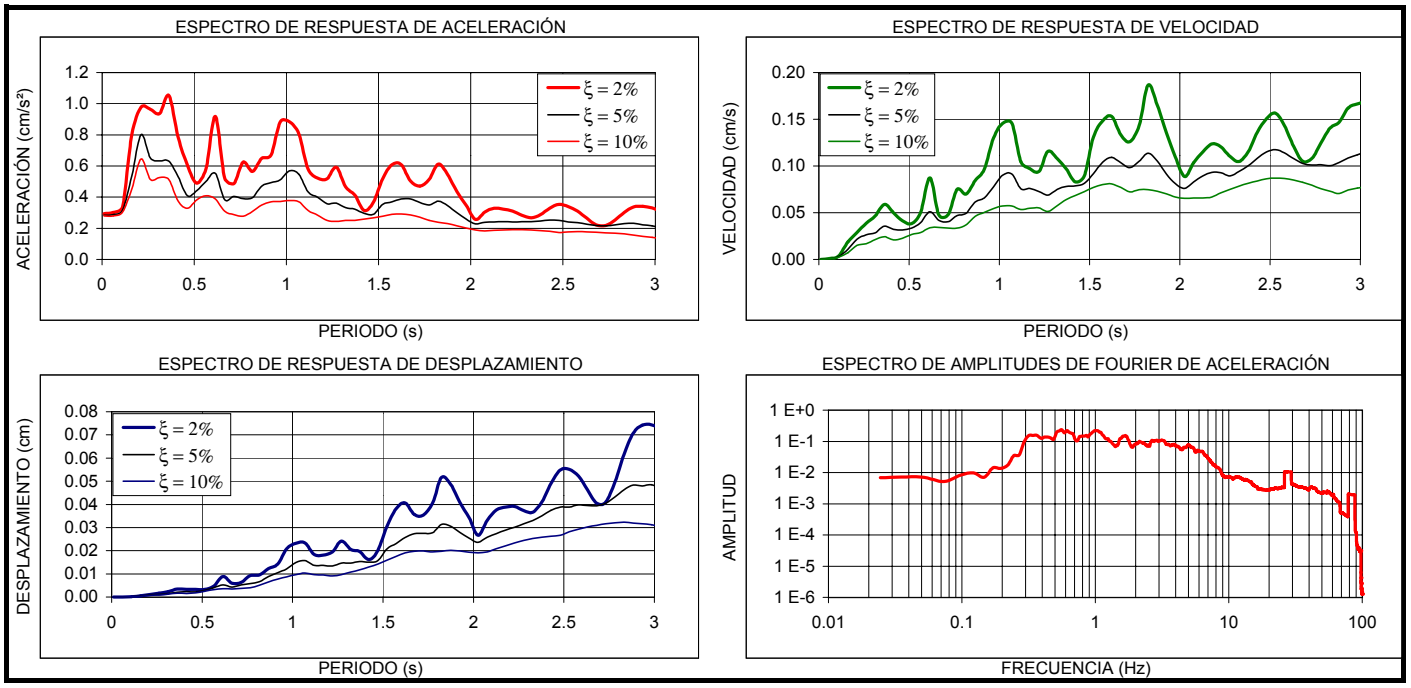




EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
CÓRDOBA - QUINDÍO	**25/01/1999**	**COLEGIO SAN BARTOLOMÉ**	**VERTICAL**

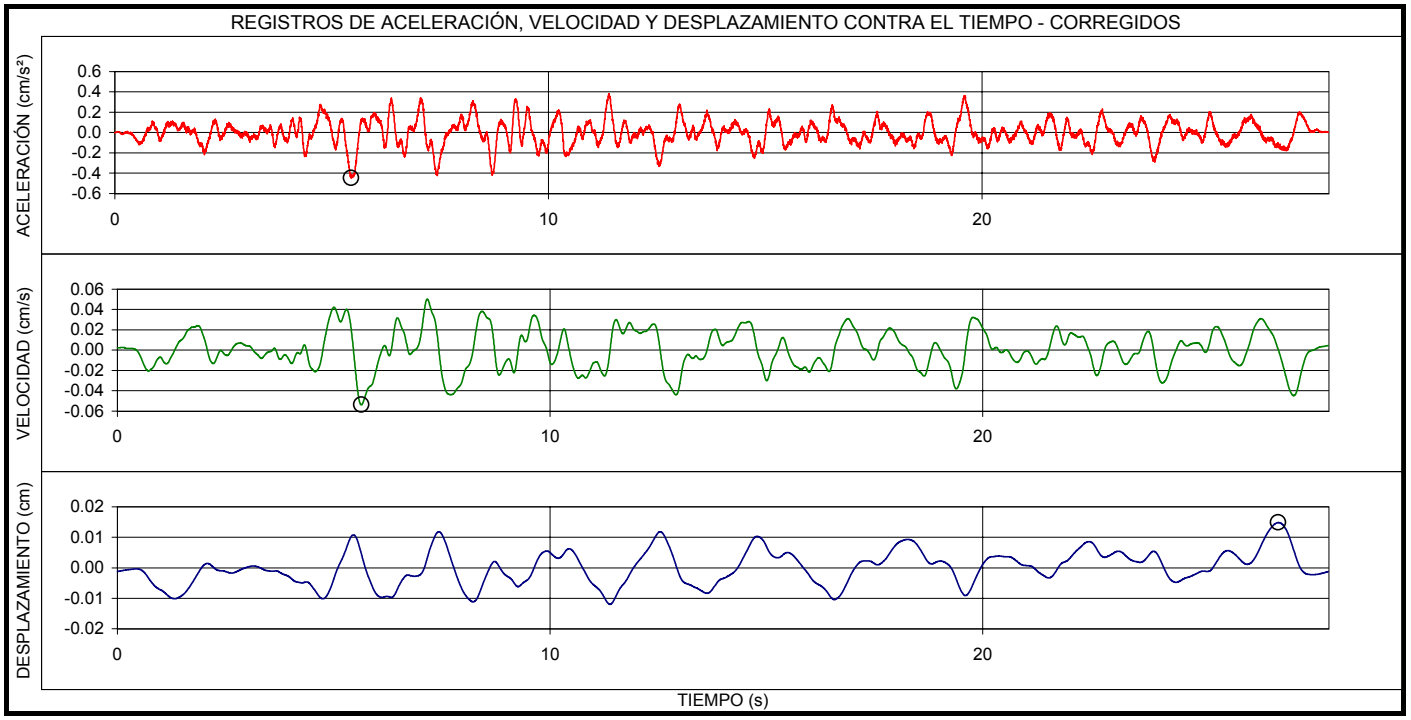
LOCALIZACION EPICENTRO: CÓRDOBA - QUINDÍO HORA: 22:04		ESTACION DE REGISTRO: COLEGIO SAN BARTOLOMÉ CODIGO: CBART	
LATITUD: 4.41°N	LONGITUD: -75.73°E	LATITUD: 4.62°N	LONGITUD: -74.06°E
PROFUNDIDAD: 0 Km	FASE INTENSA: 22.8 s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 5.4	INTENSIDAD ARIAS: 2.1E-4 cm/s	GEOLOGIA: ROCA	TOPOGRAFIA: ONDULADA
ARCHVO: CBART002.EVT	CANAL DE REGISTRO: 2	EPICENTRO: 187 Km	HIPOCENTRO: 187 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 1		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	
PROCESAMIENTO:	FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz		
VALORES MÁXIMOS:	Amax = 0.27 cm/s², t = 6.48 s	Vmax = 0.04 cm/s, t = 8.57 s	Dmax = 0.01 cm, t = 8.31 s

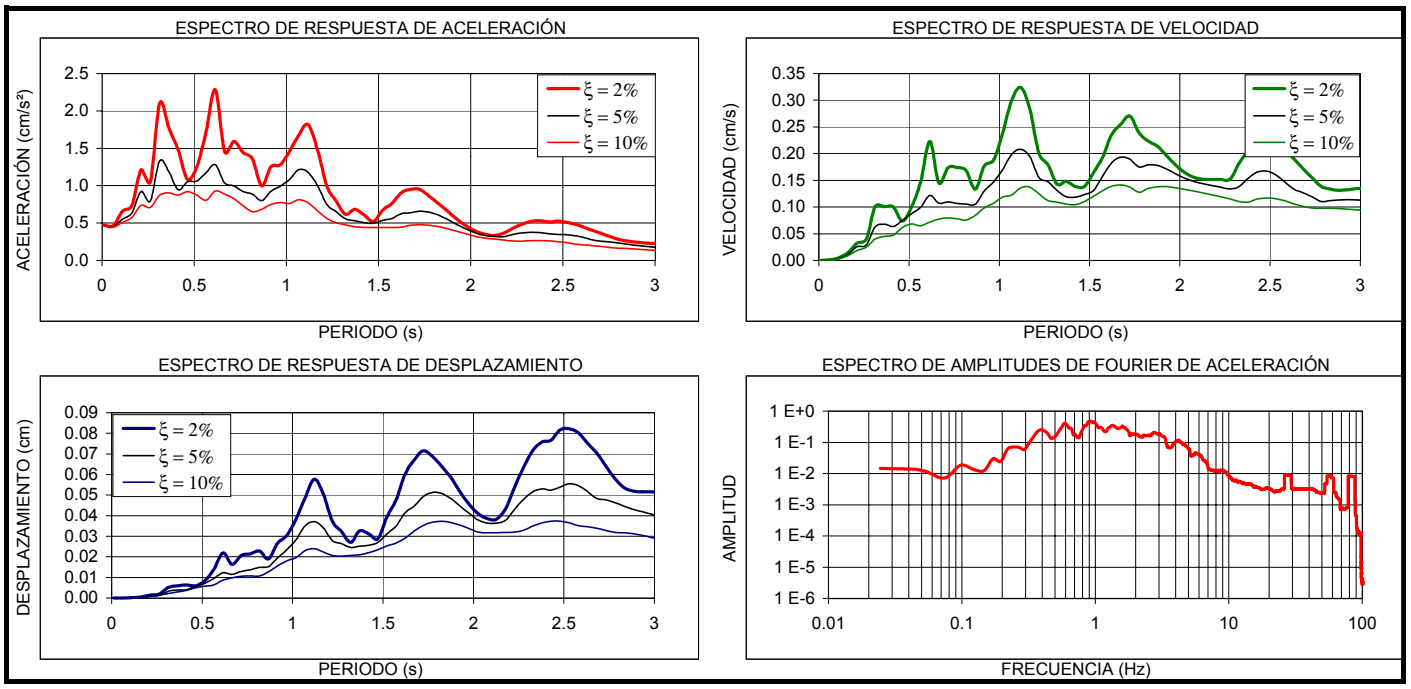




EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
CÓRDOBA - QUINDÍO	**25/01/1999**	**COLEGIO SAN BARTOLOMÉ**	**N-S**

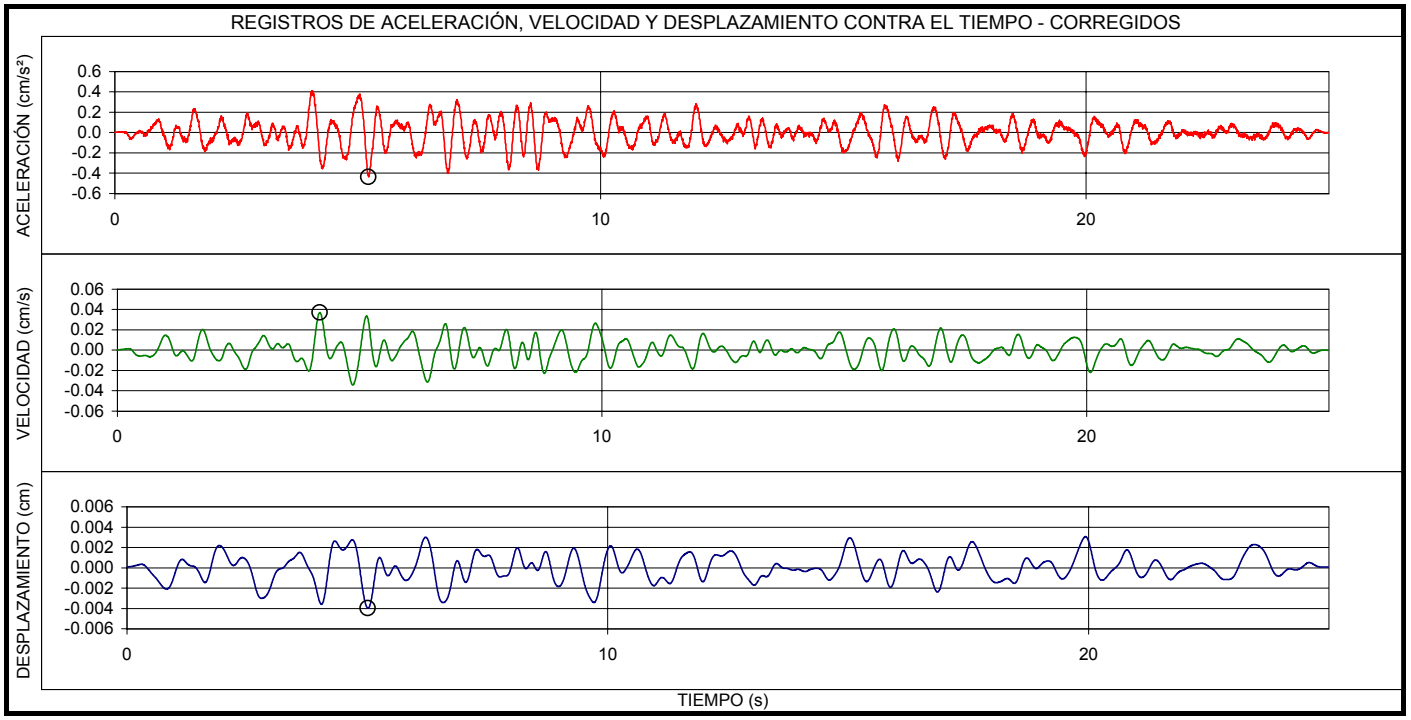
LOCALIZACION EPICENTRO: CÓRDOBA - QUINDÍO HORA: 22:04		ESTACION DE REGISTRO: COLEGIO SAN BARTOLOMÉ CODIGO: CBART	
LATITUD: 4.41°N	LONGITUD: -75.73°E	LATITUD: 4.62°N	LONGITUD: -74.06°E
PROFUNDIDAD: 0 Km	FASE INTENSA: 21.9 s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 5.4	INTENSIDAD ARIAS: 1.6E-4 cm/s	GEOLOGIA: ROCA	TOPOGRAFIA: ONDULADA
ARCHVO: CBART002.EVT	CANAL DE REGISTRO: 3	EPICENTRO: 187 Km	HIPOCENTRO: 187 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 1		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	
PROCESAMIENTO:	FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz		
VALORES MÁXIMOS:	Amax = 0.44 cm/s², t = 5.45 s	Vmax = 0.05 cm/s, t = 5.64 s	Dmax = 0.01 cm, t = 26.83 s

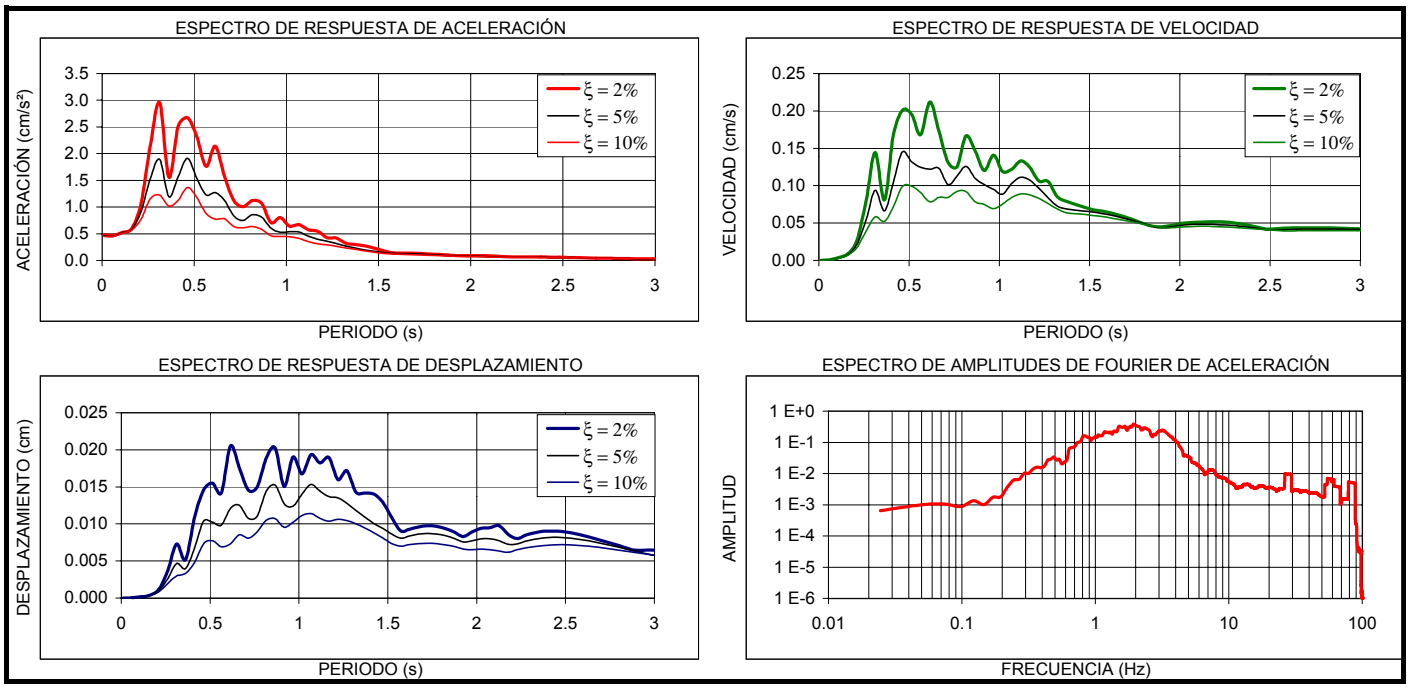




EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
NDO B/MANGA-SANTANDER	**14/04/1999**	**COLEGIO SAN BARTOLOMÉ**	**E-O**

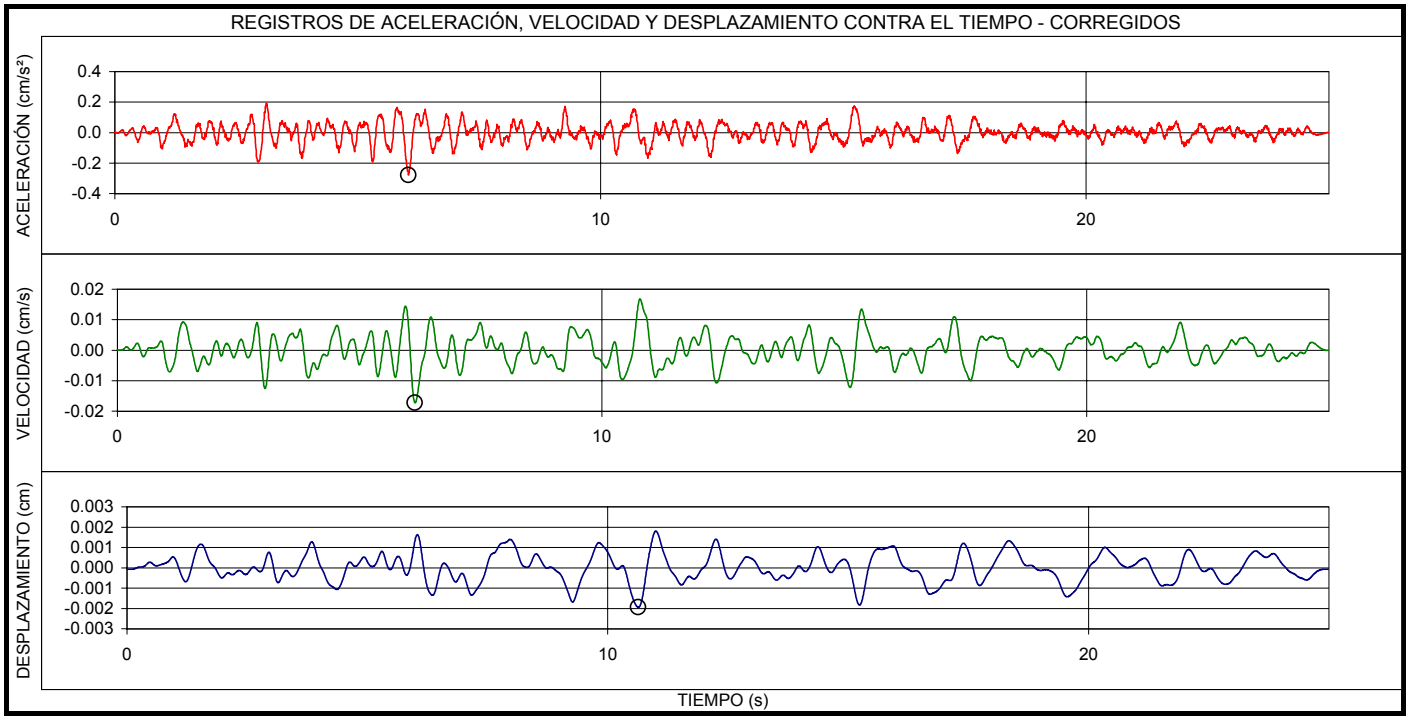
LOCALIZACION EPICENTRO: NDO B/MANGA-SANTANDER HORA: 07:26		ESTACION DE REGISTRO: COLEGIO SAN BARTOLOMÉ CODIGO: CBART	
LATITUD: 6.82°N	LONGITUD: -73.14°E	LATITUD: 4.62°N	LONGITUD: -74.06°E
PROFUNDIDAD: 170 Km	FASE INTENSA: 17.7 s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 6.1	INTENSIDAD ARIAS: 5.9E-4 cm/s	GEOLOGIA: ROCA	TOPOGRAFIA: ONDULADA
ARCHVO: CBART003.EVT	CANAL DE REGISTRO: 1	EPICENTRO: 265 Km	HIPOCENTRO: 315 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 1		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	
PROCESAMIENTO:	FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz		
VALORES MÁXIMOS:	Amax = 0.44 cm/s², t = 5.22 s	Vmax = 0.04 cm/s, t = 4.18 s	Dmax = 0.004 cm, t = 5.01 s

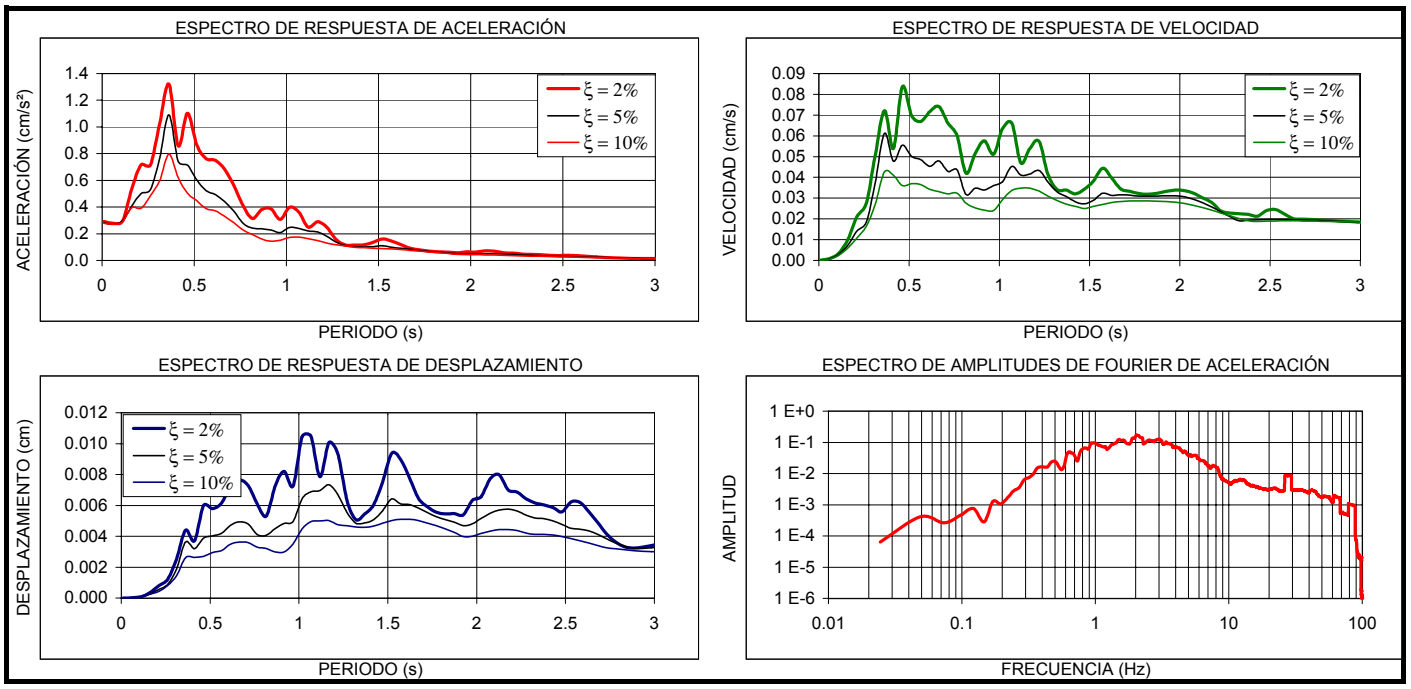




EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
NDO B/MANGA-SANTANDER	**14/04/1999**	**COLEGIO SAN BARTOLOMÉ**	**VERTICAL**

