



REPORTE PRELIMINAR

**Parámetros del Movimiento del Suelo
Sismo de Puebla-Morelos (Mw 7.1)
19 de septiembre de 2017**

**Elaboró:
Unidad de Instrumentación Sísmica
Coordinación de Ingeniería Sismológica**

Ciudad de México
Septiembre, 2017

www.iingen.unam.mx

1. Información Básica

El día 19 de septiembre de 2017, a las 18:14:40 hora GMT (13:14:40 hora local del centro de México) se registró un sismo de magnitud $M_w 7.1$ ($M_o = 4.31 \times 10^{26}$ dyn-cm) ubicado al sureste de Axochiapan, Morelos y a 120 km de la Ciudad de México (Servicio Sismológico Nacional, 2017). Los datos hipocentrales fueron: 18.40 latitud N, -98.72 longitud W y 57 km de profundidad (Servicio Sismológico Nacional, 2017). La figura 1 muestra la localización geográfica del epicentro y las estaciones cercanas que registraron el evento.

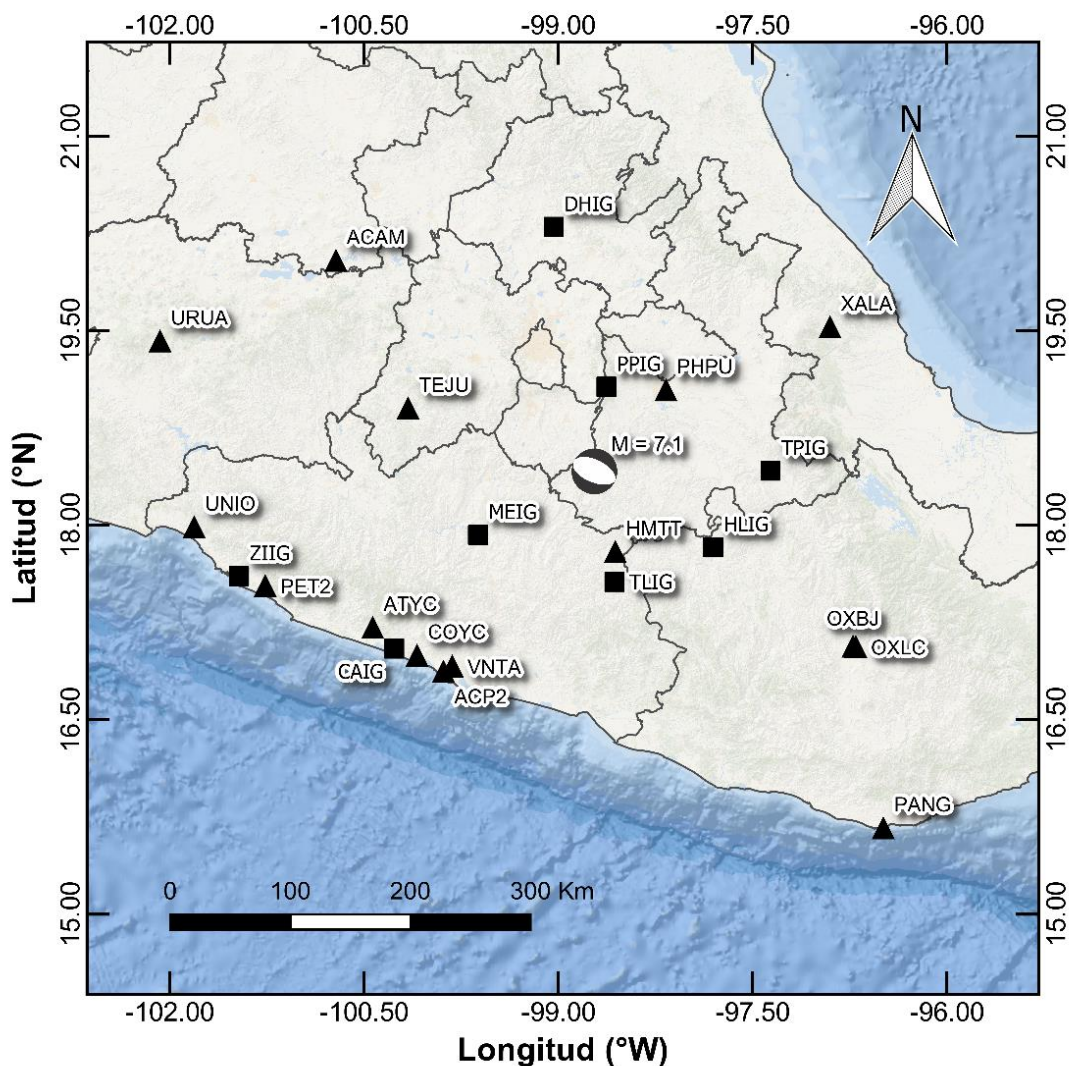


Figura 1. Mecanismo focal y estaciones acelerográficas cuya información se recibió inmediatamente después del sismo. Las estaciones son operadas por el Instituto de Ingeniería (triángulos) y el Instituto de Geofísica (cuadrados) de la UNAM.