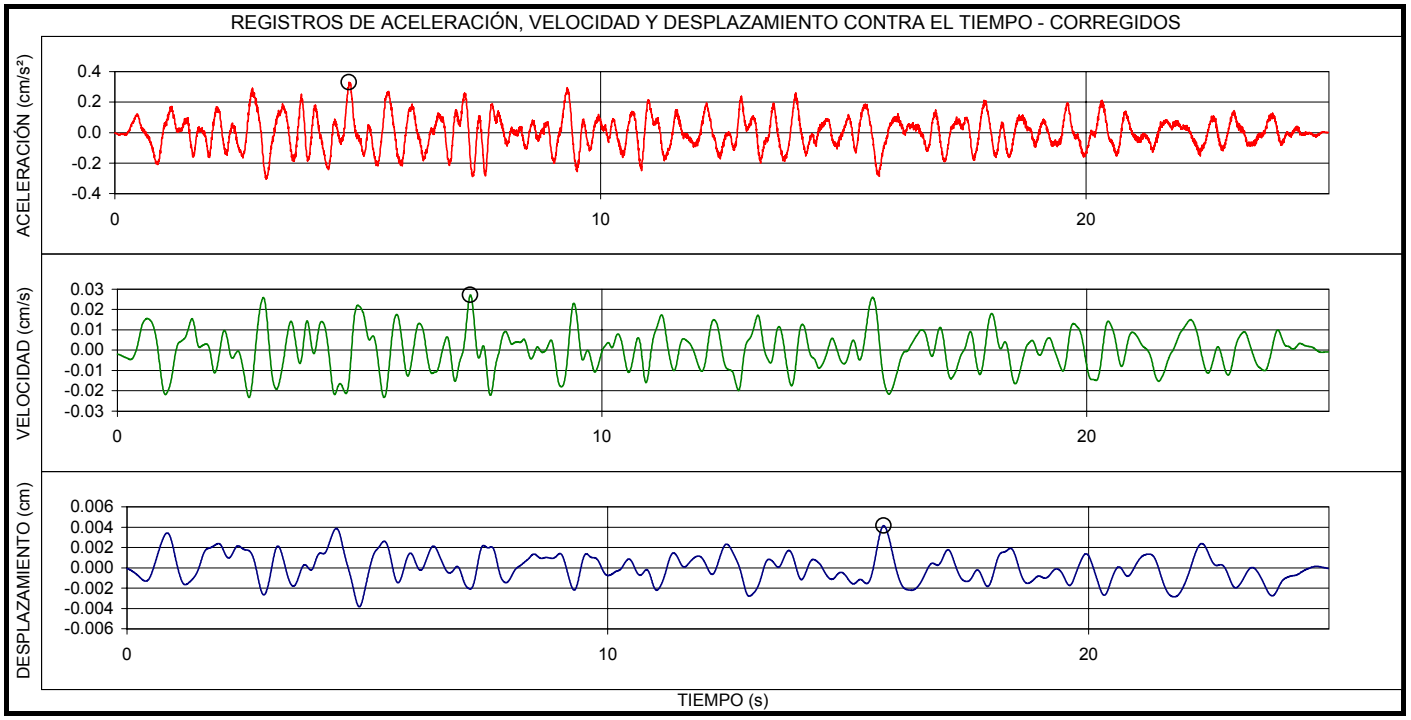
LOCALIZACION EPICENTRO: NDO B/MANGA-SANTANDER HORA: 07:26		ESTACION DE REGISTRO: COLEGIO SAN BARTOLOMÉ CODIGO: CBART	
LATITUD: 6.82°N	LONGITUD: -73.14°E	LATITUD: 4.62°N	LONGITUD: -74.06°E
PROFUNDIDAD: 170 Km	FASE INTENSA: 19.3 s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 6.1	INTENSIDAD ARIAS: 1.4E-4 cm/s	GEOLOGIA: ROCA	TOPOGRAFIA: ONDULADA
ARCHVO: CBART003.EVT	CANAL DE REGISTRO: 2	EPICENTRO: 265 Km	HIPOCENTRO: 315 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 1		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	
PROCESAMIENTO:	FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz		
VALORES MÁXIMOS:	Amax = 0.28 cm/s², t = 6.05 s	Vmax = 0.02 cm/s, t = 6.14 s	Dmax = 0.002 cm, t = 10.63 s

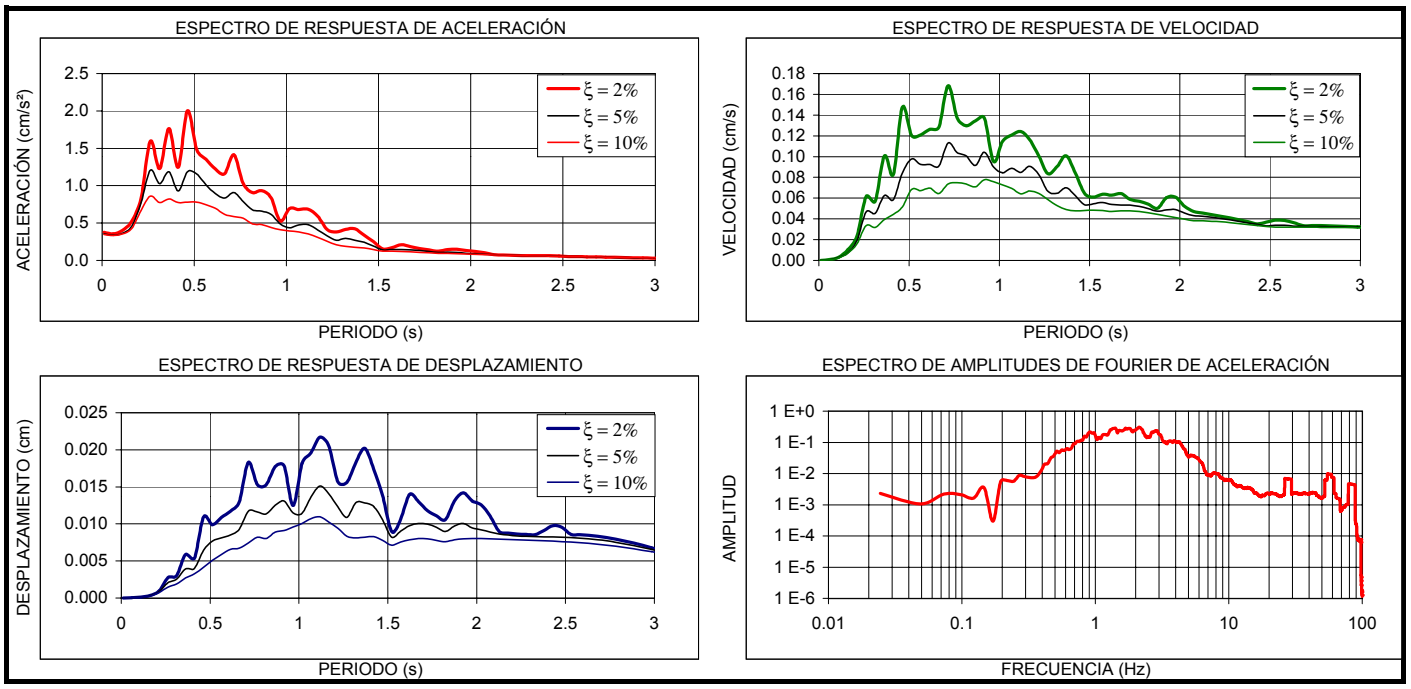




EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
NDO B/MANGA-SANTANDER	**14/04/1999**	**COLEGIO SAN BARTOLOMÉ**	**N-S**

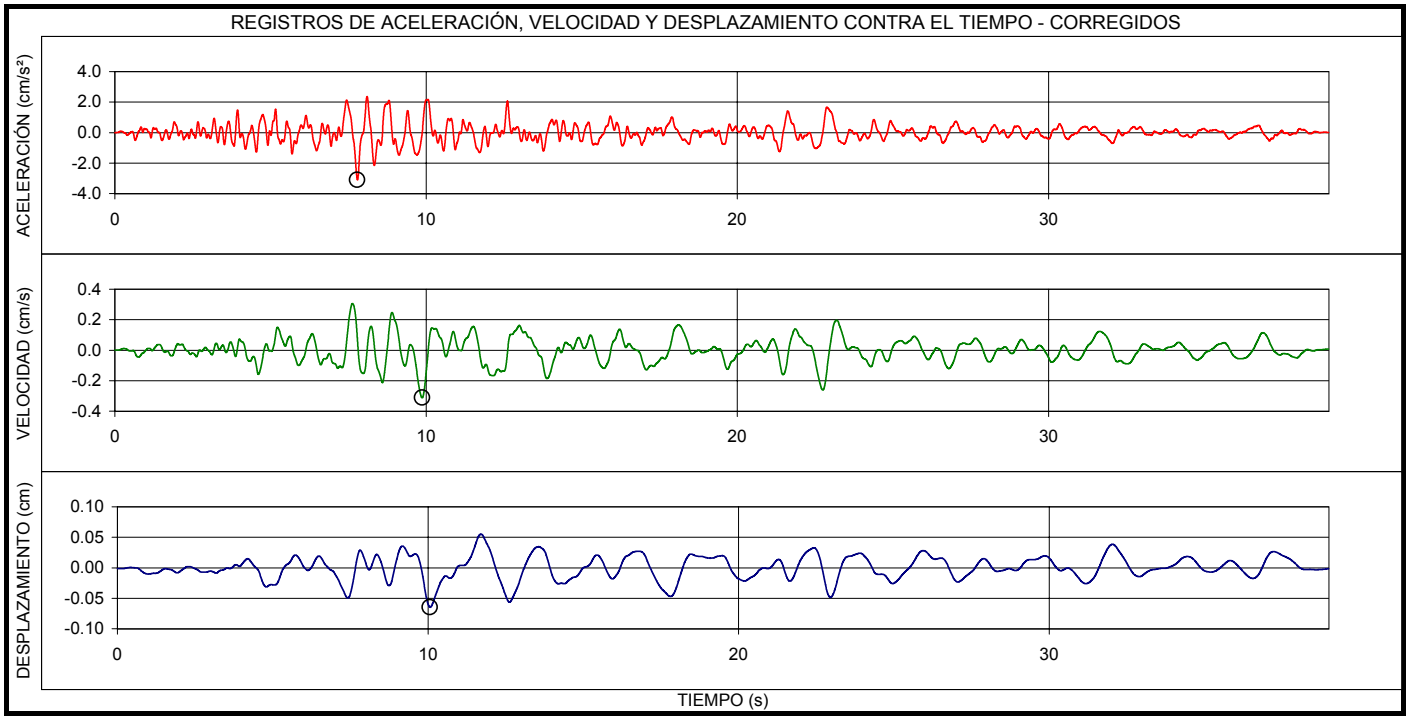
LOCALIZACION EPICENTRO: NDO B/MANGA-SANTANDER HORA: 07:26		ESTACION DE REGISTRO: COLEGIO SAN BARTOLOMÉ CODIGO: CBART	
LATITUD: 6.82°N	LONGITUD: -73.14°E	LATITUD: 4.62°N	LONGITUD: -74.06°E
PROFUNDIDAD: 170 Km	FASE INTENSA: 19.8 s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 6.1	INTENSIDAD ARIAS: 4.4E-4 cm/s	GEOLOGIA: ROCA	TOPOGRAFIA: ONDULADA
ARCHVO: CBART003.EVT	CANAL DE REGISTRO: 3	EPICENTRO: 265 Km	HIPOCENTRO: 315 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 1		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	
PROCESAMIENTO:	FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz		
VALORES MÁXIMOS:	Amax = 0.33 cm/s², t = 4.82 s	Vmax = 0.03 cm/s, t = 7.28 s	Dmax = 0.004 cm, t = 15.74 s

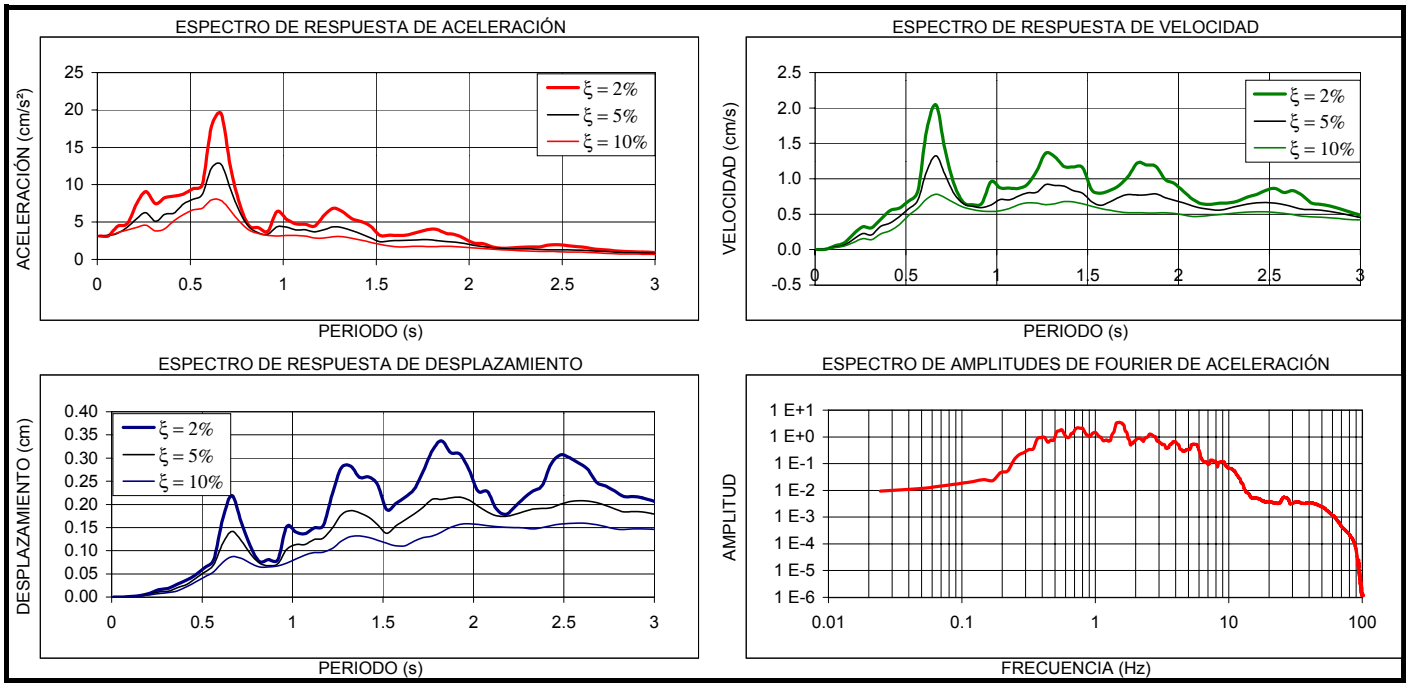




EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
GUAYABETAL - CUNDINA.	**01/06/1999**	**ESCUELA DE INGENIERÍA**	**E-O**

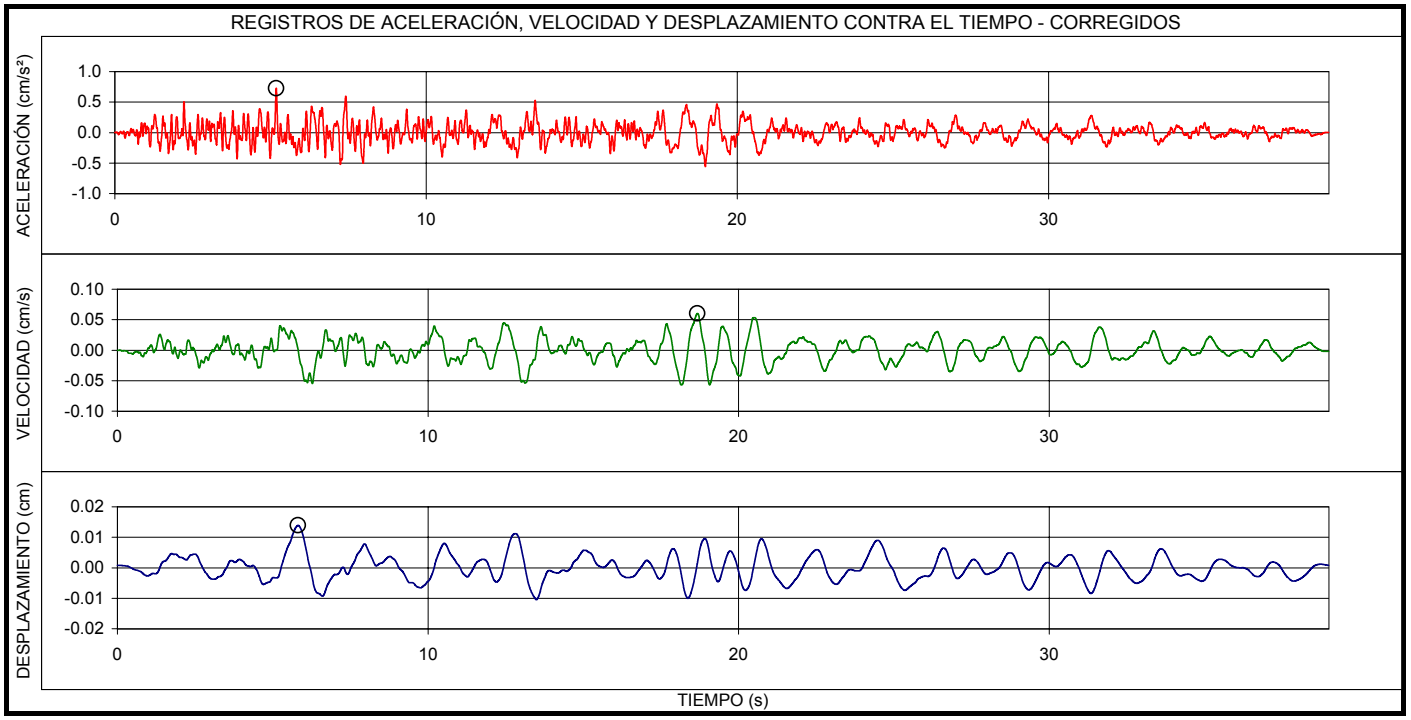
LOCALIZACION EPICENTRO: GUAYABETAL - CUNDINA. HORA: 21:42		ESTACION DE REGISTRO: ESCUELA DE INGENIERÍA CODIGO: CEING	
LATITUD: 4.29°N	LONGITUD: -73.73°E	LATITUD: 4.78°N	LONGITUD: -74.05°E
PROFUNDIDAD: 0 Km	FASE INTENSA: 25.7 s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 5.2	INTENSIDAD ARIAS: 0.02 cm/s	GEOLOGIA: SUELO	TOPOGRAFIA: PLANA
ARCHVO: CEING001.EVT	CANAL DE REGISTRO: 1	EPICENTRO: 65 Km	HIPOCENTRO: 65 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 2		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	
PROCESAMIENTO:	FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz		
VALORES MÁXIMOS:	Amax = 3.10 cm/s², t = 7.79 s	Vmax = 0.31 cm/s, t = 9.87 s	Dmax = 0.06 cm, t = 10.07 s

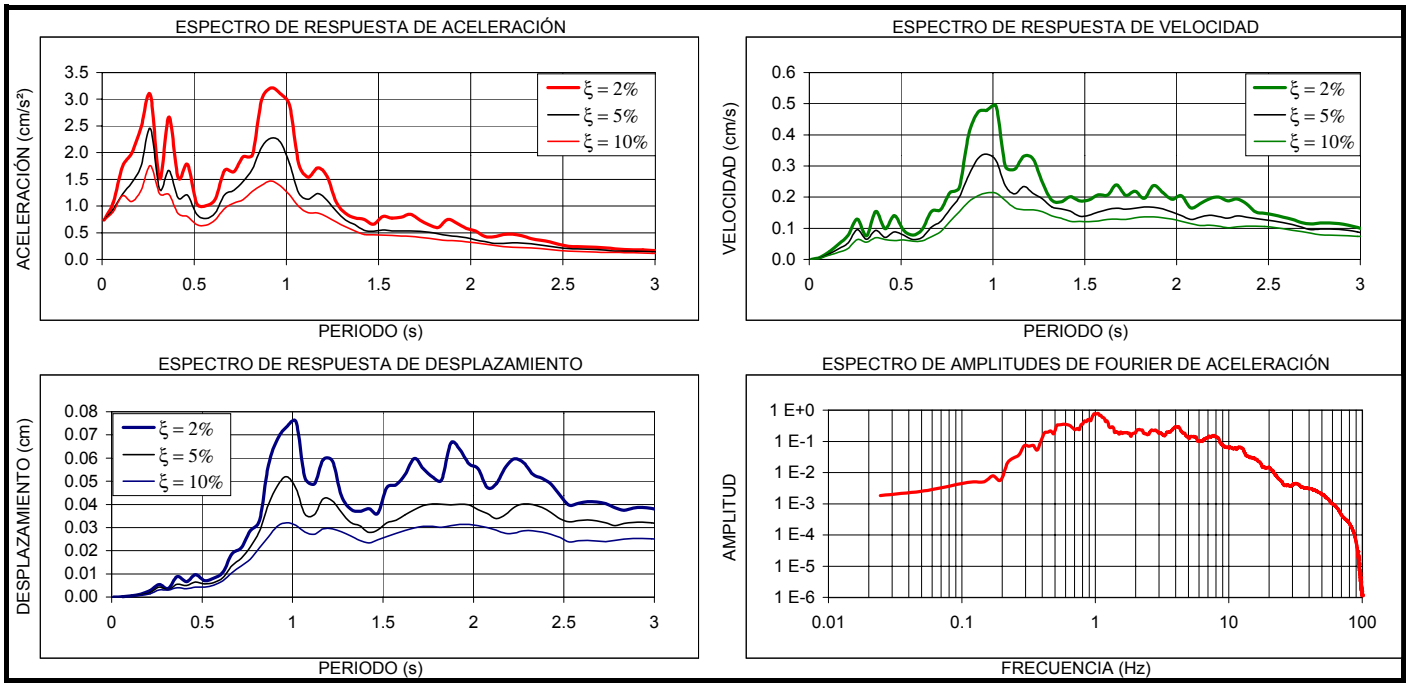




EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
GUAYABETAL - CUNDINA.	**01/06/1999**	**ESCUELA DE INGENIERÍA**	**VERTICAL**

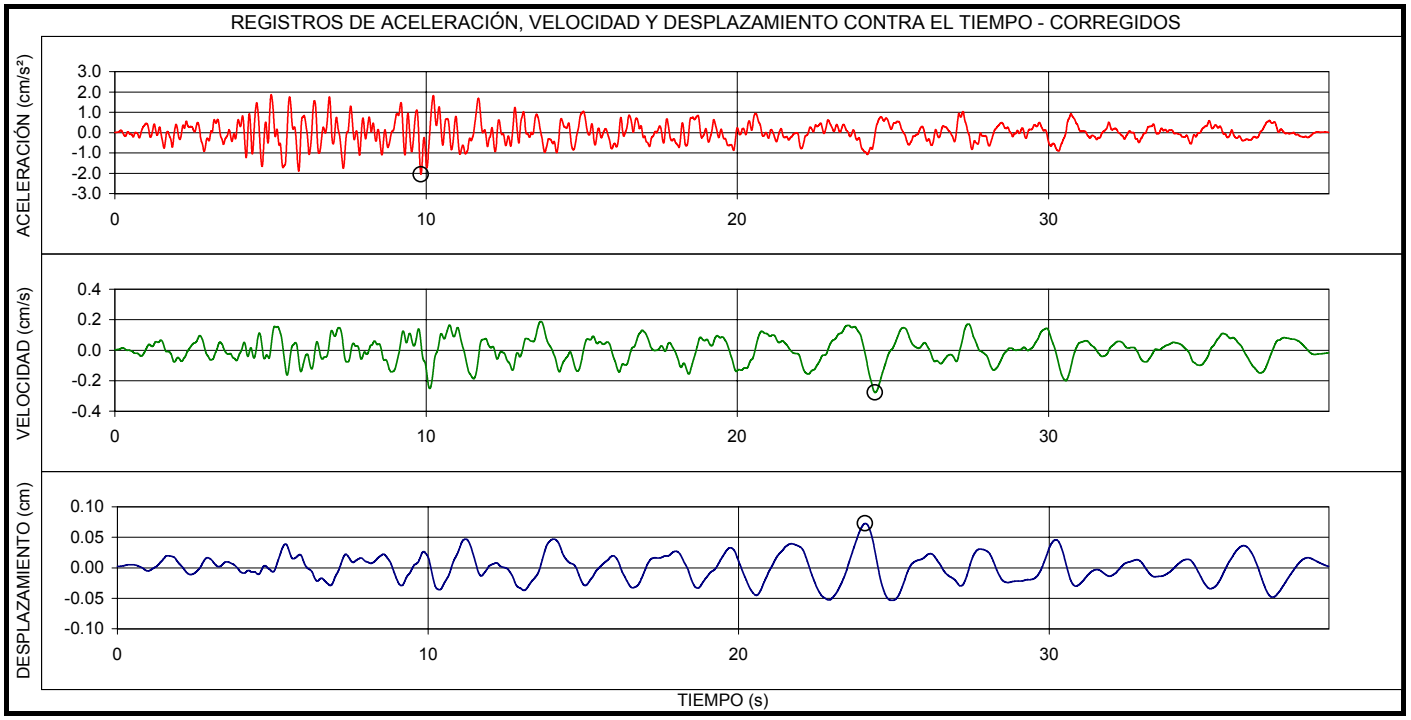
LOCALIZACION EPICENTRO: GUAYABETAL - CUNDINA. HORA: 21:42		ESTACION DE REGISTRO: ESCUELA DE INGENIERÍA CODIGO: CEING	
LATITUD: 4.29°N	LONGITUD: -73.73°E	LATITUD: 4.78°N	LONGITUD: -74.05°E
PROFUNDIDAD: 0 Km	FASE INTENSA: 29.5 s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 5.2	INTENSIDAD ARIAS: 1.4E-3 cm/s	GEOLOGIA: SUELO	TOPOGRAFIA: PLANA
ARCHVO: CEING001.EVT	CANAL DE REGISTRO: 2	EPICENTRO: 65 Km	HIPOCENTRO: 65 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 2		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	
PROCESAMIENTO:	FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz		
VALORES MÁXIMOS:	Amax = 0.72 cm/s², t = 5.19 s	Vmax = 0.06 cm/s, t = 18.68 s	Dmax = 0.01 cm, t = 5.82 s

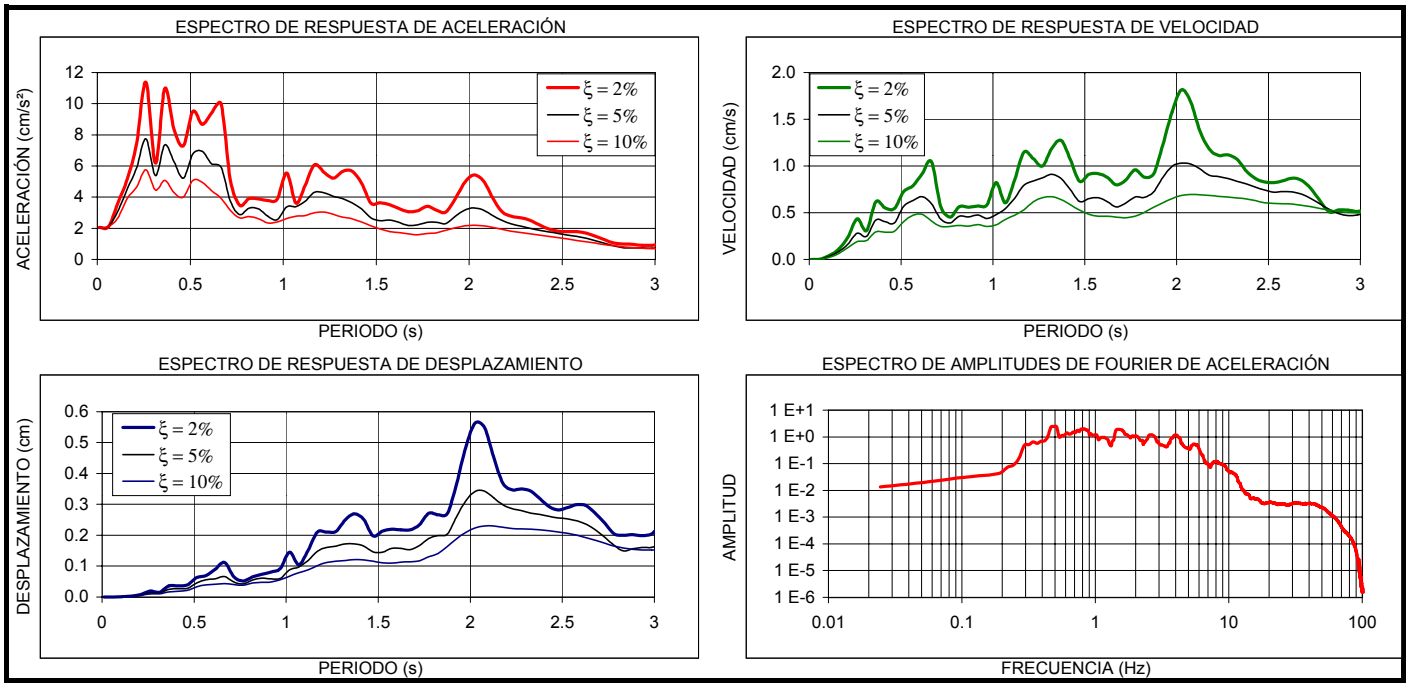




EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
GUAYABETAL - CUNDINA.	**01/06/1999**	**ESCUELA DE INGENIERÍA**	**N-S**

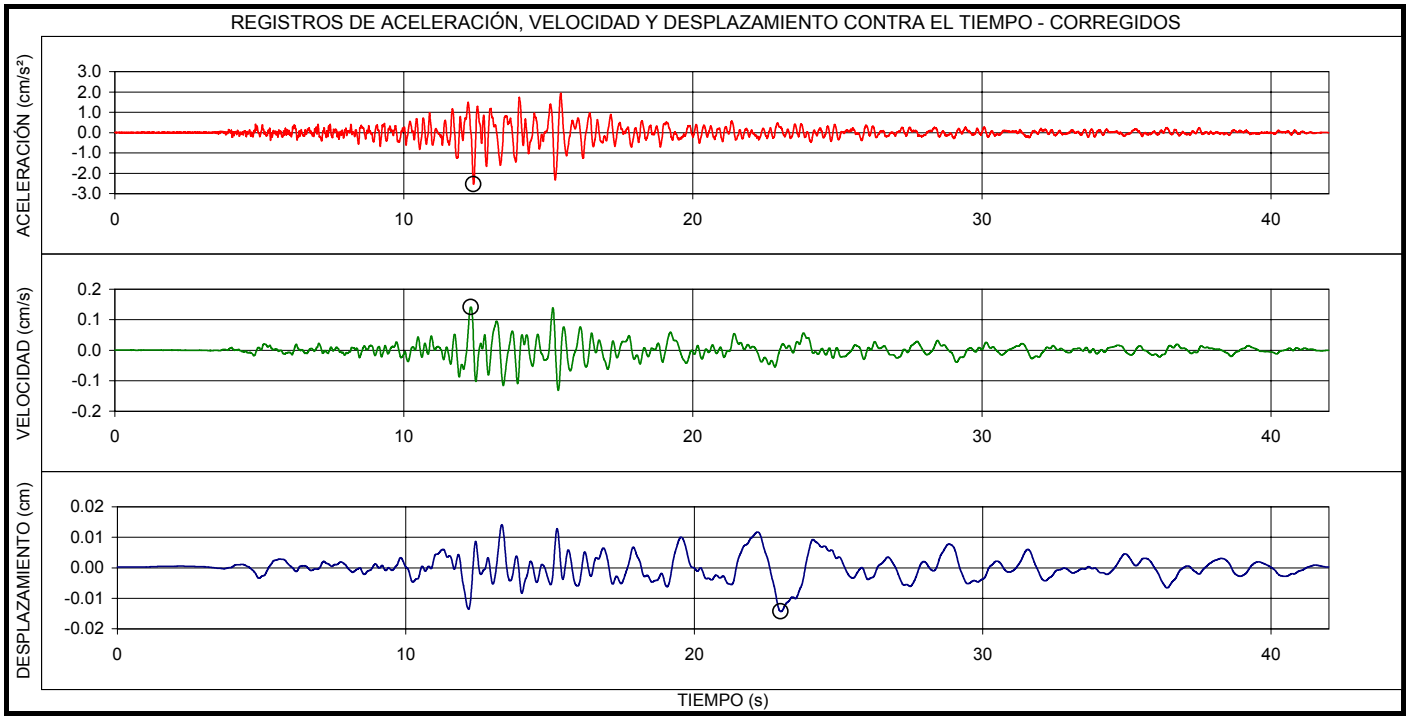
LOCALIZACION EPICENTRO: GUAYABETAL - CUNDINA. HORA: 21:42		ESTACION DE REGISTRO: ESCUELA DE INGENIERÍA CODIGO: CEING	
LATITUD: 4.29°N	LONGITUD: -73.73°E	LATITUD: 4.78°N	LONGITUD: -74.05°E
PROFUNDIDAD: 0 Km	FASE INTENSA: 27.3 s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 5.2	INTENSIDAD ARIAS: 0.02 cm/s	GEOLOGIA: SUELO	TOPOGRAFIA: PLANA
ARCHVO: CEING001.EVT	CANAL DE REGISTRO: 3	EPICENTRO: 65 Km	HIPOCENTRO: 65 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 2		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	
PROCESAMIENTO:	FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz		
VALORES MÁXIMOS:	Amax = 2.05 cm/s², t = 9.83 s	Vmax = 0.28 cm/s, t = 24.43 s	Dmax = 0.07 cm, t = 24.08 s

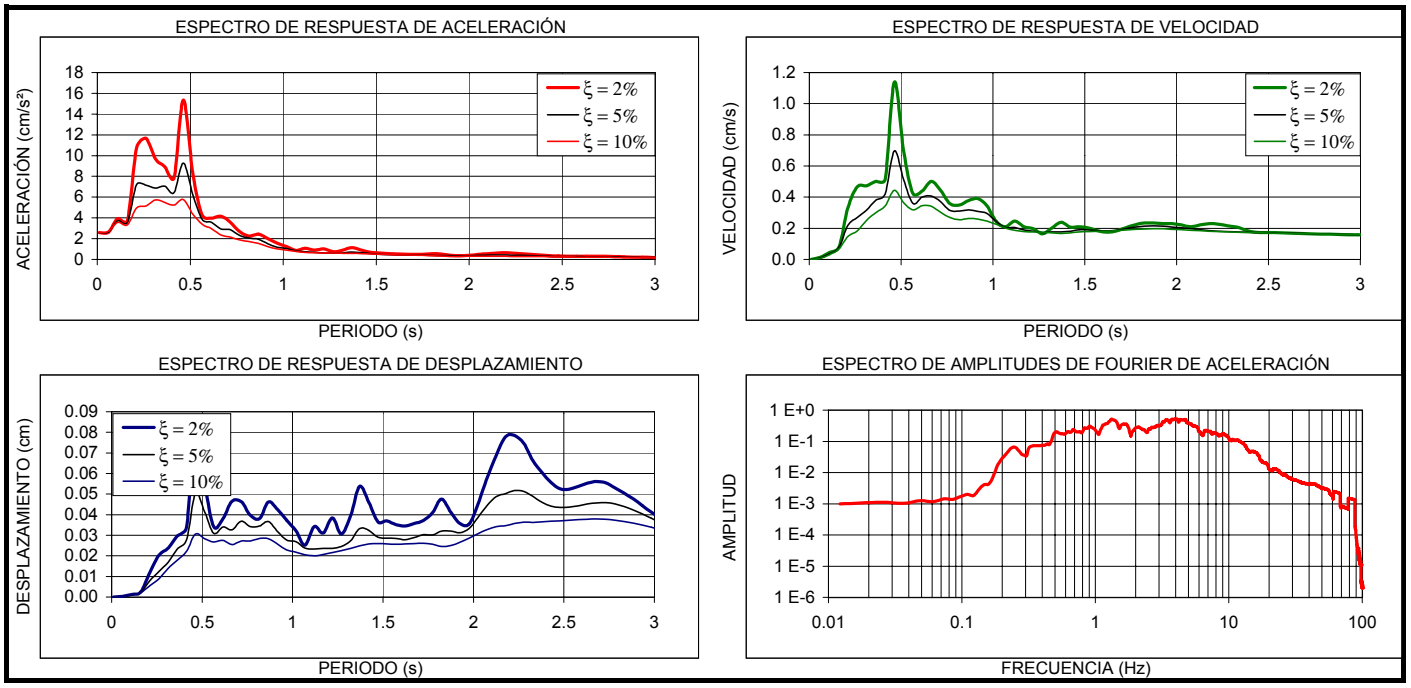




EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
GUAYABETAL - CUNDINA.	**01/06/1999**	**COLEGIO SAN BARTOLOMÉ**	**E-O**

LOCALIZACION EPICENTRO: GUAYABETAL - CUNDINA. HORA: 21:42		ESTACION DE REGISTRO: COLEGIO SAN BARTOLOMÉ CODIGO: CBART	
LATITUD: 4.29°N	LONGITUD: -73.73°E	LATITUD: 4.62°N	LONGITUD: -74.06°E
PROFUNDIDAD: 0 Km	FASE INTENSA: 14.4 s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 5.2	INTENSIDAD ARIAS: 8.3E-3 cm/s	GEOLOGIA: ROCA	TOPOGRAFIA: ONDULADA
ARCHVO: CBART004.EVT	CANAL DE REGISTRO: 1	EPICENTRO: 52 Km	HIPOCENTRO: 52 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 2		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	
PROCESAMIENTO:	FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz		
VALORES MÁXIMOS:	Amax = 2.54 cm/s², t = 12.41 s	Vmax = 0.14 cm/s, t = 12.32 s	Dmax = 0.01 cm, t = 23.00 s

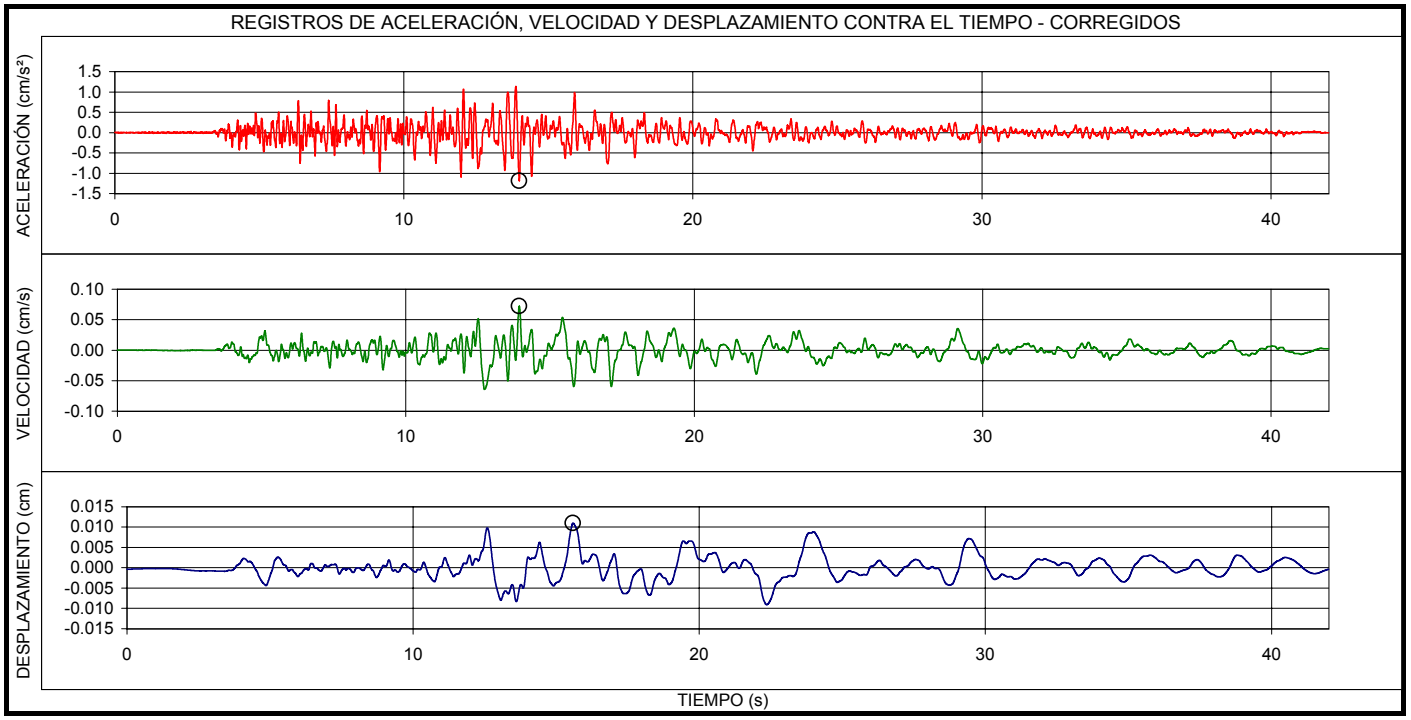


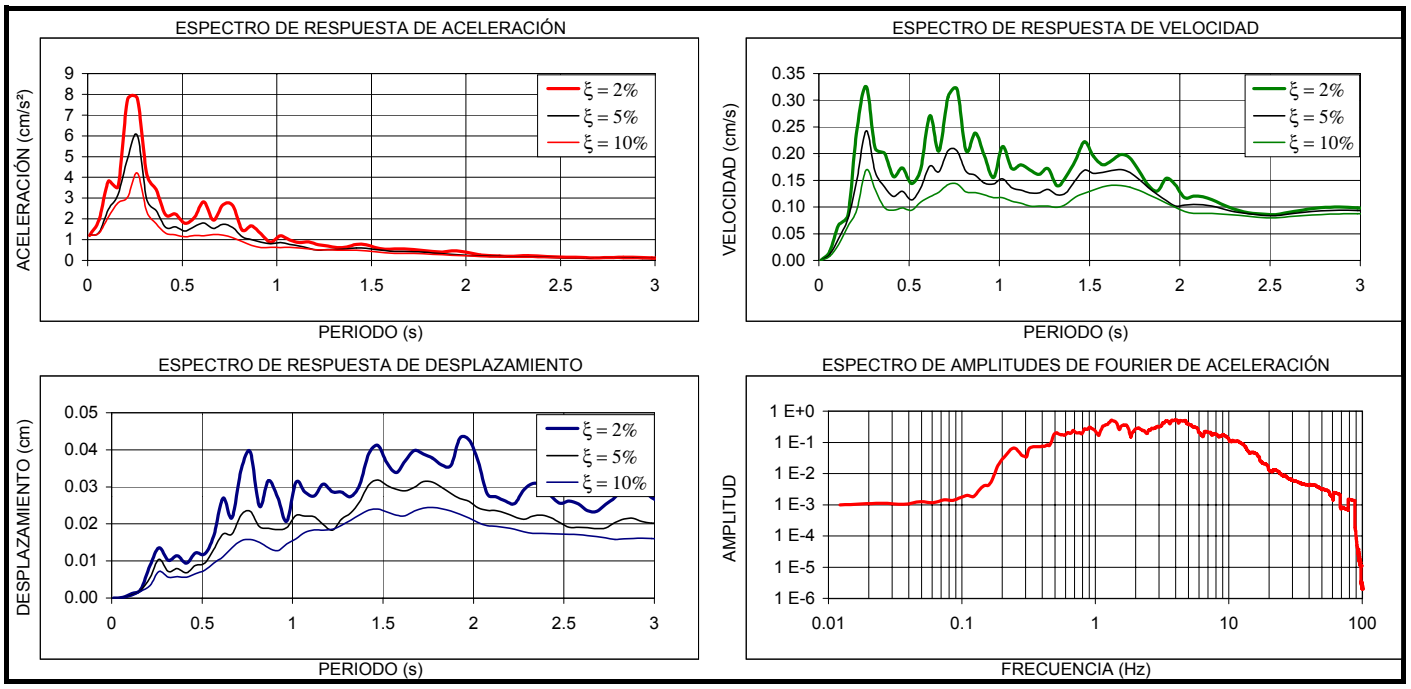


EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
GUAYABETAL - CUNDINA.	**01/06/1999**	**COLEGIO SAN BARTOLOMÉ**	**VERTICAL**

LOCALIZACION EPICENTRO: GUAYABETAL - CUNDINA. HORA: 21:42		ESTACION DE REGISTRO: COLEGIO SAN BARTOLOMÉ CODIGO: CBART	
LATITUD: 4.29°N	LONGITUD: -73.73°E	LATITUD: 4.62°N	LONGITUD: -74.06°E
PROFUNDIDAD: 0 Km	FASE INTENSA: 21.1 s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 5.2	INTENSIDAD ARIAS: 2.9E-3 cm/s	GEOLOGIA: ROCA	TOPOGRAFIA: ONDULADA
ARCHVO: CBART004.EVT	CANAL DE REGISTRO: 2	EPICENTRO: 52 Km	HIPOCENTRO: 52 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 2		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	

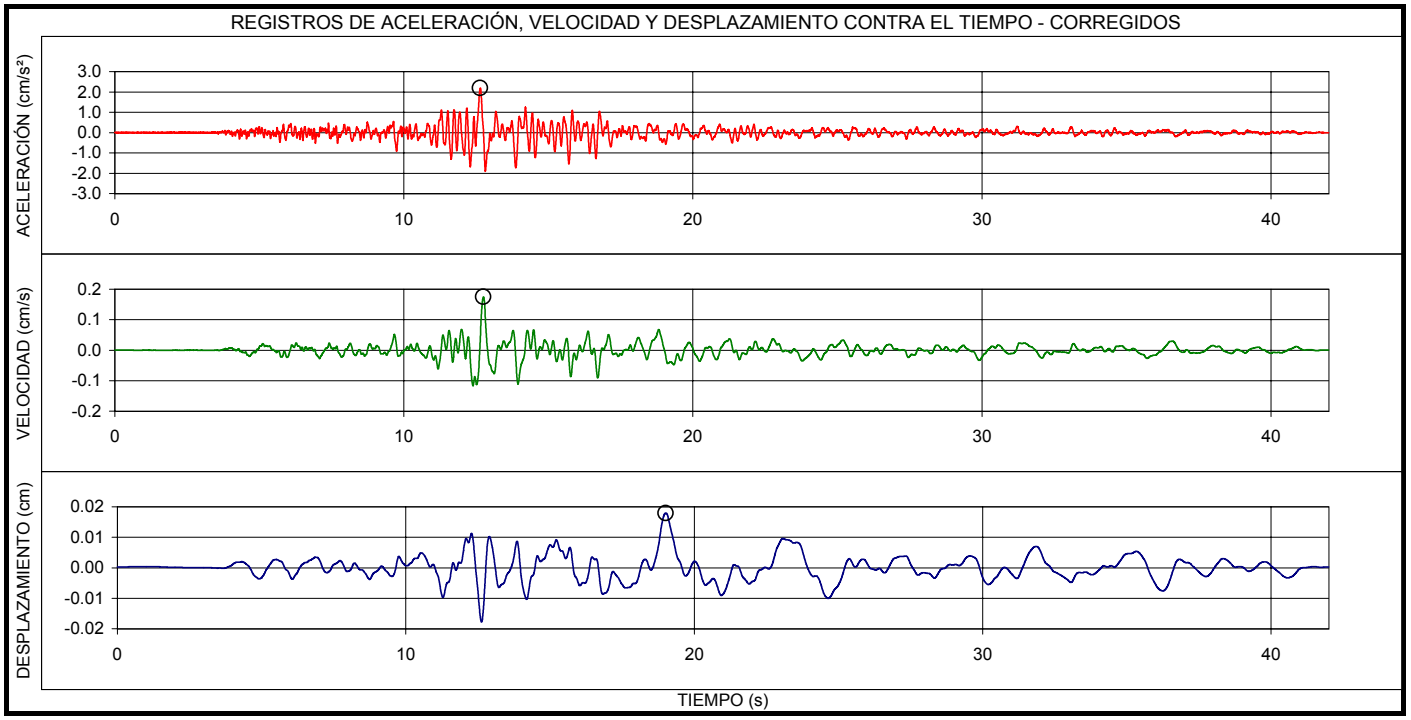
PROCESAMIENTO:	FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz		
VALORES MÁXIMOS:	Amax = 1.18 cm/s², t = 13.99 s	Vmax = 0.07 cm/s, t = 13.93 s	Dmax = 0.01 cm, t = 15.59 s