2. Parámetro de Intensidad del Movimiento del Suelo

Las tablas 1a y 1b resumen los valores máximos del movimiento del suelo registrado por la Red Acelerográfica de Movimientos Fuertes del Instituto de Ingeniería (IINGEN) y el Servicio Sismológico Nacional (SSN) del Instituto de Geofísica (IGEOF) de la UNAM, respectivamente. La distribución de las estaciones que se recibieron inmediatamente después de la ocurrencia están ubicadas a distancias epicentrales que oscilan entre los 70 y 560 km. La aceleración máxima (PGA) registrada por el Instituto de Ingeniería fue de aproximadamente 170 cm/s² en la estación Lomas Estrella (LEAC), ubicada a una distancia epicentral de 109 km. Los valores máximos de velocidad (PGV) fueron obtenidos integrando la señal de aceleración, corrigiendo por línea base y aplicando un filtro pasabanda (entre 0.1-10 Hz).

Tabla 1a. Localización de las estaciones del IINGEN y valores máximos registrados.

Inst.	Clave	Estado	Localización		PGA (cm/s ²)	PGV (cm/s)
			Latitud	Longitud		
IINGEN	HMTT	Guerreo	17.80	-98.56	170.47	10.84
IINGEN	PHPU	Puebla	19.04	-98.17	141.73	9.41
IINGEN	TEJU	México	18.90	-100.16	83.30	3.44
IINGEN	ACP2	Guerreo	16.87	-99.89	35.36	1.25
IINGEN	OXLC	Oaxaca	17.07	-96.70	22.52	2.03
IINGEN	ATYC	Guerrero	17.21	-100.43	18.69	0.92
IINGEN	COYC	Guerrero	17.00	-100.09	18.32	0.72
IINGEN	OXBJ	Oaxaca	17.07	-96.72	18.11	1.45
IINGEN	VNTA	Guerrero	16.91	-99.82	12.83	0.87
IINGEN	PET2	Guerrero	17.54	-101.26	10.03	0.61
IINGEN	XALA	Veracruz	19.53	-96.90	8.32	1.35
IINGEN	UNIO	Guerrero	17.99	-101.81	6.08	0.66
IINGEN	URUA	Michoacán	19.42	-102.07	6.04	0.88
IINGEN	NILT	Oaxaca	16.57	-94.62	5.98	0.32
IINGEN	PANG	Oaxaca	15.67	-96.49	4.68	0.53
IINGEN	ACAM	Guanajuato	20.04	-100.72	4.48	1.23
IINGEN	COMA	Colima	19.33	-103.76	2.23	0.55
IINGEN	CHPA	Chiapas	16.25	-93.91	2.16	0.23

Tabla 1b. Localización de estaciones del IGEOFy valores máximos registrados.