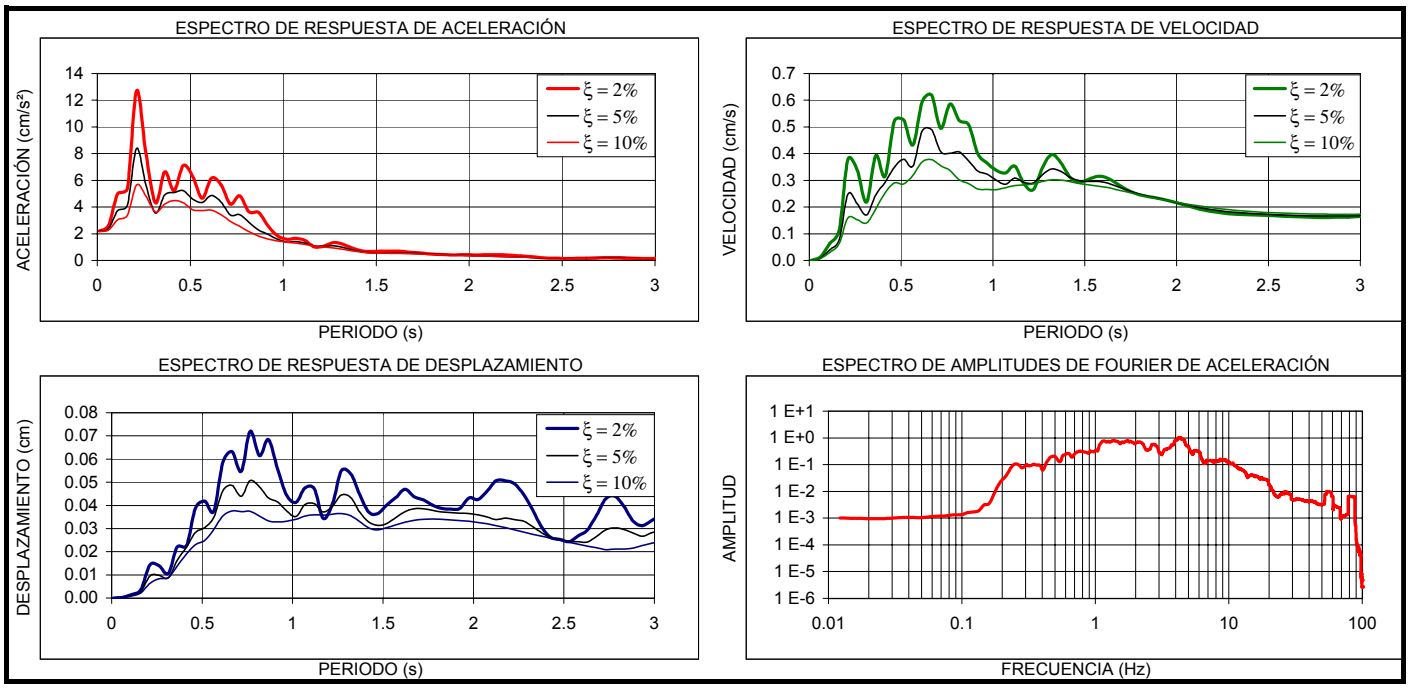




EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
GUAYABETAL - CUNDINA.	**01/06/1999**	**COLEGIO SAN BARTOLOMÉ**	**N-S**

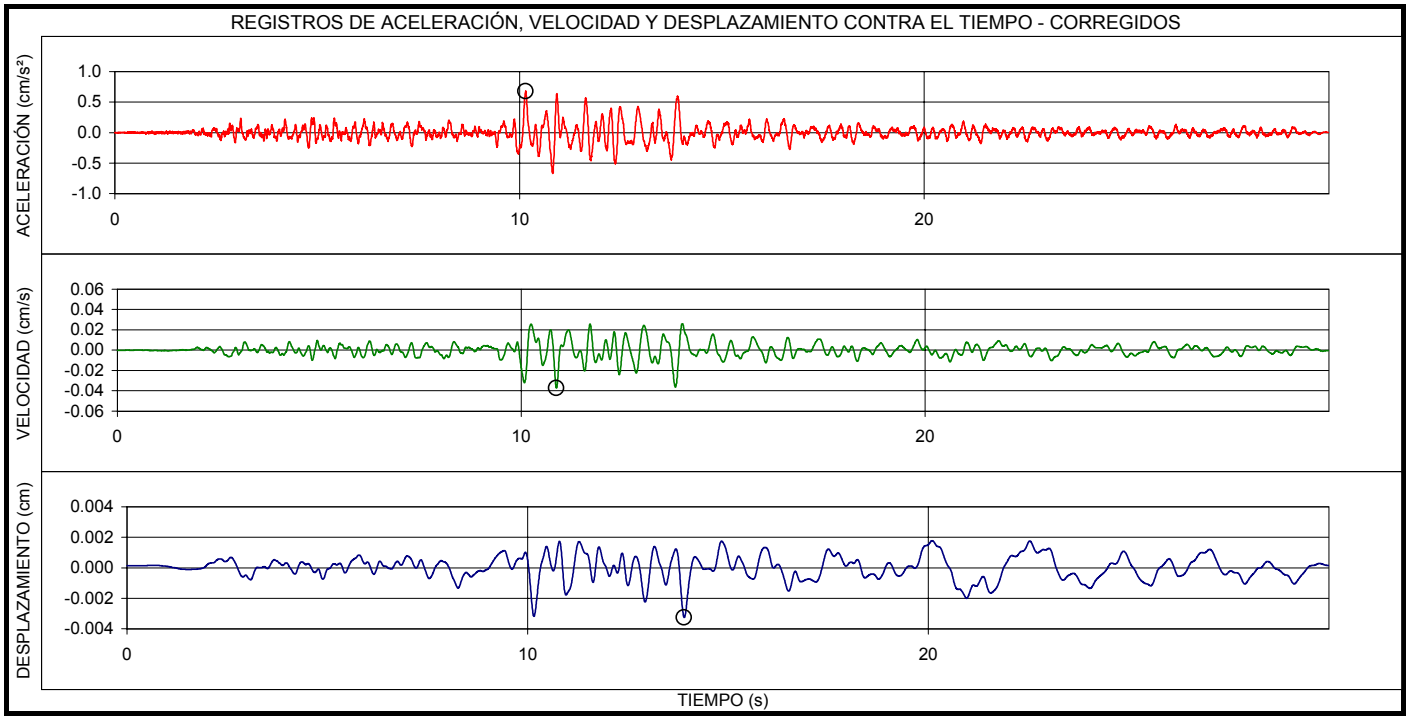
LOCALIZACION EPICENTRO: GUAYABETAL - CUNDINA. HORA: 21:42		ESTACION DE REGISTRO: COLEGIO SAN BARTOLOMÉ CODIGO: CBART	
LATITUD: 4.29°N	LONGITUD: -73.73°E	LATITUD: 4.62°N	LONGITUD: -74.06°E
PROFUNDIDAD: 0 Km	FASE INTENSA: 15.5 s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 5.2	INTENSIDAD ARIAS: 6.2E-3 cm/s	GEOLOGIA: ROCA	TOPOGRAFIA: ONDULADA
ARCHVO: CBART004.EVT	CANAL DE REGISTRO: 3	EPICENTRO: 52 Km	HIPOCENTRO: 52 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 2		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	
PROCESAMIENTO:	FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz		
VALORES MÁXIMOS:	Amax = 2.19 cm/s², t = 12.64 s	Vmax = 0.17 cm/s, t = 12.75 s	Dmax = 0.02 cm, t = 19.01 s

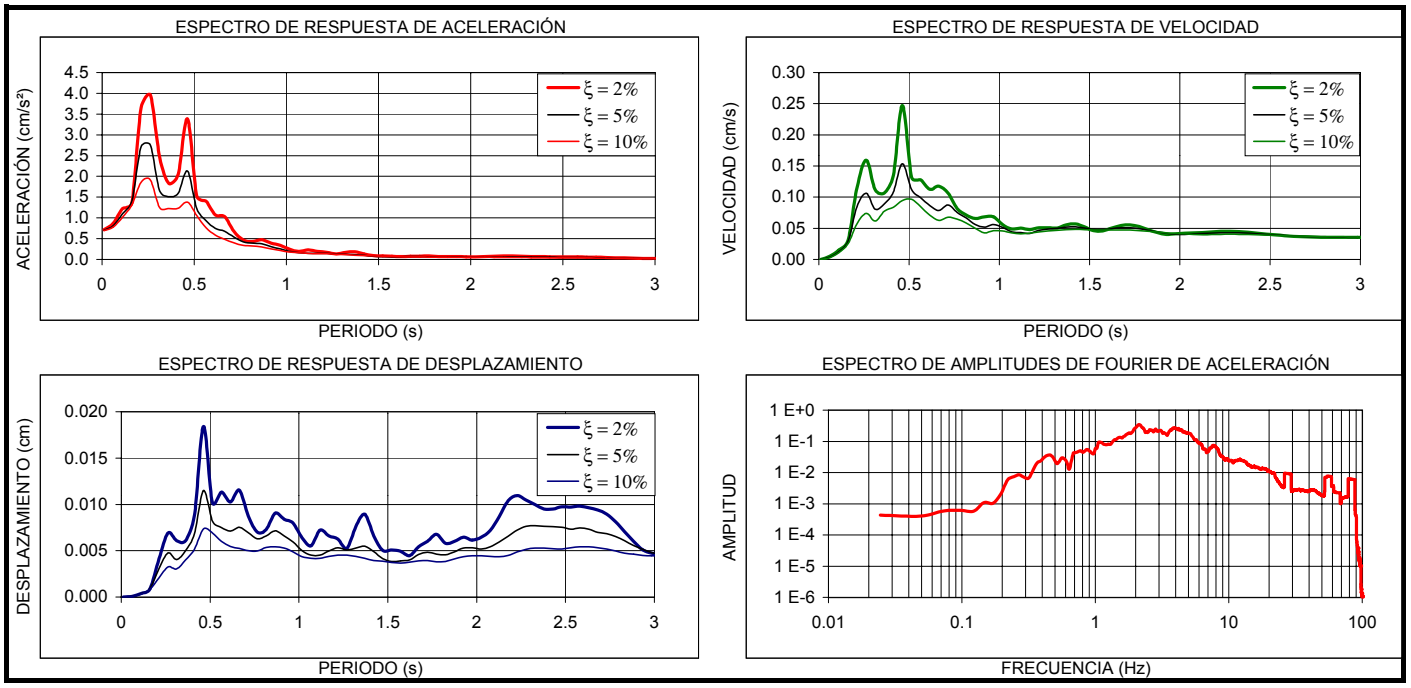




EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
QUETAME-CUNDINAMARCA	**10/06/1999**	**COLEGIO SAN BARTOLOMÉ**	**E-O**

LOCALIZACION EPICENTRO: QUETAME-CUNDINAMARCA HORA: 03:22		ESTACION DE REGISTRO: COLEGIO SAN BARTOLOMÉ CODIGO: CBART	
LATITUD: 4.31°N	LONGITUD: -73.79°E	LATITUD: 4.62°N	LONGITUD: -74.06°E
PROFUNDIDAD: 2 Km	FASE INTENSA: 17.3 s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 4.7	INTENSIDAD ARIAS: 6.9E-4 cm/s	GEOLOGIA: ROCA	TOPOGRAFIA: ONDULADA
ARCHVO: CBART005.EVT	CANAL DE REGISTRO: 1	EPICENTRO: 46 Km	HIPOCENTRO: 46 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 1		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	
PROCESAMIENTO:	FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz		
VALORES MÁXIMOS:	Amax = 0.68 cm/s², t = 10.15 s	Vmax = 0.04 cm/s, t = 10.87 s	Dmax = 0.003 cm, t = 13.91 s





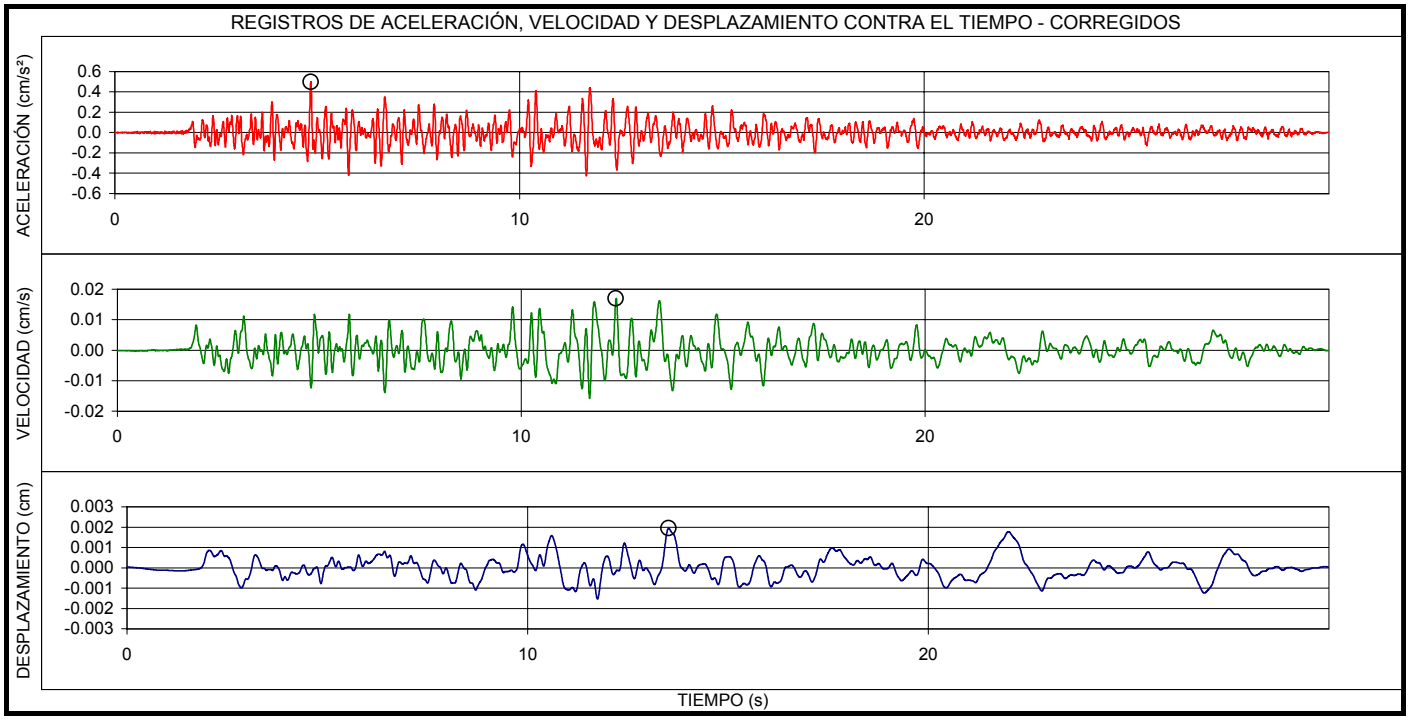
EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
QUETAME-CUNDINAMARCA	**10/06/1999**	**COLEGIO SAN BARTOLOMÉ**	**VERTICAL**

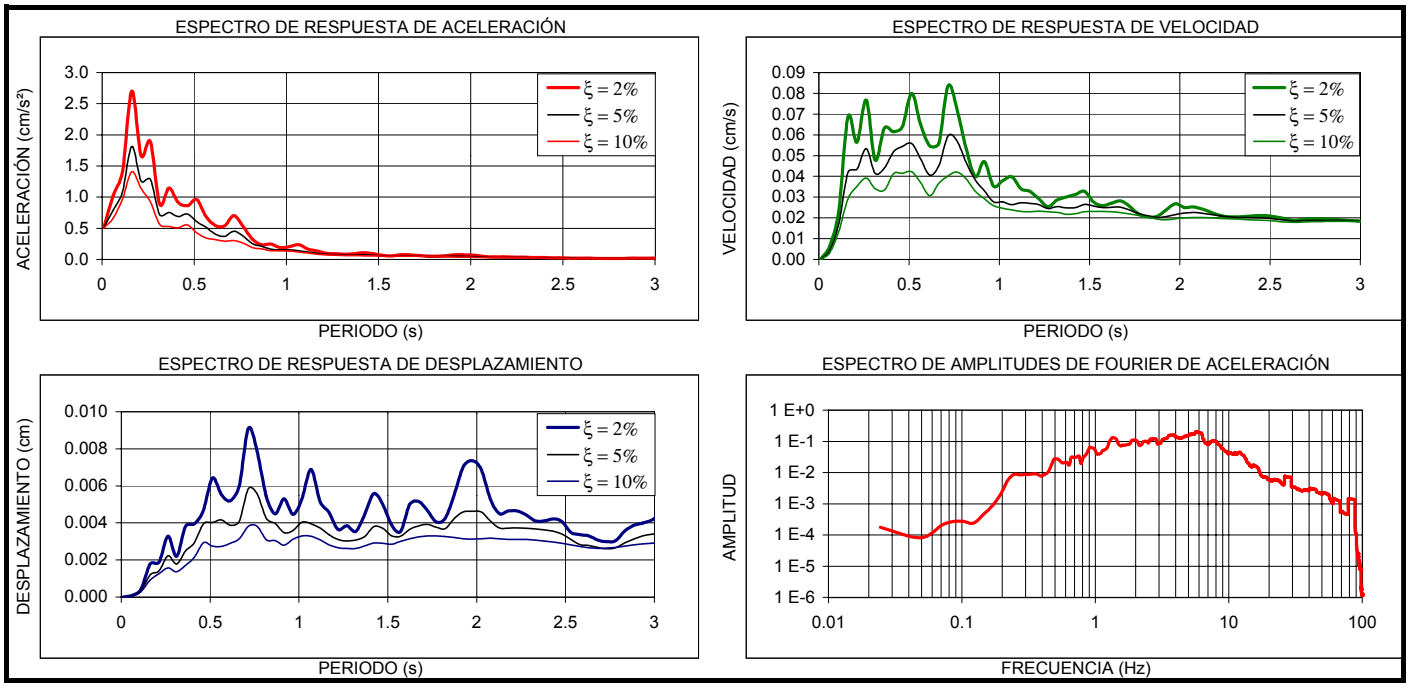
LOCALIZACION EPICENTRO: QUETAME-CUNDINAMARCA
HORA: 03:22

LATITUD: 4.31°N	LONGITUD: -73.79°E	LATITUD: 4.62°N	LONGITUD: -74.06°E
PROFUNDIDAD: 2 Km	FASE INTENSA: 18.5 s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 4.7	INTENSIDAD ARIAS: 4.3E-4 cm/s	GEOLOGIA: ROCA	TOPOGRAFIA: ONDULADA
ARCHVO: CBART005.EVT	CANAL DE REGISTRO: 2	EPICENTRO: 46 Km	HIPOCENTRO: 46 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 1		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	

PROCESAMIENTO: FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz

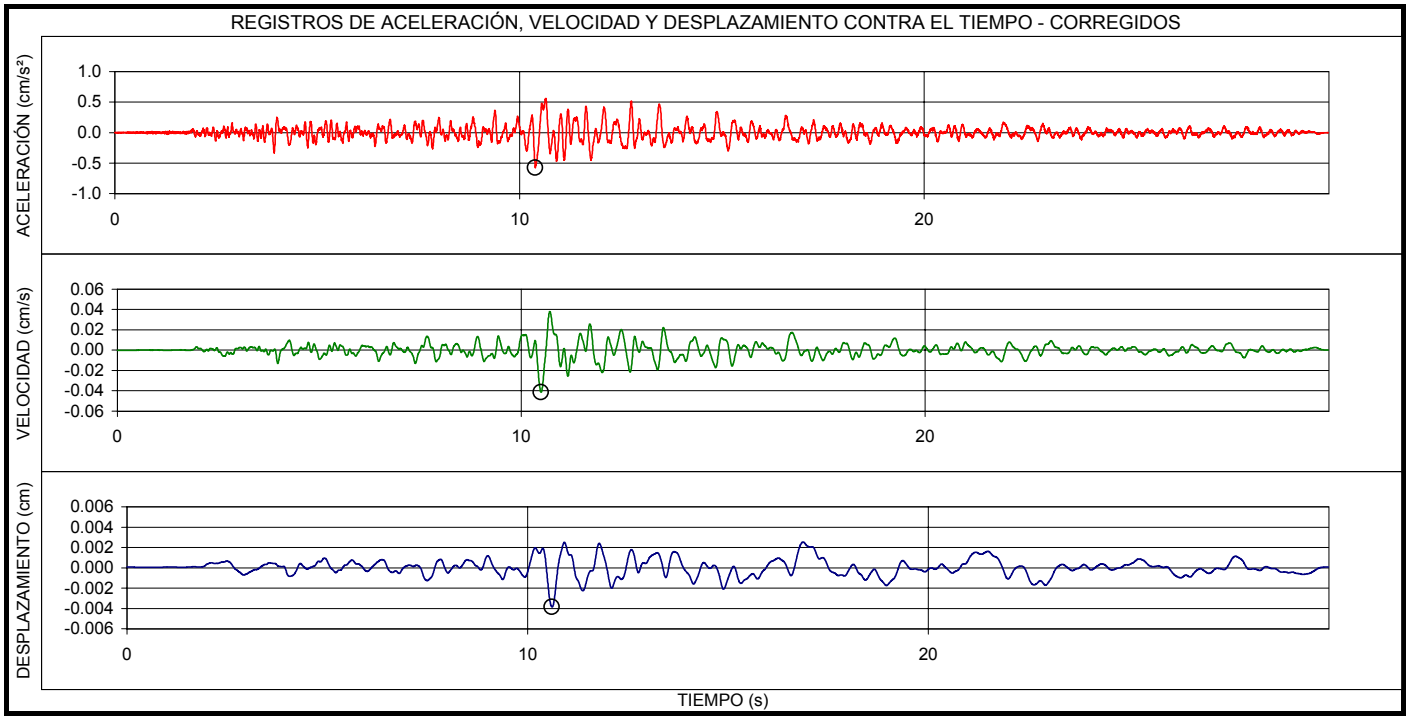
VALORES MÁXIMOS: Amax = 0.50 cm/s², t = 4.84 s Vmax = 0.02 cm/s, t = 12.35 s Dmax = 0.002 cm, t = 13.52 s

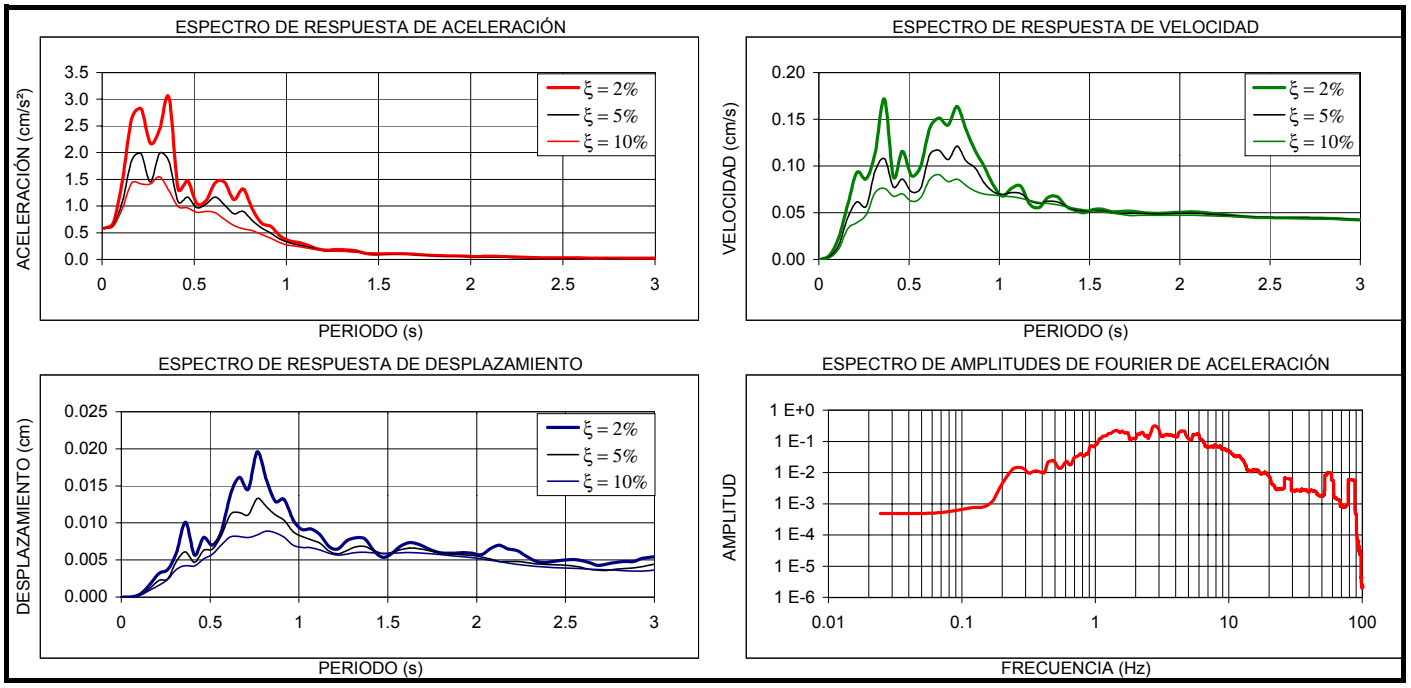




EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
QUETAME-CUNDINAMARCA	**10/06/1999**	**COLEGIO SAN BARTOLOMÉ**	**N-S**

LOCALIZACION EPICENTRO: QUETAME-CUNDINAMARCA HORA: 03:22		ESTACION DE REGISTRO: COLEGIO SAN BARTOLOMÉ CODIGO: CBART	
LATITUD: 4.31°N	LONGITUD: -73.79°E	LATITUD: 4.62°N	LONGITUD: -74.06°E
PROFUNDIDAD: 2 Km	FASE INTENSA: 17.6 s	APARATO DE REGISTRO: ETNA	
MAGNITUD ML: 4.7	INTENSIDAD ARIAS: 6.0E-4 cm/s	GEOLOGIA: ROCA	TOPOGRAFIA: ONDULADA
ARCHVO: CBART005.EVT	CANAL DE REGISTRO: 3	EPICENTRO: 46 Km	HIPOCENTRO: 46 Km
TOTAL SITIOS DE REGISTRO: 1		RANGO DE REGISTRO: ± 2g	
PROCESAMIENTO:	FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz		
VALORES MÁXIMOS:	Amax = 0.58 cm/s², t = 10.39 s	Vmax = 0.04 cm/s, t = 10.49 s	Dmax = 0.004 cm, t = 10.61 s





ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Dirección de Prevención
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Informe No. 2 – Análisis de Señales Individuales y Reporte de Resultados

PROCESAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN SÍSMICA DE BOGOTÁ D.C.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES Y OBRAS CIVILES
CIMOC
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

BOGOTA D.C. COLOMBIA
MARZO 19 DE 2002

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS 4
2. ALCANCE DE LOS TRABAJOS 5
3. INFORMACIÓN RECOPILADA 6
4. INTERPRETACIÓN DE EVENTOS INDIVIDUALES 9
5. CATÁLOGO SÍSMICO DE EVENTOS INDIVIDUALES 19
6. INTERPRETACIÓN DE EVENTOS COMPLETOS 21
7. EFECTOS DE SITIO 22
8. BASE DE DATOS Y SISTEMA DE CONSULTA EN INTERNET (SIRE) 24
9. CUADRO DE AVANCE DEL PROYECTO 34
BIBLIOGRAFÍA 35
APÉNDICE 1. CATÁLOGO DE REGISTROS INTERPRETADOS - RAB 36

1. OBJETIVOS

El objetivo principal de los trabajos propuestos es el de desarrollar una metodología para mantener actualizada la información sísmica de Bogotá y realizar la interpretación preliminar de la misma en la medida que dicha información se vaya generando en la red de acelerógrafos de Bogotá.

Para el efecto se generarán unos procedimientos de interpretación estandarizados con el fin de aplicarlos a todos los eventos que se registren en la red. En esta primera fase se aplicarían los procedimientos a todos los eventos que se han registrado hasta el momento en los aparatos de la red para su posterior divulgación en diferentes medios.

Se dejarán sentadas las bases para los procesos de interpretación de eventos futuros con el fin de que la DPAE mantenga actualizada en forma permanente su base de datos de eventos sísmicos. La información será editada en un CD para su distribución al público. Información de interés general será seleccionada y se editará para ser montada en el sistema SIRE de la DPAE en Internet. La interpretación de registros incluye los que resulten durante los primeros 6 meses de duración del contrato.

Los objetivos específicos de este informe son los siguientes:

- Presentar un resumen de la información recopilada hasta el momento, con base en la información suministrada por DPAE de los registros de la Red Acelerográfica de Bogotá D.C. (RAB).

- Mostrar resultados de la interpretación realizada hasta el momento, y definir el formato final del catálogo de eventos de la RAB.

- Definir los eventos y sitios para los cuales se podrán calculare mapas de eventos completos y funciones de transferencia empíricas.

- Presentar el desarrollo actual del esquema de visualización de los resultados de este proyecto dentro del sistema de información pública SIRE en Internet, para que se cumpla con el objetivo de difundir la información y ponerla al servicio de la comunidad.

2. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

El alcance propuesto para adelantar la interpretación de los registros disponibles hasta el momento y los que resulten durante la primera fase del convenio propuesto incluye los siguientes puntos específicos:

(a) Generación de un catálogo de eventos que se publicará anualmente, pero cuyo primer número incluirá todos los eventos registrados por los aparatos de la red durante los primeros seis meses de duración del contrato.

(b) Para cada evento se generará la siguiente información específica:
- Información sismológica disponible según los datos suministrados por Ingeominas .
- Señales registradas en cada una de las estaciones de la red y para cada una de las componentes. Se presentarán los registros de aceleración contra el tiempo.
- Registros de velocidad contra el tiempo y de desplazamiento contra el tiempo calculados a partir del acelerograma corregido.
- Espectros de amplitudes de Fourier de aceleración, para cada una de las componentes.
- Espectros de respuesta de aceleración, velocidad y desplazamiento para cada una de las componentes para coeficientes de amortiguamiento con respecto al crítico de 2% 5% y 10%.

(c) Adicionalmente para cada evento se incluirá la siguiente información general, siempre y cuando el número de estaciones que hayan registrado el evento sea suficiente:

- Mapa de períodos dominantes durante el evento. Se incluirá toda el área urbana de Bogotá y se indicará la ubicación de todos los instrumentos.

- Mapas de aceleración máxima y mapas indicativos de las velocidades y desplazamientos máximos durante el evento, deducidas a partir de las señales de aceleración.

- Funciones de transferencia empíricas en cada una de las ubicaciones de acelerógrafos en comparación con las funciones de transferencia teóricas establecidas en los estudios de microzonificación. (se calcula en todos los casos), que se calcularán tomando como dato de entrada los registros del evento que se hayan tomado en estaciones de suelo roca (CBART ó la del sitio de roca correspondiente en las estaciones CUAGR y CGRAL)

3. INFORMACIÓN RECOPILADA

Se he recibido la siguiente información por parte de DPAE:

- Listado de Estaciones que componen la red: Se proporcionó el listado de las 30 estaciones que componen la RAB, con sus características principales, su localización y el tipo de aparato de registro. Esta lista se presenta en la Tabla 1, y en el Mapa 1 aparece la ubicación de las estaciones en la ciudad.

- Registros RAB : Se han recibido 61 registros que corresponden a los 15 eventos registrados por la Red desde 1999. Los eventos registrados se presentan en la Tabla 2.

- Listado de eventos registrados: Se suministró la lista de registros existentes en cada una de las estaciones y el evento al cual pertenecen.

- Información SIRE: Se hizo una recopilación de la información publicada por DPAE en el sistema SIRE en Internet. Se hizo un resumen general con todos los registros encontrados, los archivos de registro y los listados suministrados (ver Tabla 2).

- Informes de actividades: Adicionalmente se recibió la información de los informes de actividades de la Red Sismológica Nacional (RNAC) y de la Red de Acelerógrafos de Bogotá (RAB), que elaboró Ingeominas para DPAE.

- Itinerario de visitas: También se incluyó el itinerario de las últimas visitas de inspección realizadas por Ingeominas durante el año 2001 a las diferentes estaciones de la RAB.

- Software de interpretación: Se suministraron dos programas de computador para realizar la interpretación de los archivos binarios originales. Adicionalmente se consultó al servicio técnico de la compañía productora de los aparatos de registro (Kinemetrics), y se obtuvo una nueva versión de un software que permite realizar la conversión de binario a ASCII pero reportando los valores directamente en gal (cm/s^2) y no en voltios como los programas suministrados.

- Manuales de uso: Además de consultar con el servicio técnico de Kinemetrics, se obtuvieron los manuales de uso de los dos tipo de equipos de registro existentes en la RAB (ETNA y K2), con el fin de tener acceso a las especificaciones de los aparatos y a las diferentes alternativas de configuración de cada sistema.

Tabla 1. Estaciones de la Red de Acelerógrafos de Bogotá a diciembre de 2001

No.	Nombre de la Estación	Código	Lat. N	Long. E	Modelo	Geología	Topografía
1	Escuela de Ingeniería	CEING	4,7833	-74,0458	ETNA	Suelo	Plana
2	Universidad La Salle	CUSAL	4,7559	-74,0264	ETNA	Suelo	Plana
3	Colegio Fernando Mazuera	CBOSA	4,6066	-74,192	ETNA	Suelo	Plana
4	Universidad Corpas	CCORP	4,7617	-74,094	ETNA	Suelo	Plana
5	Universidad Agraria	CUAGR	4,7542	-74,0527	K-2	Suelo/Roca	Plana
6	Academia de Policía	CPSUB	4,7379	-74,0726	ETNA	Roca	Ondulada
7	Colonia Escolar de Usaquén	CUSAQ	4,7064	-74,0332	ETNA (GPS)	Suelo	Plana
8	Escuela de Caballería	CESCA	4,6822	-74,0332	ETNA	Suelo	Ondulada
9	Banco de La República	CBANC	4,7085	-74,0791	ETNA	Suelo	Ondulada
10	T.V. Cable	CTVCA	4,7181	-74,0848	ETNA (GPS)	Roca	Ondulada
11	Parque La Florida	CFLOD	4,7295	-74,1464	ETNA	Suelo	Plana
12	Avianca	CAVIA	4,6858	-74,119	ETNA	Suelo	Plana
13	Fontibón	CFONT	4,6607	-74,1454	ETNA	Suelo	Plana
14	Centro de Estudios del Niño	CNIÑO	4,6962	-74,0932	ETNA	Suelo	Plana
15	Jardín Botánico	CJABO	4,6665	-74,0993	ETNA	Suelo	Plana
16	Colegio San Bartolomé	CBART	4,6205	-74,062	ETNA	Roca	Ondulada
17	Universidad Manuela Beltrán	CUNMA	4,6415	-74,0563	ETNA	Suelo	Ondulada
18	Hospital San Juan de Dios	CDIOS	4,5899	-74,0888	ETNA (GPS)	Suelo	Plana
19	CITEC	CCITE	4,6395	-74,1131	ETNA (GPS)	Suelo	Plana
20	Club El Tiempo	CTIEM	4,6943	-74,1558	ETNA	Suelo	Plana
21	Parque Timiza	CTIMI	4,6084	-74,1511	ETNA	Suelo	Plana
22	Parque El Tunal	CTUNA	4,5753	-74,1313	ETNA	Suelo	Plana
23	Escuela de Artillería	CARTI	4,5468	-74,1234	ETNA	Suelo	Plana
24	Bomberos La Marichuela	CMARI	4,5117	-74,1171	ETNA	Suelo	Plana
25	Colegio Sierra Morena	CSMOR	4,5746	-74,1701	ETNA	Roca	Ondulada
26	Escuela de Tejedores	CTEJE	4,6149	-74,0951	ETNA (GPS)	Suelo	Plana
27	Tanques de Vitelma	CVITE	4,575	-74,0716	ETNA	Suelo	Ondulada
28	Colegio Laureano Gómez	CLAGO	4,718	-74,1003	ETNA (GPS)	Suelo	Plana
29	Escuela General Santander	CGRAL	4,5881	-74,1301	K-2	Suelo/Roca	Plana
30	Radionet	CRADI	4,6465	-74,1694	ETNA	Suelo	Plana

Tabla 2. Eventos registrados por la RAB hasta septiembre de 2001

Evento	Registro	Fecha	Sismo	Magnitud	Prof.	Coordenadas del Epicentro		Estación	Distancia Hipocentro	Distancia Epicentral
		D/M/A		(ML)	(KM)	Lat. N	Long. E		(KM)	(KM)
1	1	25-Ene-99	Córdoba - QUIND	6.2	0	4.44	-75.71	CBART	184	184
2	2	25-Ene-99	Córdoba - QUIND	5.4	0	4.41	-75.73	CBART	187	187
3	3	14-Abr-99	Nido Bucaramanga	6.1	170	6.82	-73.14	CBART	315	265
4	4	01-Jun-99	Guayabetal-CUND	5.2	0	4.29	-73.73	CEING	65	65
	5							CBART	52	52
5	6	10-Jun-99	Quetame (Cundinamarca)	4.7	2	4.31	-73.79	CBART	46	46
6	7	17-Jul-99	Sativasur (Boyacá)	5.6	0	6.10	-72.74	CEING	206	206
	8							CUSAL	207	207
	9							CCORP	212	212
	10							CPSUB	212	212
	11							CAVIA	220	220
	12							CBART	221	221
7	13	08-Nov-99	Betulia (Santander)	6.5	160	6.92	-73.18	CEING	302	256
	14							CEING -R	302	256
	15							CUSAL	304	258
	16							CUSAL -R	304	258
	17							CCORP	306	261
	18							CCORP -R	306	261
	19							CUAGR	303	258
	20							CPSUB	307	262
	21							CTVCA	309	265
	22							CTVCA -R	309	265
	23							CFLOD	311	266
	24							CFLOD -R	311	266
	25							CAVIA	313	269
	26							CAVIA -R	313	269
	27							CFONT	317	273
	28							CFONT -R	317	273
	29							CBART	317	274
	30							CBART -R	317	274
	31							CDIOS	321	278
	32							CDIOS -R	321	278
	33							CTUNA	330	288
	34							CTUNA -R	330	288
	35							CARTI	326	284
	36							CARTI -R	326	284
	37							CVITE	322	279
	38							CGRAL	322	280
	39							CGRAL -R	322	280
	40							CRADI	319	276
	41							CRADI -R	319	276
	42							CRADI -R	319	276
8	43	05-Feb-00	Nido Bucaramanga	6.0	160	6.77	-73.21	CUAGR	289	241
	44							CTVCA	295	248
9	45	12-Sep-00	Nido Bucaramanga	5.9	160	6.76	-73.18	CUAGR	289	241
	46							CBART	303	257
10	47	08-Nov-00	Juradó (Chocó)	6.4	1	7.13	-77.94	CUAGR	512	512
	48							CFLOD	499	499
11	49	24-Nov-00	Nido Bucaramanga	5.7	160	6.79	-73.02	CUAGR	298	251
	50							CTVCA	304	259
12	51	17-Dic-00	Nido de Bucaramanga	5.8	153	6.77	-72.97	CEING	294	251
	52							CUAGR	295	252
	53							CPSUB	299	257
	54							**CUSAL***	295	253
	55							CTVCA	301	260
	56							**CLAGO***	301	260
	57							CUSAQ	300	258
	58							CBART	308	268
13	59	03-May-01	Los Santos-SANT	5.3	159	6.83	-73.07	CUAGR	300	254
14	60	18-May-01	Los Santos-SANT	5.5	159	6.83	-73.07	CBART	312	269
	61							CTVCA	305	260
	62							CUAGR	298	252
15	63	22-Ago-01	Los Santos-SANT	6.1	181	3.98	-76.07	CBART	296	234

* Registros que aparecen relacionados en el sistema SIRE y no aparecen relacionados en la lista de Ingeominas.

4. INTERPRETACIÓN DE EVENTOS INDIVIDUALES

Se realiza un análisis componente por componente para cada uno de los registros suministrados. La interpretación de los archivos binarios de registro se realizó con el programa Kw2cnts.exe elaborado por Kinemetrics que es de libre uso y distribución. Este programa genera a partir del archivo binario del evento (*.EVT) un archivo de texto de aceleración para cada uno de los canales registrados que puede variar entre 3 y 6 según la estación de registro (ver Tabla 1).

Una vez se ha interpretado el archivo binario de cada evento, se generan los Acelerogramas correspondientes a cada una de las componentes registradas en formato ASCII.

Debido a la naturaleza del movimiento sísmico, a las condiciones de los sitios de registro y a los aparatos de registro que se emplean, es necesario manipular y corregir los registros que se obtienen directamente de la información registrada en cada evento.

En general se ha observado que los desplazamientos tienden a ser dominados por las señales de baja frecuencia, pero a su vez los aparatos de medición emplean filtros pasa-alta en sus sistemas de registro lo que reduce sustancialmente su capacidad de registro en el rango de baja frecuencia (Wilson, 1999). Esto hace que las amplitudes registradas en baja frecuencia se vean afectadas por las frecuencias de esquina de los filtros pasa alta que componen el sistema de medición.

En el caso particular de la RAB estas frecuencias son del orden 0.25Hz tal como se muestra en la Figura 1, donde se presentan los espectros de amplitudes de Fourier de algunos registros originales inalterados. Es importante mencionar que el efecto se hace más evidente en eventos sísmicos de mayor intensidad que liberan mayor energía, tal como se presenta en la Figura 2 para registros del sismo de Armenia (enero 25 de 1999).

El uso de diferentes metodologías de interpretación puede llevar a diferentes resultados según los tipos de filtros y correcciones realizados en cada caso, especialmente en el análisis contra el tiempo. Por lo tanto en este estudio se aplican las mismas correcciones a todos los registros de manera sistemática, para hacer posible la comparación entre los resultados obtenidos.

La primera de estas correcciones es la corrección de línea base, que sirve para evitar errores sistemáticos a la hora de realizar los procesos de integración en el cálculo de velocidades y desplazamientos. Para esto se aplica una corrección constante a todo el acelerograma que elimina el desfase en amplitudes que pueda tener la señal originalmente registrada utilizando un factor de corrección que balancea las áreas positiva y negativa del registro. Esta corrección se repite a la hora calcular el desplazamiento a partir de la velocidad en el dominio del tiempo y al resultado de dicha integración.

Figura 1. Espectros de amplitud de Fourier de algunas señales originales sin corrección, determinación de la frecuencia de esquina de filtros pasa-alta en los aparatos de registro.

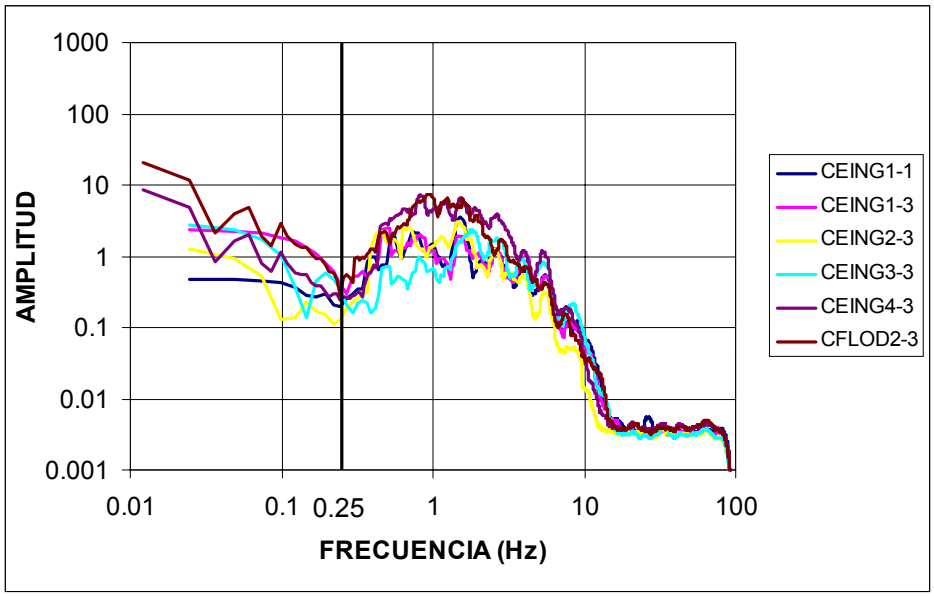
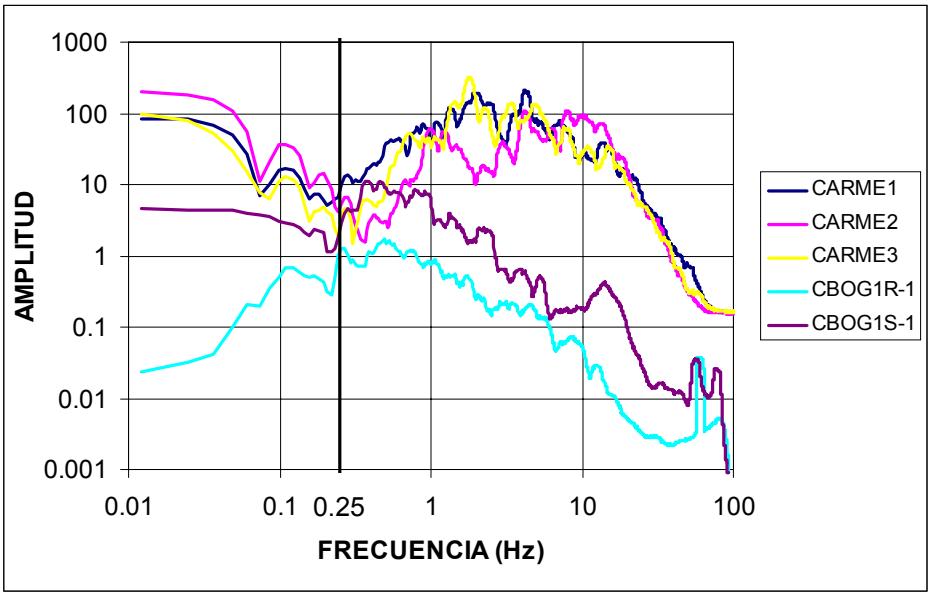


Figura 2. Espectros de amplitud de Fourier de las señales sin corrección para registros del sismo del 25 de enero de 1999.



Finalmente se aplica un filtro para eliminar las frecuencias que están fuera del rango de interés. En el proceso de filtrado se emplea un filtro Butterworth pasa-banda de orden 6 con frecuencias de esquina en 0.25 Hz y 50Hz, para eliminar la información errada de baja

frecuencia que se genera en los aparatos de registro y el ruido de baja frecuencia de los sitios de registro. De esta manera el registro corregido se puede emplear para el cálculo de velocidades y desplazamientos empleando métodos de integración numérica.

Una vez se han realizado las correcciones mencionadas , se obtiene el acelerograma base corregido para cada una de las componentes y con base en ellos se realizan los cálculos de interés definidos en el alcance del presente informe, a saber:

- Registro de aceleración contra el tiempo (acelerograma corregido)
- Registro de velocidad contra el tiempo (integración)
- Registro de desplazamiento contra el tiempo (doble integración)
- Espectro de amplitudes de Fourier
- Espectro de respuesta de aceleración para 2%, 5% y 10% de amortiguamiento con respecto al crítico
- Espectro de respuesta de velocidad para 2%, 5% y 10% de amortiguamiento con respecto al crítico
- Espectro de respuesta de desplazamiento para 2%, 5% y 10% de amortiguamiento con respecto al crítico

Existen otras metodologías para realizar las correcciones descritas, como la propuesta por Hudson (Hudson, 1979) que tiene mayor aplicación en registros análogos, y la empleada en el NSMP de Estados Unidos (USGS, 2000). Sin embargo, algunos investigadores han realizado experimentos utilizando diferentes metodologías (incluso sin ningún proceso de filtrado),y en general se obtienen resultados confiables en la estimación de respuesta espectral hasta 10 segundos (Wilson, 1999, USGS, 2000).

En resumen el proceso de corrección e interpretación de los registros es el siguiente:

1. Pasar del archivo binario al archivo ASCII (programa Kw2cnts.exe)
2. Corregir línea base.
3. Filtrar la señal (Butterworth n=6, Pasa-Banda 0.25Hz – 50Hz).

   ▶ SALVAR ACELERACIÓN CORREGIDA

4. Integrar numéricamente.
5. Corregir línea base.

   ▶ SALVAR VELOCIDAD CORREGIDA

6. Integrar numéricamente.
7. Corregir línea base.

   ▶ SALVAR DESPLAZAMIENTO CORREGIDO

Con el fin de comprobar el proceso de interpretación empleado, se procesaron eventos que ya han sido reportados por otras entidades en trabajos anteriores. En particular se analizaron

dos casos de registros tomados en el terremoto del eje cafetero del 25 de enero de 1999, uno correspondiente a la estación CARME de la Red Sismológica Nacional (RSN) localizada en suelo a 13 Km del epicentro del sismo, y otro correspondiente a la estación CBART de la RAB, localizada en roca a 184 Km del epicentro. En la Tabla 3 se presentan los resultados para valores máximos de aceleración, velocidad y desplazamiento de los registros originalmente procesados por Ingeominas y de los resultados obtenidos con el procedimiento de interpretación empleado en este trabajo. En las Figuras 3 a 8 se presentan los valores de aceleración, velocidad y desplazamiento contra el tiempo para ambas metodologías, y cada una de las componentes. Se nota en el caso de la estación CSBAR un corte en 70 seg (14000 datos) en el reporte de Ingeominas (Ingeominas, 1999).

Tabla 3. Valores máximos de aceleración, velocidad y desplazamiento para registros del sismo del 25 de enero de 1999 en las estaciones CARME y CBART.