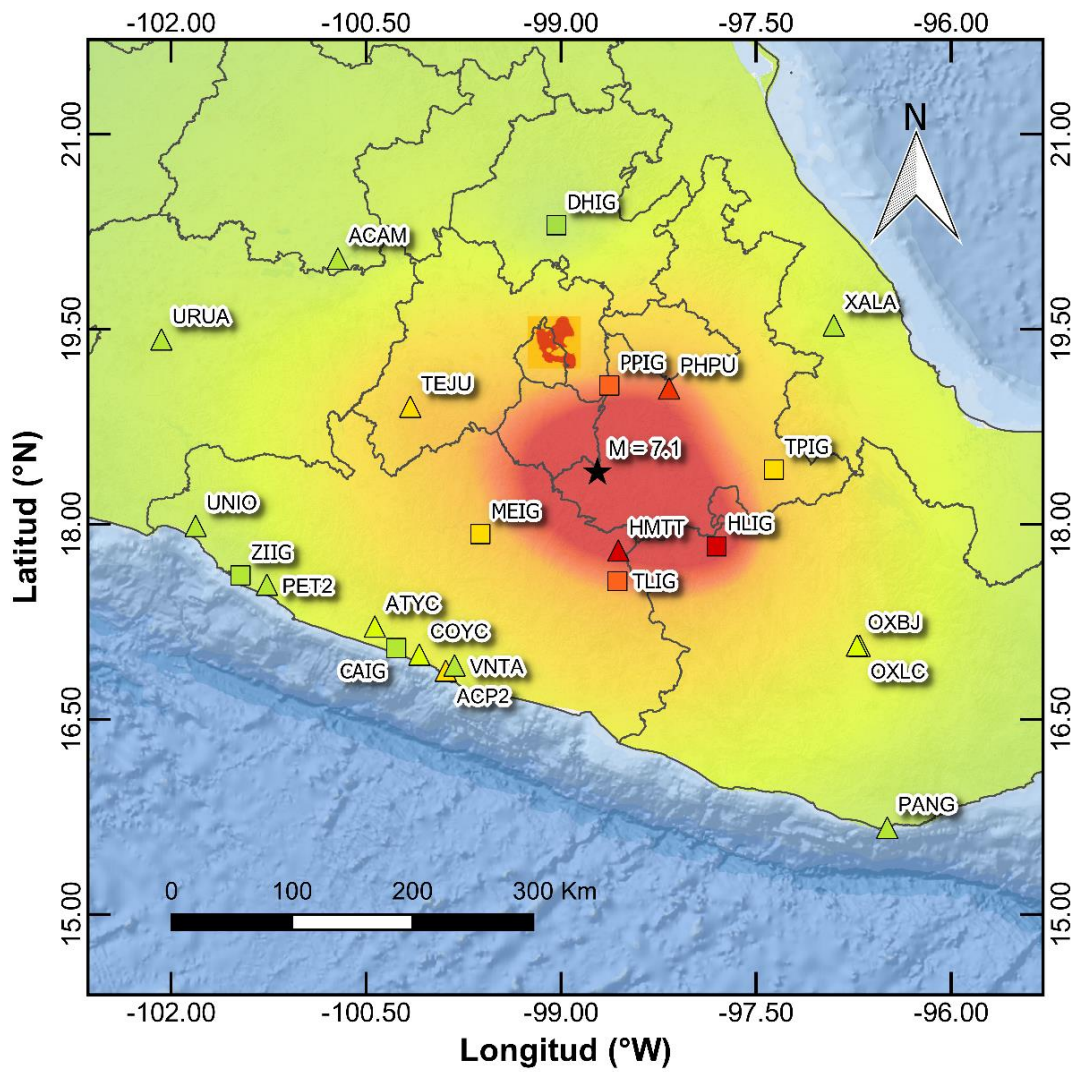
Inst.	Clave	Estado	Localización		PGA (cm/s ²)	PGV (cm/s)
			Latitud	Longitud		
IGEOF	PPIG	México	19.07	-98.63	112.62	12.96
IGEOF	TLIG	Guerrero	17.56	-98.57	110.70	3.90
IGEOF	MEIG	Guerrero	17.92	-99.62	74.59	2.42
IGEOF	TPIG	Puebla	18.42	-97.36	71.34	7.41
IGEOF	CAIG	Guerrero	17.05	-100.27	8.07	0.42
IGEOF	ZIIG	Guerrero	17.61	-101.46	4.19	0.50
IGEOF	CMIG	Oaxaca	17.09	-94.88	2.99	0.35
IGEOF	DHIG	Hidalgo	20.30	-99.04	2.73	0.80
IGEOF	MMIG	Michoacán	18.29	-103.35	2.14	0.34
IGEOF	TUIG	Veracruz	18.03	-94.42	2.07	0.33

Empleando la información regional registrada junto con estimaciones del movimiento se generaron mapas de intensidades. Las estimaciones, basadas en las ecuaciones de predicción de movimiento de García *et al.* (2005), y los datos obtenidos de las estaciones acelerográficas se utilizaron para que el programa GenMaps (2016), mediante el método de interpolación Kriging Bayesiano propuesto por Kitanidis (1986), haga los cálculos necesarios. La figura 2 muestra el mapa de Aceleración Máxima del Suelo (PGA) del evento en cuestión.

En la Ciudad de México la aceleración máxima registrada en la estación de la Ciudad Universitaria fue de 58.8 cm/s² y su registro fue utilizado para hacer el cálculo de los valores de aceleración y respuesta espectral en la capital del país. La figura 3 ilustra la distribución de la aceleración pico.