COMPONENTE NORTE – SUR				
Variable de Comparación	**Estación CARME (R=13 Km)**		**Estación CBART (R=184 Km)**	
	Original	**Empleado**	**Original**	**Empleado**
$Acel_{max}$ (cm/s²)	518.38	520.19	1.57	1.72
Tiempo A_{max} (s)	9.72	9.72	29.82	29.86
Vel_{max} (cm/s)	29.61	27.24	-0.22	-0.22
Tiempo Vel_{max} (s)	9.81	9.35	47.47	47.46
Des_{max} (cm)	-4.09	-4.14	0.08	-0.06
Tiempo Des_{max} (s)	9.20	9.20	64.48	63.17
COMPONENTE VERTICAL				
Variable de Comparación	**Estación CARME (R=13 Km)**		**Estación CBART (R=184 Km)**	
	Original	**Empleado**	**Original**	**Empleado**
$Acel_{max}$ (cm/s²)	-448.19	-454.98	1.12	1.11
Tiempo A_{max} (s)	10.00	10.00	30.00	29.99
Vel_{max} (cm/s)	-11.56	-12.00	-0.20	-0.20
Tiempo Vel_{max} (s)	9.35	9.35	57.15	57.17
Des_{max} (cm)	0.96	0.97	-0.08	-0.08
Tiempo Des_{max} (s)	13.19	13.20	57.55	57.56
COMPONENTE ESTE – OESTE				
Variable de Comparación	**Estación CARME (R=13 Km)**		**Estación CBART (R=184 Km)**	
	Original	**Empleado**	**Original**	**Empleado**
$Acel_{max}$ (cm/s²)	-580.10	-577.76	-1.17	-1.30
Tiempo A_{max} (s)	9.83	9.83	31.91	31.91
Vel_{max} (cm/s)	25.61	25.05	-0.23	-0.22
Tiempo Vel_{max} (s)	9.09	9.10	52.03	55.08
Des_{max} (cm)	-2.89	-2.88	0.09	0.08
Tiempo Des_{max} (s)	11.76	11.76	51.64	54.66

Figura 3. Valores de aceleración contra el tiempo para las tres componentes del registro del sismo del 25 de enero de 1999 en la estación CARME (R =13 Km)

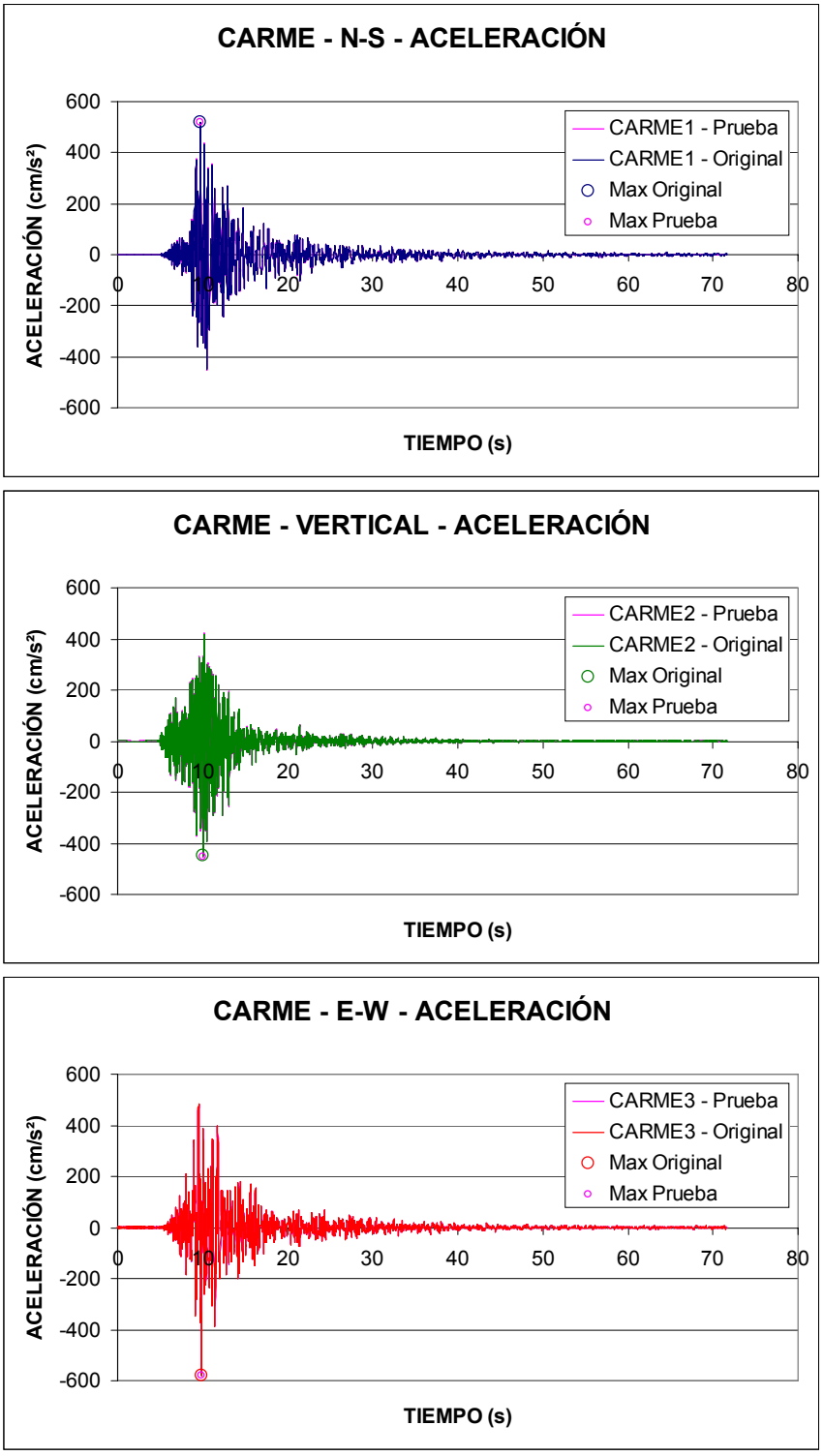


Figura 4. Valores de velocidad contra el tiempo para las tres componentes del registro del sismo del 25 de enero de 1999 en la estación CARME (R =13 Km)

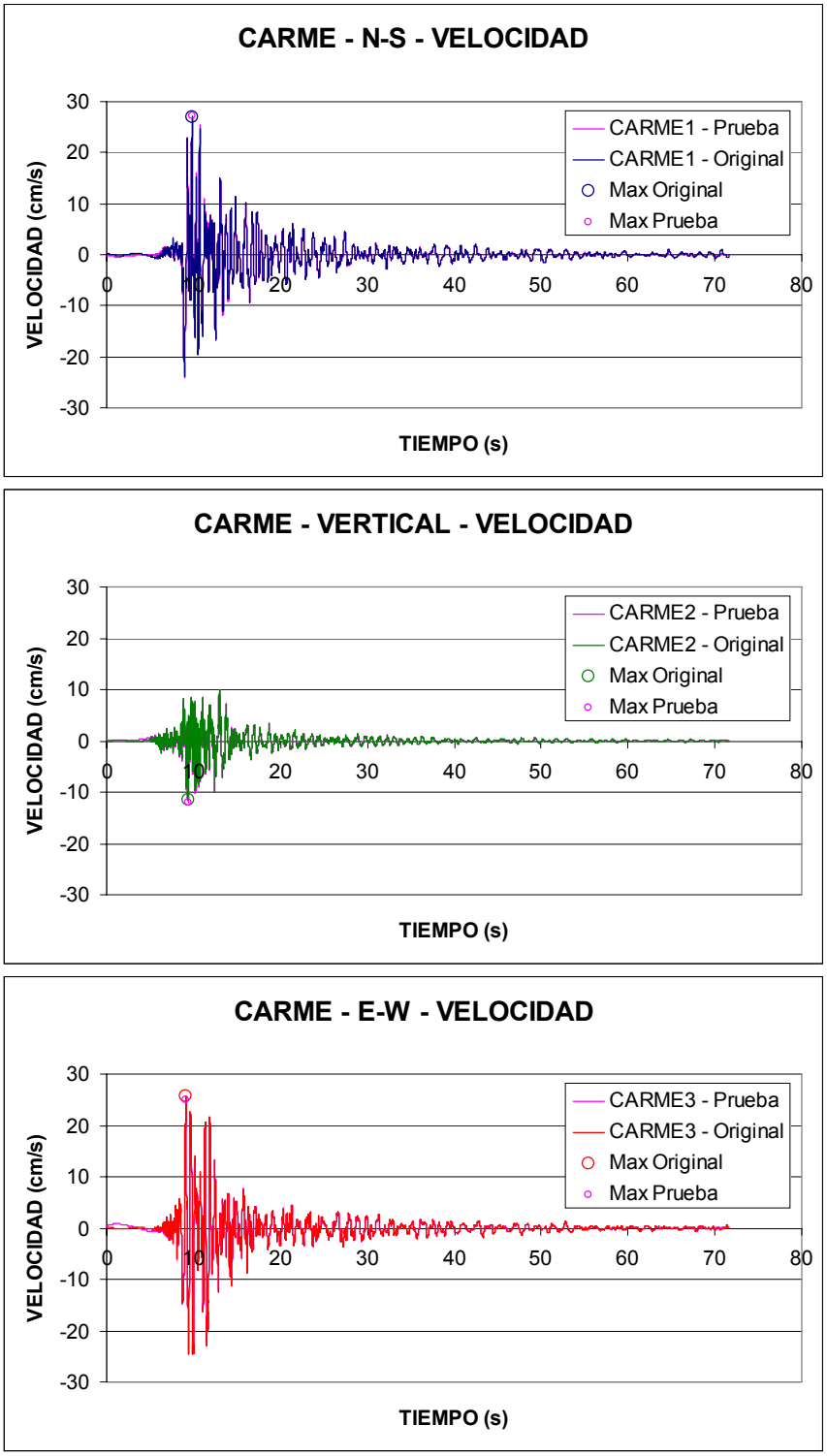


Figura 5. Valores de desplazamiento contra el tiempo para las tres componentes del registro del sismo del 25 de enero de 1999 en la estación CARME (R =13 Km)

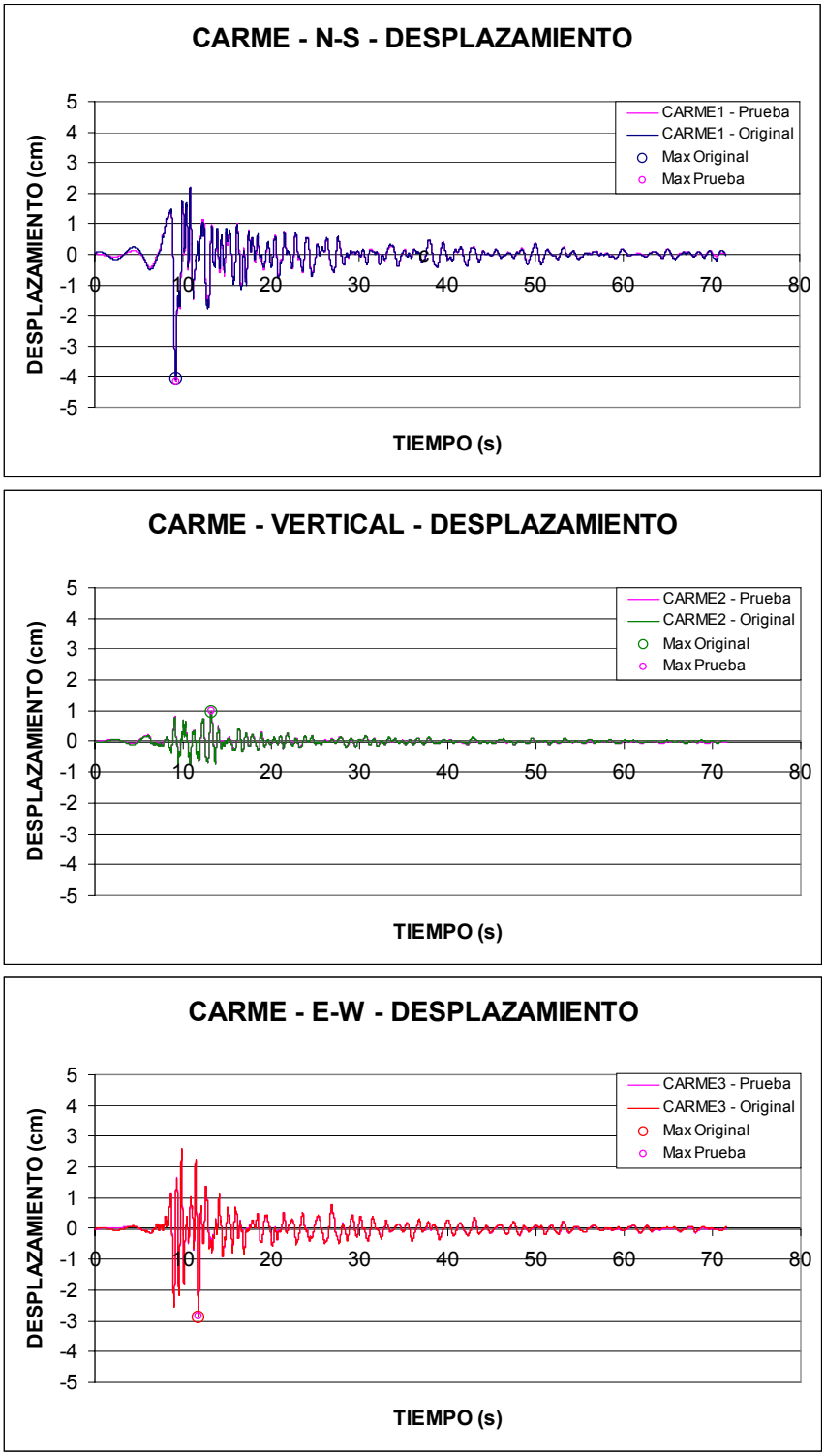


Figura 6. Valores de aceleración contra el tiempo para las tres componentes del registro del sismo del 25 de enero de 1999 en la estación CBART (R = 184 Km)

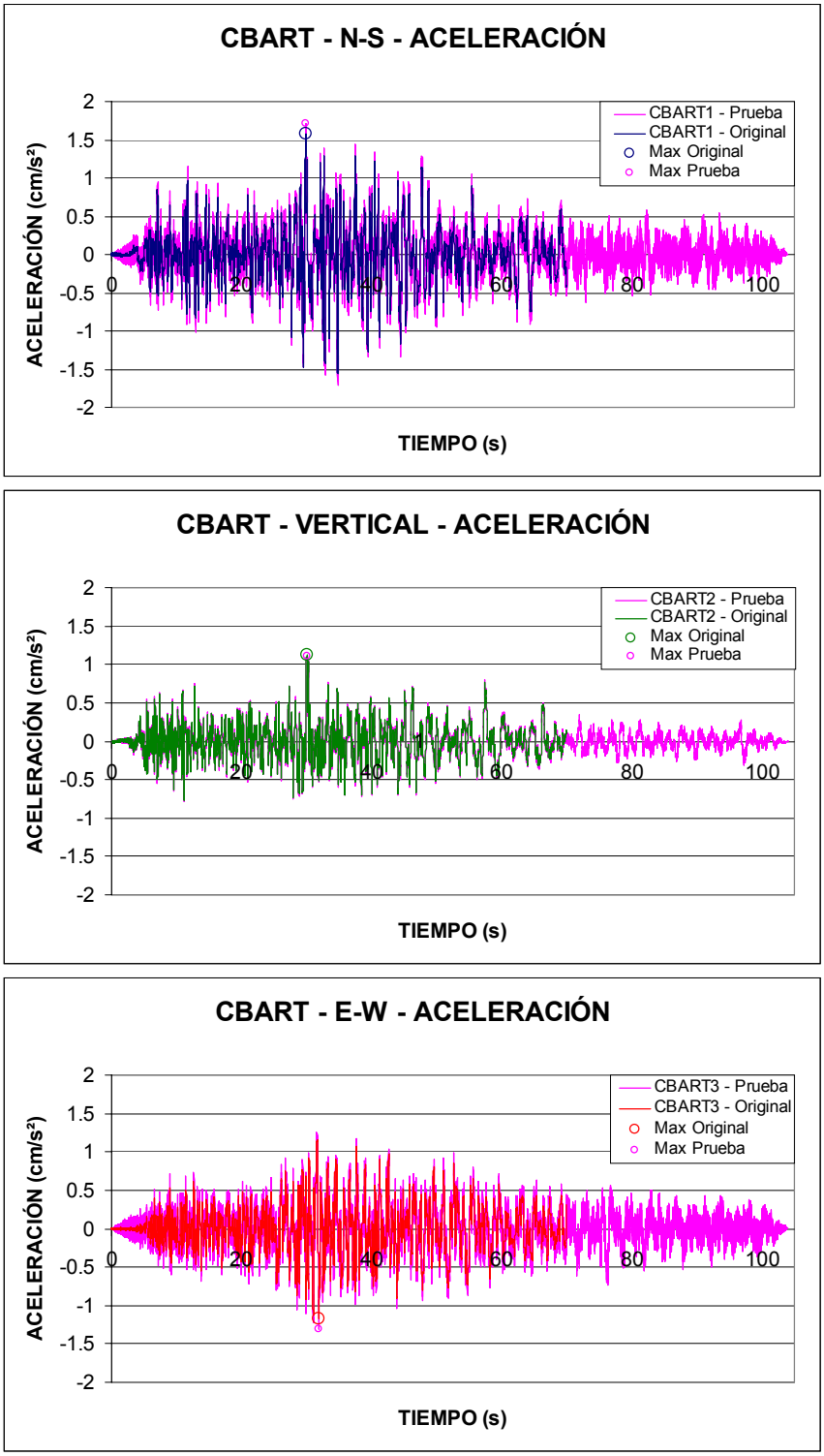


Figura 7. Valores de velocidad contra el tiempo para las tres componentes del registro del sismo del 25 de enero de 1999 en la estación CBART (R = 184 Km)

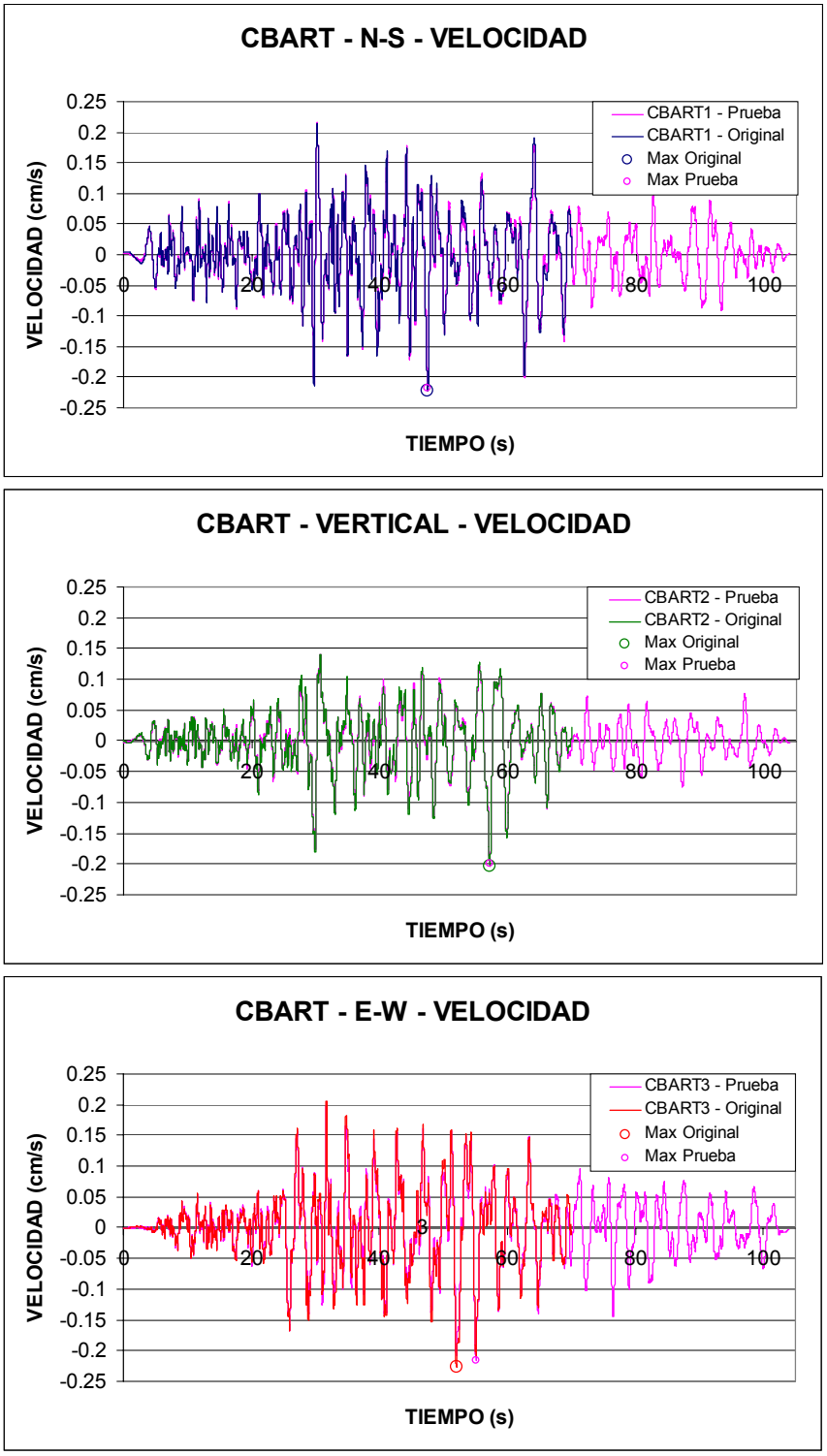
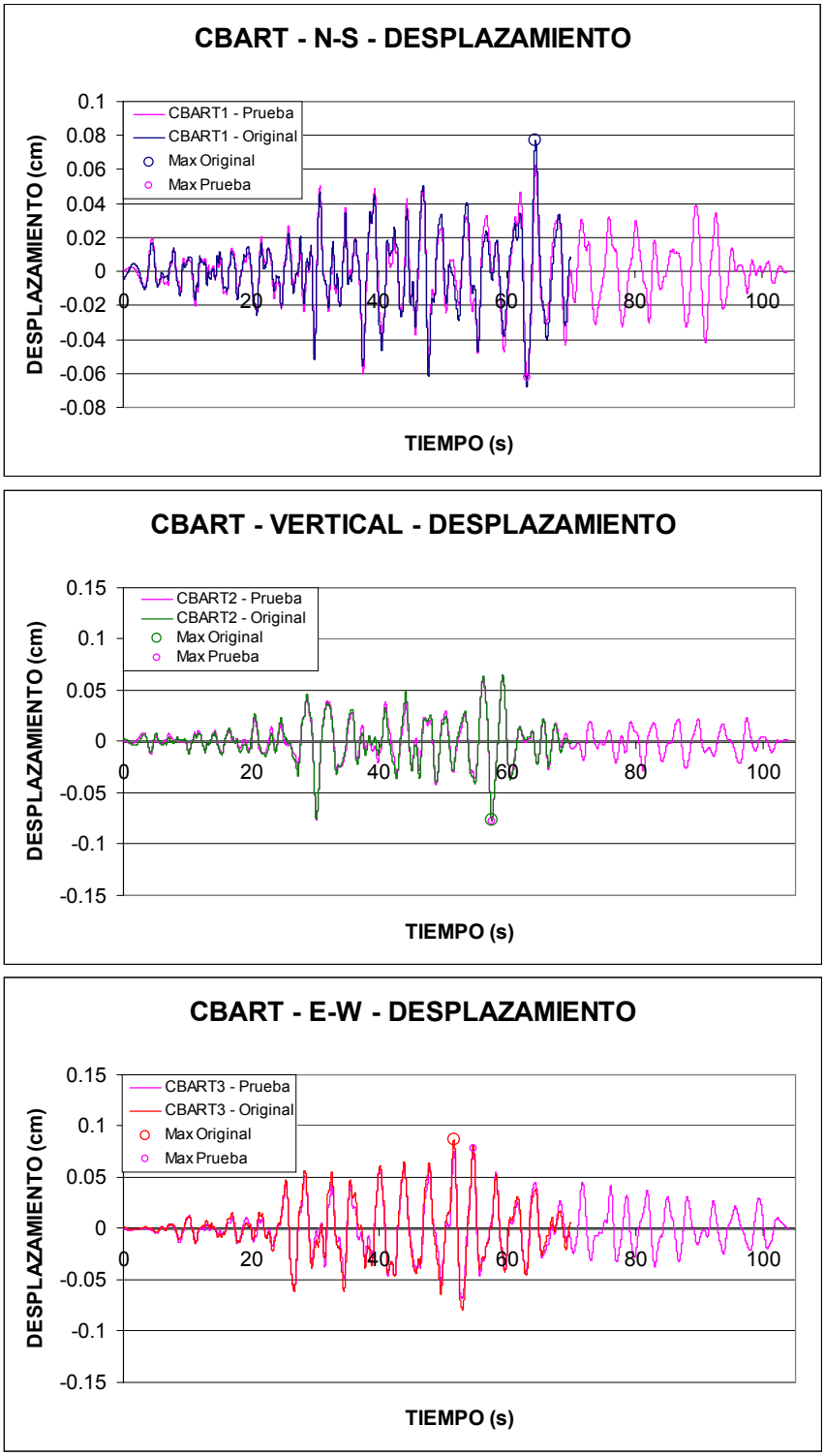


Figura 8. Valores de desplazamiento contra el tiempo para las tres componentes del registro del sismo del 25 de enero de 1999 en la estación CBART (R = 184 Km)



5. CATÁLOGO SÍSMICO DE EVENTOS INDIVIDUALES

Con base en cada uno de los registros interpretados se construye el catálogo sísmico de eventos registrados en la RAB.

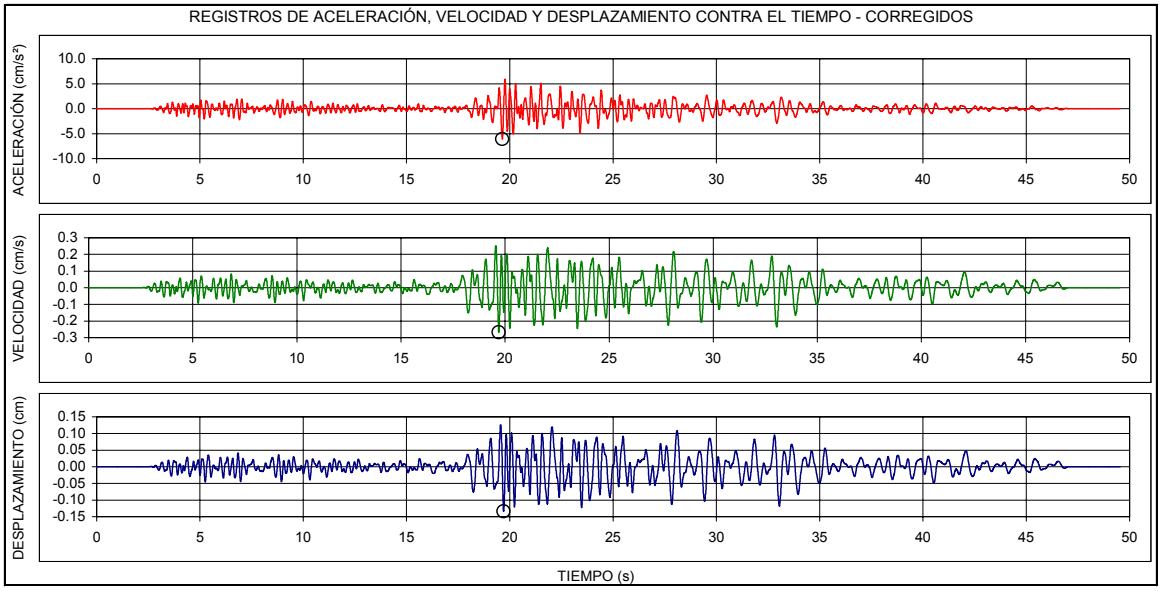
En la Figura 9 se presenta el formato típico utilizado para presentar cada uno de los eventos. El formato contiene la información básica del evento incluyendo el nombre (generalmente identificado a través del municipio más cercano al epicentro), la fecha, la estación y la dirección a la que corresponde el registro. Por otro lado se incluye la información básica de la estación de registro que se está reportando incluyendo el código, las coordenados geográficas, el tipo de aparato, la descripción geológica simplificada, el tipo de topografía superficial, las distancias epicentrales e hipocentrales. Por otro lado se presenta una tabla de resumen con la información del sismo incluyendo la ubicación del epicentro, la hora, las coordenadas geográficas del epicentro, la profundidad, la duración, la magnitud reportada, el nombre del archivo, el canal del aparato de registro y el número total de sitios que registraron el evento. Enseguida aparece un campo donde se indica información básica para la interpretación de los registros tales como el tipo de filtro aplicado y sus características y los valores máximos de aceleración, velocidad y desplazamiento y los tiempos de ocurrencia correspondientes. Luego se presentan las señales contra el tiempo de aceleración, velocidad y desplazamiento, identificando con un círculo la ubicación de los valores máximos. Las últimas cuatro figuras corresponden a los espectros de respuesta de aceleración, velocidad y desplazamiento para coeficientes de amortiguamiento con respecto al crítico del 2%, 5% y 10% y al espectro de amplitudes de Fourier de la señal de aceleración. Esta última corresponde a la señal corregida y filtrada que es la misma que se presenta en la figura descrita arriba.

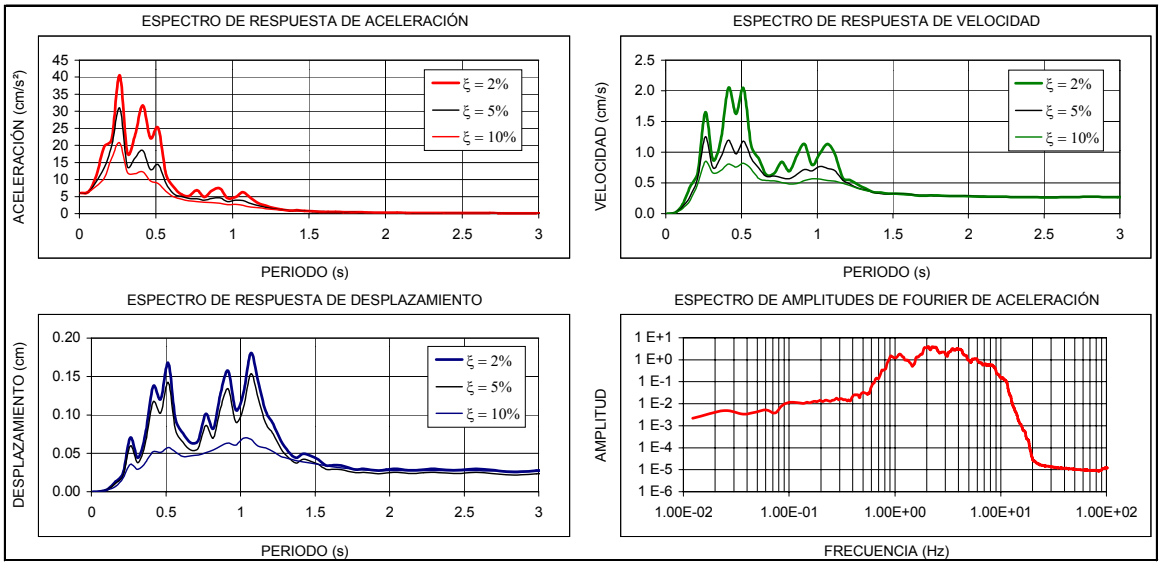
En el Apéndice 1 se presentan los registros interpretados disponibles hasta la fecha.

Figura 9. Formato de presentación del catálogo de eventos sísmicos de la RAB

EVENTO:	FECHA:	ESTACIÓN:	COMPONENTE:
SITIO EPICENTRO	**FECHA EVENTO**	**NOMBRE ESTACIÓN**	**COMPONENTE**

ESTACION DE REGISTRO: NOMBRE ESTACIÓN CODIGO:		LOCALIZACION EPICENTRO: SITIO EPICENTRO HORA:	
LATITUD:	LONGITUD:	LATITUD:	LONGITUD:
APARATO DE REGISTRO:		PROFUNDIDAD:	DURACIÓN:
GEOLOGIA:	TOPOGRAFIA:	MAGNITUD ML:	
EPICENTRO:	HIPOCENTRO:	ARCHVO:	CANAL DE REGISTRO:
		TOTAL SITIOS DE REGISTRO:	
PROCESAMIENTO:	FILTRO BUTTERWORTH ORDEN 6, PASA BANDA 0.25 - 50 Hz		
VALORES MÁXIMOS:	Amax = -6.06 cm/s², T = 19.64 s	Vmax = -0.27 cm/s, T = 19.71 s	Dmax = -0.13 cm, T = 19.71 s





6. INTERPRETACIÓN DE EVENTOS COMPLETOS

Esta opción pretende presentar la información recolectada ya no de manera individual registro por registro sino de manera integrada geográficamente. Se interpreta en este caso evento por evento situando diferentes parámetros de manera geográfica. Solo se someten a este tipo de interpretación aquellos eventos que incluyan un número suficiente de registros para lograr conformar el mapa respectivo.

Los mapas a realizar incluyen un mapa de períodos dominantes del terreno durante un evento particular y mapas de las intensidades sísmicas máximas del terreno (aceleración, velocidad y desplazamiento). Los mapas de períodos dominantes se generan con base en funciones de transferencia empíricas a partir de las cuales es posible detectar el período dominante de vibración. Es importante tener en cuenta que el nivel de confiabilidad en la elaboración de estos mapas será más elevado en la medida que se cuente con mayor información. Este depende naturalmente del número de equipos que logren registrar cada uno de los eventos, lo cual a su vez depende del mantenimiento general que se le de a la red y de la intensidad del sismo en la ubicación de los instrumentos. Los sismos de mayor magnitud y más cercanos serán aquellos que proporcionen la mejor información.

El procedimiento general consiste en sacar los valores de la variable deseada en cada uno de los puntos de registro, y luego con base en información de estudios anteriores, complementar la información (Ingeominas-Uniandes, 1997). Al respecto se utilizarían unas determinadas condiciones de frontera para reflejar la geometría general de los depósitos dominantes.

Una vez analizada la información disponible para eventos completos se seleccionaron únicamente tres eventos en los cuales es posible analizar hasta el momento la información de manera geográfica. Los eventos 6, 7 y 12 que se presentan en la Tabla 2 se seleccionan para llevar a cabo algunos análisis de eventos completos.

7. EFECTOS DE SITIO

Para el caso de la instrumentación colocada en Bogotá, los efectos de sitio hacen referencia principalmente a las amplificaciones o deamplificaciones que pueden llegar a presentarse en cada una de las estaciones de registro. Estas se caracterizan mediante las funciones de transferencia empíricas.

Las funciones de transferencia empíricas se calculan en cada una de las estaciones de registro que tienen información. Para esto se utiliza como estación base la estación ubicada en el Colegio San Bartolomé (CBART), con excepción de las estaciones Universidad Agraria (CUAGR) y en la Escuela general Santander (CGRAL) donde existen aparatos en roca (al fondo de la perforación) y en superficie.

El procedimiento general consiste en evaluar los espectros de amplitud de Fourier en las estaciones base (sitios de roca) y en la estación de interés. Es importante tener en cuenta que los espectros se deben calcular a partir de los acelerogramas corregidos tal como se indicó en el numeral 4.1.

Una vez establecidos los espectros de amplitudes de Fourier se calculan las funciones de transferencia (cociente espectral), haciendo una división punto a punto en el dominio de la frecuencia, del espectro en superficie entre el espectro en roca para ambas estaciones de referencia.

En la Tabla 4 se presentan los sitios para los cuales existe información que permite calcular las funciones de transferencia empíricas. La Figura 9 presenta los resultados obtenidos para el evento del 17 de julio de 1999 (correspondiente al evento 6 de la Tabla 2) para los sitios CEING, CUSAL, CCORP, CPSUB y CAVIA. Los periodos dominantes durante este evento se muestran en la Tabla 5.

Tabla 4. Sitios con información para calcular funciones de transferencia empíricas.

Evento*	Sitios con Información disponible	Registro base
1	CBART	CBART
2	CBART	CBART
3	CBART	CBART
4	CBART, CEING	CBART
5	CBART	CBART
6	CBART, CEING, CUSAL, CCORP, CPSUB, CAVIA	CBART
7	CBART, CEING, CUSAL, CCORP, CUAGR, CPSUB, CTVCA, CFLOD, CAVIA, CFONT, CDIOS, CTUNA, CARTI, CVITE, CGRAL, CRADI	CBART, CUAGR

8	CUAGR, CTVCA	CUAGR
9	CBART, CUAGR	CUAGR
10	CUAGR, CFLOD	CUAGR
11	CUAGR, CTVCA	CUAGR
12	CBART, CEING, CUAGR, CPSUB, CTVCA, CUSAQ	CBART, CUAGR
13	CUAGR	CUAGR
14	CBART, CUAGR, CTVCA	CBART, CUAGR
15	CBART	CBART

*Esta numeración corresponde a la misma de la Tabla 2.

Figura 9. Funciones de transferencia empíricas para el evento del 17 de julio de 1999 en los 5 sitios de registro ubicados en suelo utilizando registro CBART como base.

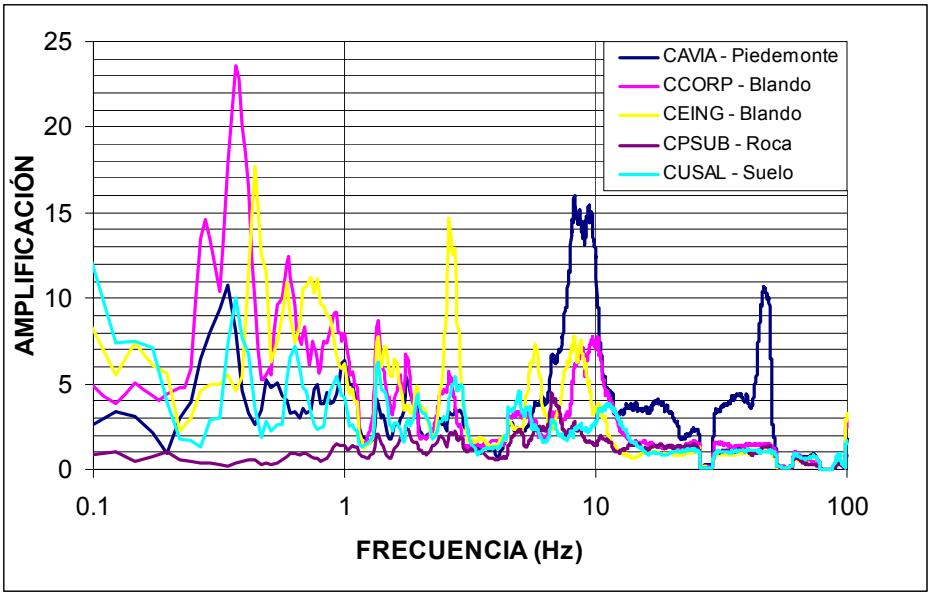


Tabla 5. Períodos dominantes del suelo para el evento del 17 de julio de 1999 en los 5 sitios de registro ubicados en suelo utilizando registro CBART como base.

Registro	Estación de Registro	Características	Período Dominante
1	CAVIA – Edificio Avianca	Piedemonte / Plano	0.12 s
2	CCORP – Universidad Corpas	Blando / Plano	2.7 s
3	CEING – Escuela de Ingeniería	Blando / Plano	2.3 s
4	CPSUB – Estación de Policía Suba	Roca / Ondulado	0.15 s
5	CUSAL – Universidad de La Salle	Suelo / Plano	2.7 s

8. BASE DE DATOS Y SISTEMA DE CONSULTA EN INTERNET (SIRE)

Se presenta el esquema preliminar para la publicación de los resultados del análisis propuesto, con el fin de cumplir con la divulgación de la información y ponerla al servicio de la comunidad.

Se pretende integrar un sistema de consulta de los resultados al sistema SIRE montado por DPAE en Internet. Para esto se propone generar una base de datos gráfica que contenga archivos gráficos de los resultados obtenidos para cada registro.

El mecanismo de consulta propuesto tiene tres niveles principales:

1. CONSULTA DE EVENTOS INDIVIDUALES

2. CONSULTA DE EVENTOS COMPLETOS

3. CONSULTA DE EFECTOS DE SITIO

Dentro de cada uno de los niveles se presentan diferentes tipos de resultados acordes con lo presentado en el Capítulo 4.

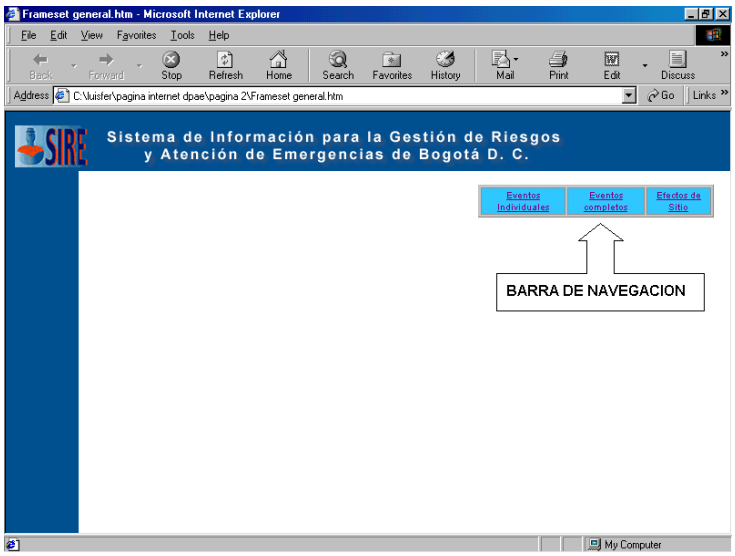
El sistema de consulta no realiza ningún cálculo en la red ya que esto implicaría un procesamiento en tiempo de ejecución que resulta tedioso en innecesario, es un sistema simple compuesto por un visor (applet) que utiliza una base de datos de imágenes previamente elaboradas, con formatos previamente establecidos.

Por lo tanto su actualización se hace sencilla una vez se generen los nuevos archivos gráficos luego de procesar los registros acelerográficos siguiendo la metodología planteada.

A continuación se describen las tres opciones principales y una forma de navegación típica, no siendo esta la única forma de acceder a los registros gráficos en la base de datos:

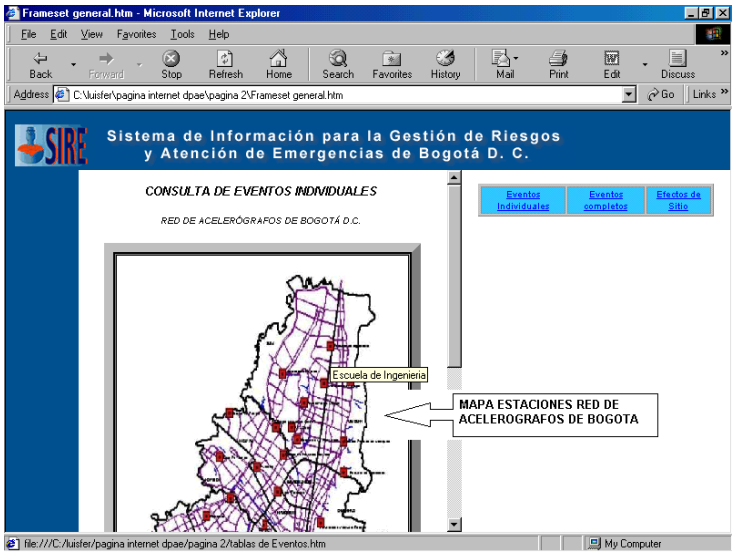
En la Figura 10 se muestra la pagina principal de consulta en la cual se tiene acceso a las diferentes opciones previamente enunciadas, cada uno tiene funciones diferentes y pretende facilitar la consulta de los registros obtenidos en cada estación.

Figura 10. Pagina Principal sistema de consulta en Internet.



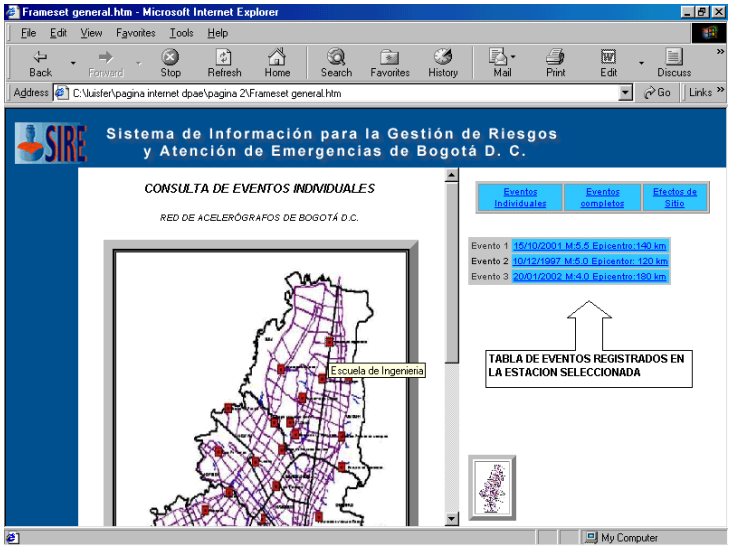
Al seleccionar en la *Barra de Navegación* principal el link de "*Eventos Individuales*", aparece el mapa con las estaciones de la red de sismógrafos de Bogota como se muestra en la Figura 11 , este permite ubicar geográficamente la estación que se desea consultar en la ciudad de Bogota, el mapa es sensible, por lo cual al pasar por cada uno de los puntos donde se encuentra una estación se despliega el nombre de esta y a la vez se puede hacer click para consultar los eventos registrados en la estación seleccionada.

Figura 11. Pagina principal Consulta de Eventos Individuales.



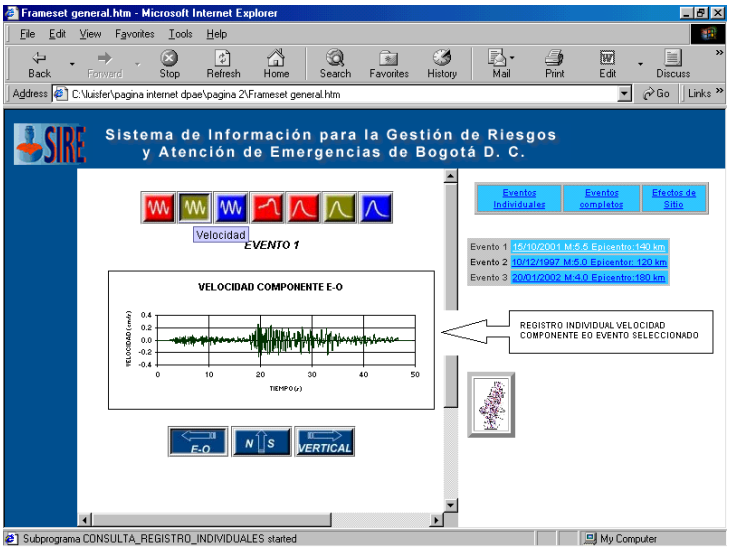
Cuando se hace clic en la estación seleccionada aparece una tabla con los eventos que permite la consulta de los sismos que se han registrado en esta y las características mas importantes de este, como la fecha de ocurrencia, la magnitud y distancia al epicentro, como se muestra en la Figura 12.

Figura 12. Pagina principal Consulta de Eventos Individuales con la tabla de eventos registrados en la estación seleccionada.



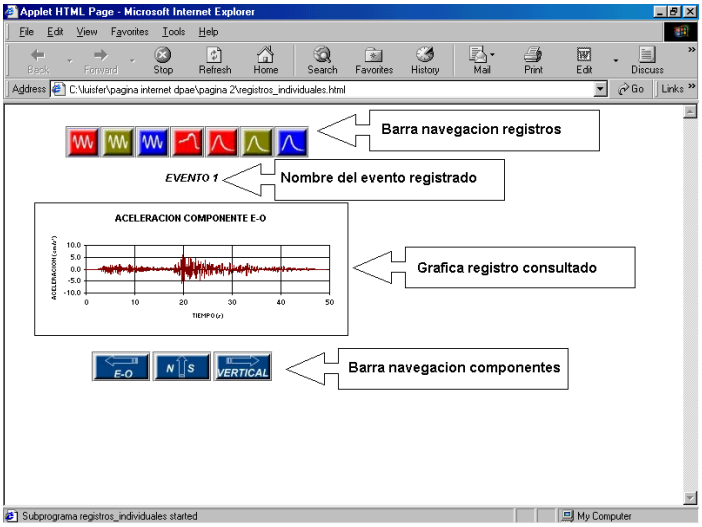
Al seleccionar alguno de los links disponibles en la tabla de eventos que se registraron en la estación escogida, aparece cuatro nuevos elementos en pantalla que componen el visor principal para la consulta de *"Eventos Individuales",* el cual permite acceder las graficas de aceleración, velocidad (integración numérica) , desplazamiento (integración numérica), espectro de Fourier, espectro de aceleración, espectro de velocidad y el espectro de desplazamiento, en cada una de las componentes principales, Este-Oeste, Norte-Sur y Vertical, como se muestra en la Figura 13.

Figura 13. Pagina principal Consulta de Eventos Individuales con la tabla de eventos registrados en la estación seleccionada y visor de graficas.



Estos nuevos elementos tienen como objetivo facilitar la consulta de las graficas del registros del evento seleccionado en la tabla de eventos de cada estación, basados en la Figura 14 se describen a continuación la función de cada uno de los nuevos objetos que aparecen en pantalla.

Figura 14. Visor para la consulta de graficas en Consulta de Eventos Individuales.



Barra navegación registro: al hacer clic en cada uno de los iconos permite visualizar las graficas de los registros del evento elegido, aceleración registrada, velocidad (integración

numérica), desplazamiento (integración numérica), espectro de Fourier, espectro de aceleración, espectro de velocidad y espectro de desplazamientos.

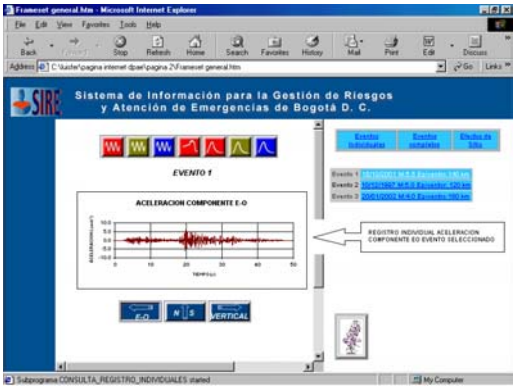
Nombre del evento registrado: muestra de nombre del evento seleccionado en la tabla de eventos de cada estación.

Grafica registro consultado: se muestran la grafica seleccionada por el usuario en la barra de navegación de registros.

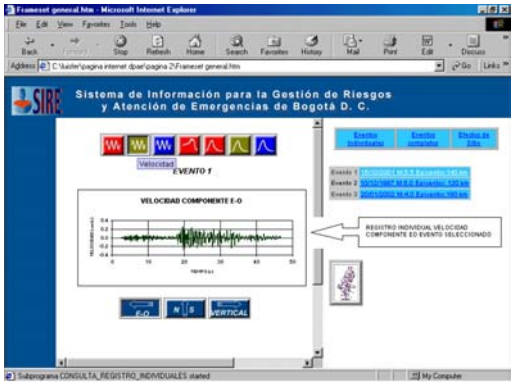
Barra navegación componentes: este conjunto de iconos permite ver la grafica seleccionada en cada una de sus tres componentes, Este-Oeste, Norte-Sur y Vertical.

En las Figuras 15, a, b, c, d, e, f , g muestra una secuencia típica de navegación en el visor de "*Eventos Individuales*" en la componente E-O.

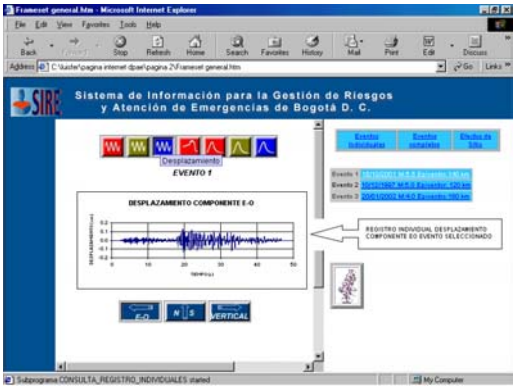
Figuras 15. a, b, c, d, e, f, g. Secuencia de navegación en el visor de "Eventos Individuales".



a. clic en el icono de Aceleración



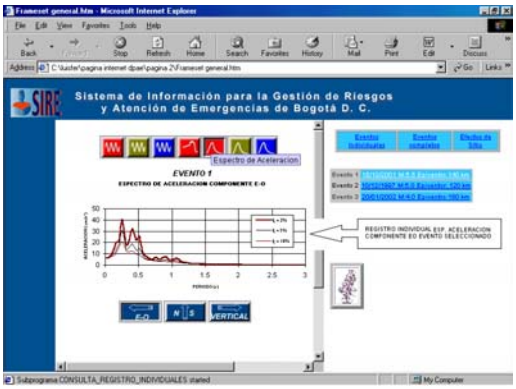
b. clic en el icono de Velocidad



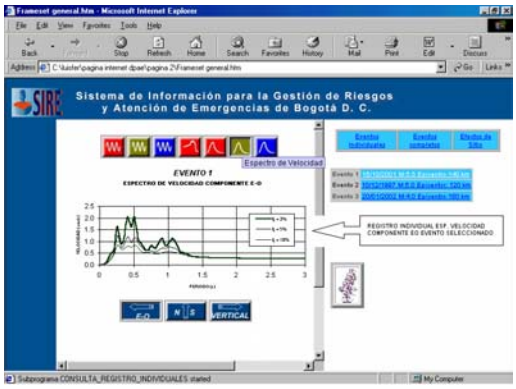
c. clic en el icono de desplazamiento



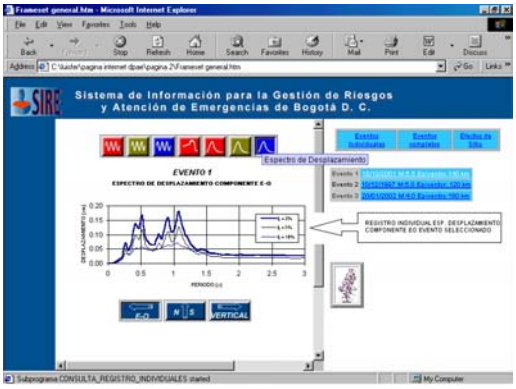
d. clic en el icono de Espectro de Fourier



e. clic en el icono de Espectro de Aceleración



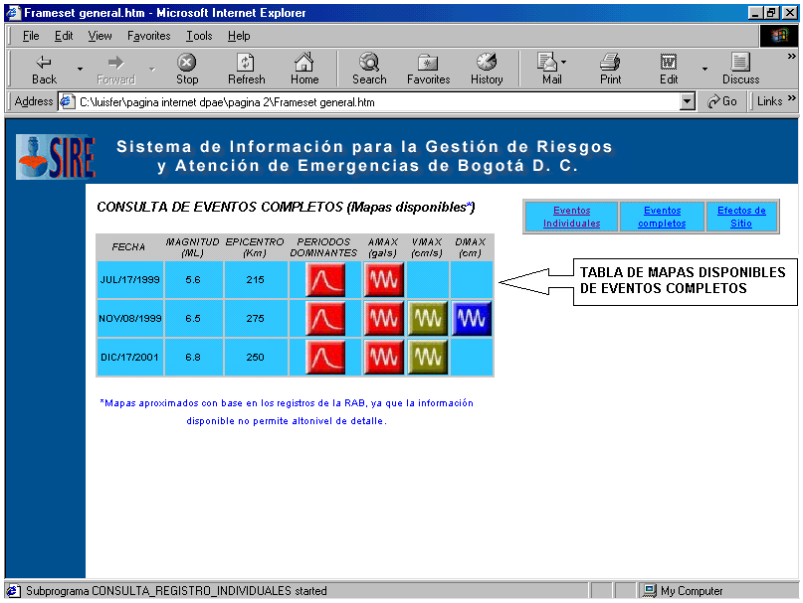
f. clic en el icono de Espectro de Velocidad



g. clic en el icono de Espectro de Desplazamiento

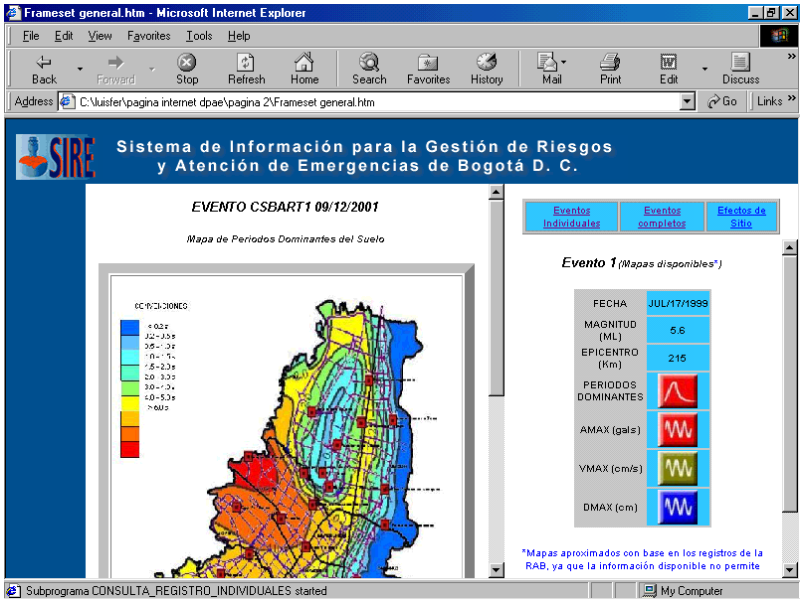
La segunda opción que ofrece la pagina es consultar los mapas de los *"Eventos Completos",* en la cual se pude tener acceso a los mapas de periodos dominantes, aceleración máxima, velocidad máxima y desplazamiento máximo, en algunos casos no es posible disponer de toda la información necesaria para elaborar los mapas, por lo que es limitada la cantidad de estos que podrán ser vistos. Al hacer click en el link de *"Eventos Completos"* aparece una tabla con la información básica de cada evento registrado como la Magnitud, la fecha de ocurrencia y la distancia al epicentro, y una serie de iconos que indican que opciones de la tabla que están disponibles, en los lugares donde no se disponga de información, la casilla de la tabla estará vacía. En la Figura 16 se muestra la tabla con los registros con mapas disponibles.

Figura 16. Pagina principal Eventos Completos.



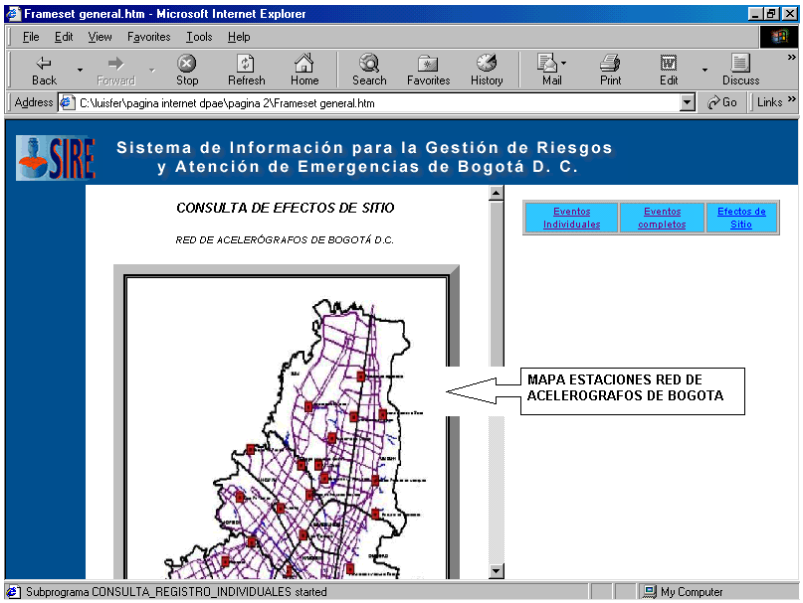
En la Figura 17 se muestran los nuevos objetos que aparecen al hacer clic en una de las casillas de la tabla que se encuentre habilitada, el mapa seleccionado (parte central de la hoja) y una tabla con la información básica del evento y las opciones disponibles (parte derecha de la pantalla), con el fin de facilitar la consulta de mapas del evento de interés.

Figura 17. Mapa y Tabla con la información disponible del evento seleccionado en "Eventos Completos".



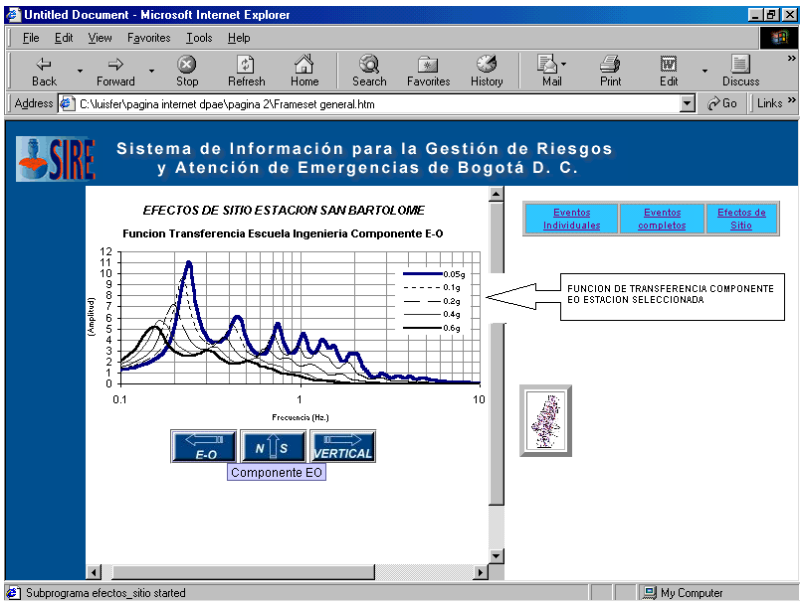
La ultima opción que ofrece la pagina, es la consulta de los *"Efectos de Sitio"* (funciones de transferencia empíricas) para cada una de las estaciones. Al igual que la consulta de *"Eventos Individuales"* lo primero que aparece es un mapa sensible de la red de acelerógrafos de Bogota que permite ubicar espacialmente la estación en la ciudad y a su vez tener acceso a la estación de interés, como se muestra en la Figura 18.

Figura 18. Pagina principal Efectos de Sitio.



Cuando se selecciona una de las estaciones aparece en pantalla la función de transferencia empírica de la estación escogida y la barra de navegación de las componentes que funciona de la misma forma a la explicada previamente en *"Eventos Individuales"*, estos iconos facilitan la consulta de la grafica de cada una de las componentes, Este-Oeste, Norte-Sur y Vertical de la función de transferencia como se muestra en la Figura 19. La secuencia de navegación es similar a la explicada en *"Eventos Individuales"*.

Figura 19. Visor de graficas Efectos de Sitio.



El procedimiento de consulta explicado, no es el único, todas las opciones son independientes, por lo que se puede navegar en el orden que desee el usuario o simplemente consultar la opción deseada sin acceder a las otras.

Todo el funcionamiento de las pagina esta basado en la consulta de graficas tipo .GIF y textos, los cuales permitan hacer la pagina dinámica. A continuación se plantea una forma preliminar de cómo podrían ser organizadas leídas las graficas y los textos para accesarlos desde la base de datos para ser vistos en la pagina de Internet, en la Tabla 6, se observa la organización preliminar de esta.

Tabla 6. Organización preliminar base de datos

ID	Fecha	Graficas de registros y espectros			Graficas Mapas
		Est 1	.....	Est 30	Mapas
Evento 1	d/m/a	Ruta Registros			Ruta Mapas
Evento 2					
Evento n					

Donde:

ID: se refiere al nombre del evento.

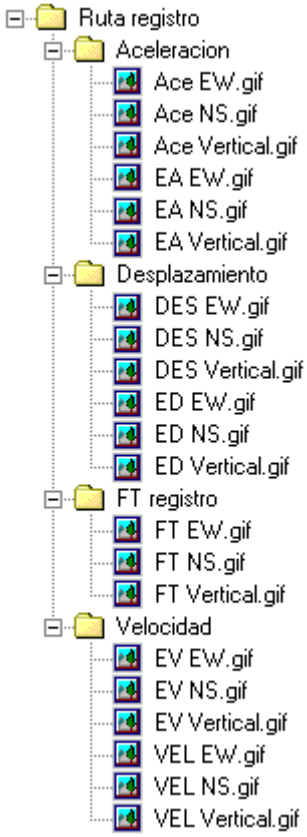
Fecha: la fecha cuando ocurrió el evento.

Graficas de registros y espectros: se organiza en columnas por estación y en filas por evento y en este lugar se ubica la ruta (path) en conde se encuentran las graficas de aceleración, velocidad, desplazamiento y los respectivos espectro, por cada evento.

Graficas de mapas: se organizan por evento (filas) y contiene el path donde se ubican las graficas de mapas disponibles.

Al leer todos estos datos, se puede proceder a mostrarlos en la pagina como se explico anteriormente. En la Figura 20, se muestra como se organizaría el directorio (ruta de registros) donde se encuentran las graficas para ser accesadas y luego visualizadas en la pagina.

Figura 20. Organización ruta de registros de las graficas.



9. CUADRO DE AVANCE DEL PROYECTO

En este punto se conserva el cronograma de actividades propuesto inicialmente, por lo tanto la duración total estimada del proyecto es de 8 meses. En el informe final se incluirán los eventos que se registren hasta dos meses antes de terminada la duración propuesta. A continuación se presenta el cronograma de planeación de las actividades.

Actualmente se está trabajando en la interpretación de los registros siguiendo la metodología planteada, se están estudiando los análisis de eventos completos y el cálculo de las funciones de transferencia. Adicionalmente, se está realizando el catálogo final y el sistema de visualización para ser integrado en el sistema SIRE en Internet.

ACTIVIDAD	MES															
	Oct-00		Nov-00		Dic-00		Ene-01		Feb-01		Mar-01		Abr-01		May-01	
1 Recolección de información																
2 Definición de los procedimientos de interpretación se señales individuales																
3 Definición de los procedimientos de interpretación de eventos completos																
4 Informe No. 1 - Información recopilada y procedimientos de interpretación																
5 Interpretación de señales individuales y reporte de resultados																
6 Informe No. 2 - Análisis de señales individuales y reporte de resultados																
7 Interpretación de resultados globales para eventos independientes																
8 Elaboración del catálogo de eventos registrados e interpretados *																
9 Comparación entre los resultados obtenidos y estudios anteriores																
10 Informe No. 3 - Informe final. Catálogo de eventos registrados e interpretados.																

* Incluye información registrada hasta 2 meses antes de la finalización del convenio

BIBLIOGRAFÍA

Hudson, D.E. 1979. Reading and Interpreting Strong Motion Accelerograms. EERI Engineering Monographs on Earthquake Criteria, Structural Design, and Strong Motion Records, Vol 1.

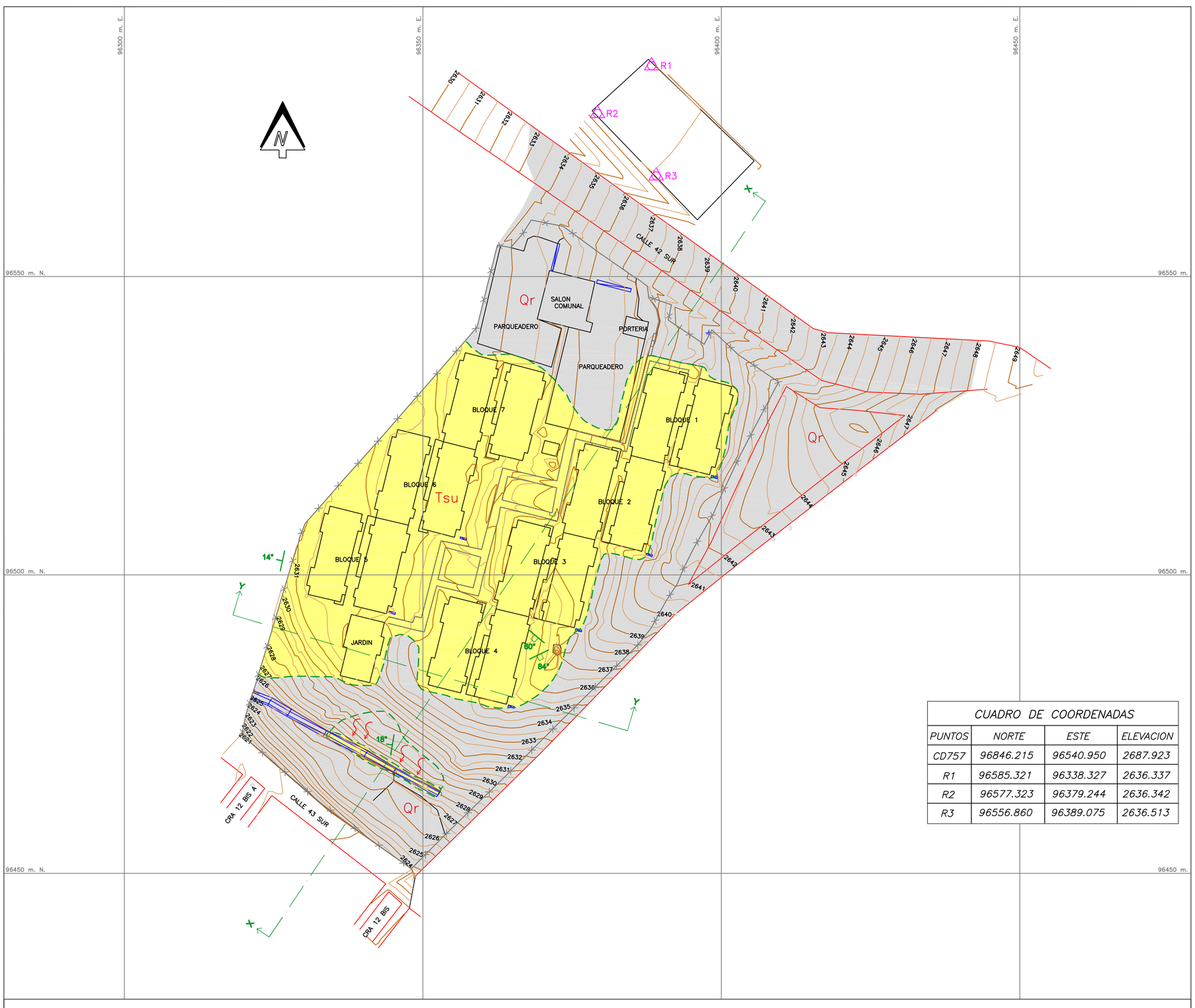
Wilson, D.W. 1999. Signal Processing and Filtering of Raw Accelerometer Records. http://cgm.engr.ucdavis.edu/pubs/signal_body.html

USGS - United States Geological Survey. 2000. Notes on the Processing of Digitally Recorded Data. http://nsmp.wr.usgs.gov/processing.html

Soliman, S., Srinath, M. 1990. Continuous and Discrete Signals and Systems. Prentice Hall

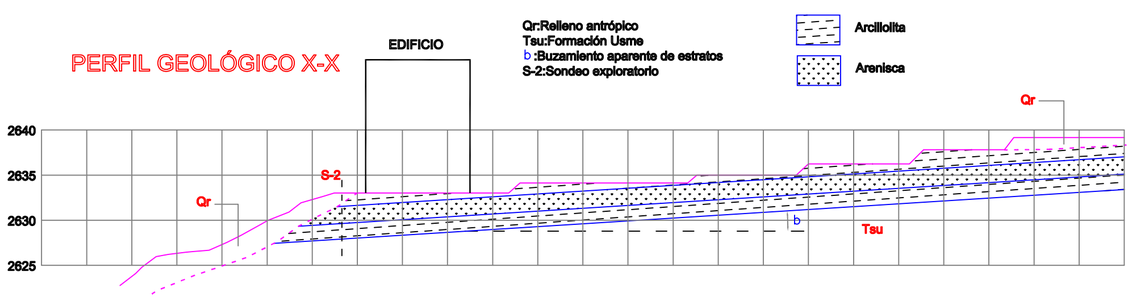
INGEOMINAS. 1999. Boletín de Movimiento Fuerte – Volumen Especial – Sismo del Quindío – Enero 25 de 1999.

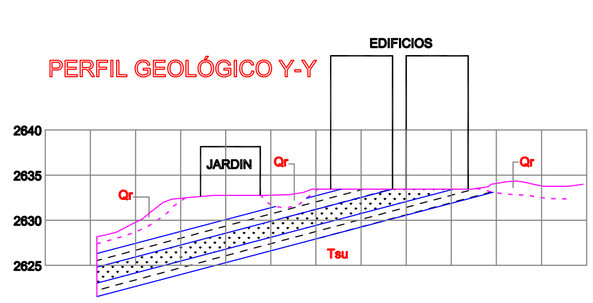
INGEOMINAS, Universidad de Los Andes. 1997 Microzonificación sísmica de Santa Fe de Bogotá. Publicaciones Ingeominas.



CUADRO DE COORDENADAS			
PUNTOS	NORTE	ESTE	ELEVACION
CD757	96846.215	96540.950	2687.923
R1	96585.321	96338.327	2636.337
R2	96577.323	96379.244	2636.342
R3	96556.860	96389.075	2636.513

PERFILES GEOLÓGICOS ESCALA 1:500





Secretaria
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTA D.C.

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

CIVILES LTDA
INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y PLANTEAMIENTO DE LAS OBRAS CORRECTIVAS EN EL BARRIO LA RESURRECCIÓN - UNIDAD RESIDENCIAL SANTA SOFÍA SUR

LOCALIDAD RAFAEL URIBE URIBE

CONTRATO No. CONS-391/02

PLANO GEOLÓGICO LOCAL

CONVENCIONES

- Contacto litológico aproximado.
- 14° Orientación y buzamiento de estratos.
- 60° Orientación y buzamiento de diaclasas.
- Ruptamiento.
- Perfil geológico.

Qr Rellenos antrópicos. Arcilla limosa, color gris; localmente revuelta con escombros de construcción. Húmedos y con baja compacidad.

Tsu Formación Usme. Intercalación de capas de arcillolitas, arcillolitas arenosas y areniscas arcillosas color gris claro. Poseen plano de diaclasa con películas de oxidos de hierro. Hacia el costado suroeste estan un poco meteorizadas.

0 5 10 20 30 40 50
ESCALA GRAFICA EN METROS

ESCALA 1:500

COORDENADAS CON ORIGEN BOGOTA CON COORDENADAS GEOGRAFICAS 04° 41' 00.00" DE LATITUD NORTE Y 74° 09' 00.00" DE LONGITUD AL OESTE DE GREENWICH AL CUAL SE LE ASIGNARON LAS COORDENADAS PLANAS 109320.965 METROS NORTE Y 92334.879 METROS AL ESTE RESPECTIVAMENTE, DATUM OBSEVATORIO ASTRONOMICO DE BOGOTA PLANO DE PROYECCION 2550.000 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR.

DICIEMBRE DE 2002

Plano 3 de 4