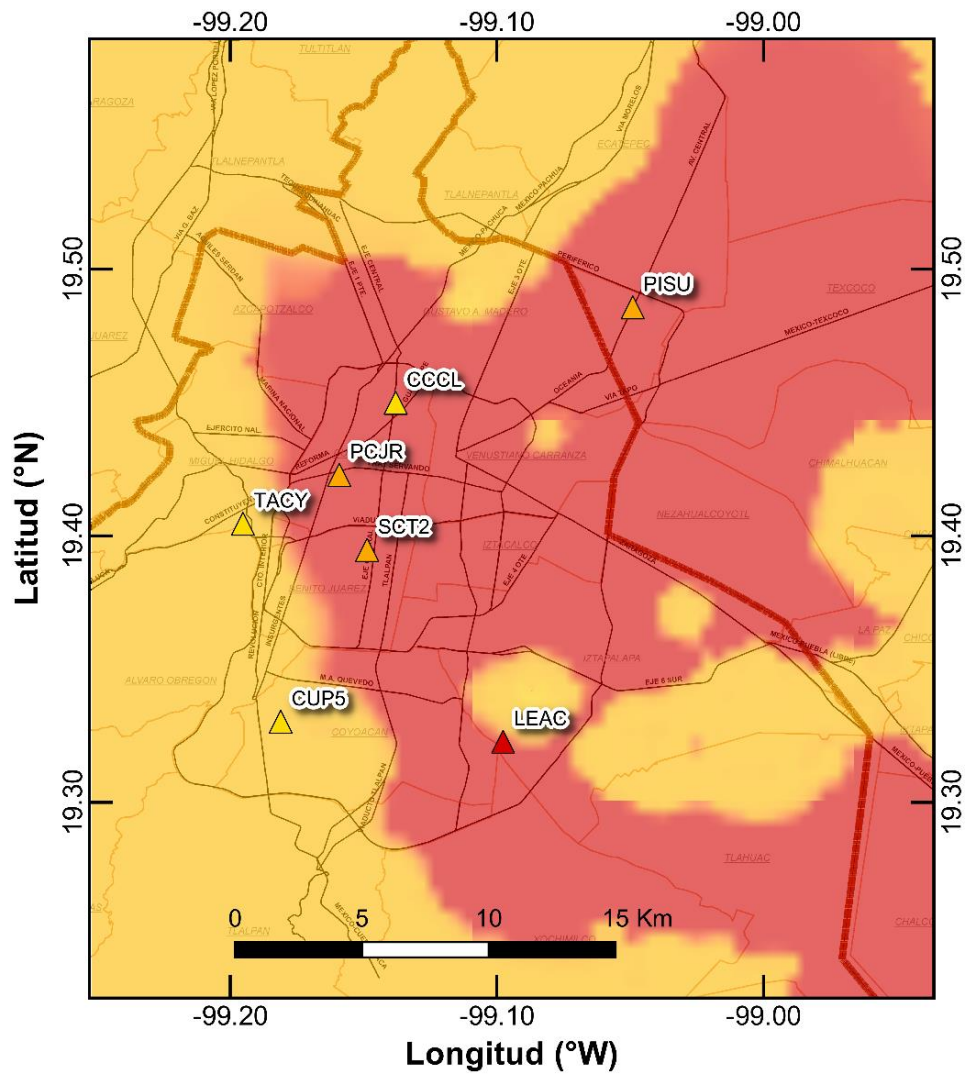
3. Acelerogramas y Espectros de Respuesta

Las figuras 4a y 4b muestra algunos acelerogramas registrados en las estaciones operadas por el IINGEN, así como los espectros de respuesta de aceleración SA, con amortiguamiento crítico del 5%, obtenidos para las 3 componentes ortogonales (Norte-Sur, Este-Oeste y Vertical) del movimiento del suelo. Las señales mostradas fueron corregidas por línea base. La tabla 2(a, b y c) muestra los valores máximos de aceleración y velocidad obtenidas para cada estación y canal. Se incluyen los valores de aceleración espectral para los periodos T = 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 3.0 s, indicando el máximo valor de SA y el periodo asociado.



PGA (cm/s ²)	<1	2	4	11	30	90	110	130	>150
Percepción del movimiento	Leve			Moderado			Fuerte		

Figura 2. Mapa de Intensidad de la Aceleración Máxima del Suelo (PGA).



PGA (cm/s ²)	<1	2	4	11	30	90	110	130	>150
Percepción del movimiento	Leve			Moderado			Fuerte		

Figura 3. Mapa de Intensidad de la Aceleración Máxima del Suelo (PGA) en la Ciudad de México.

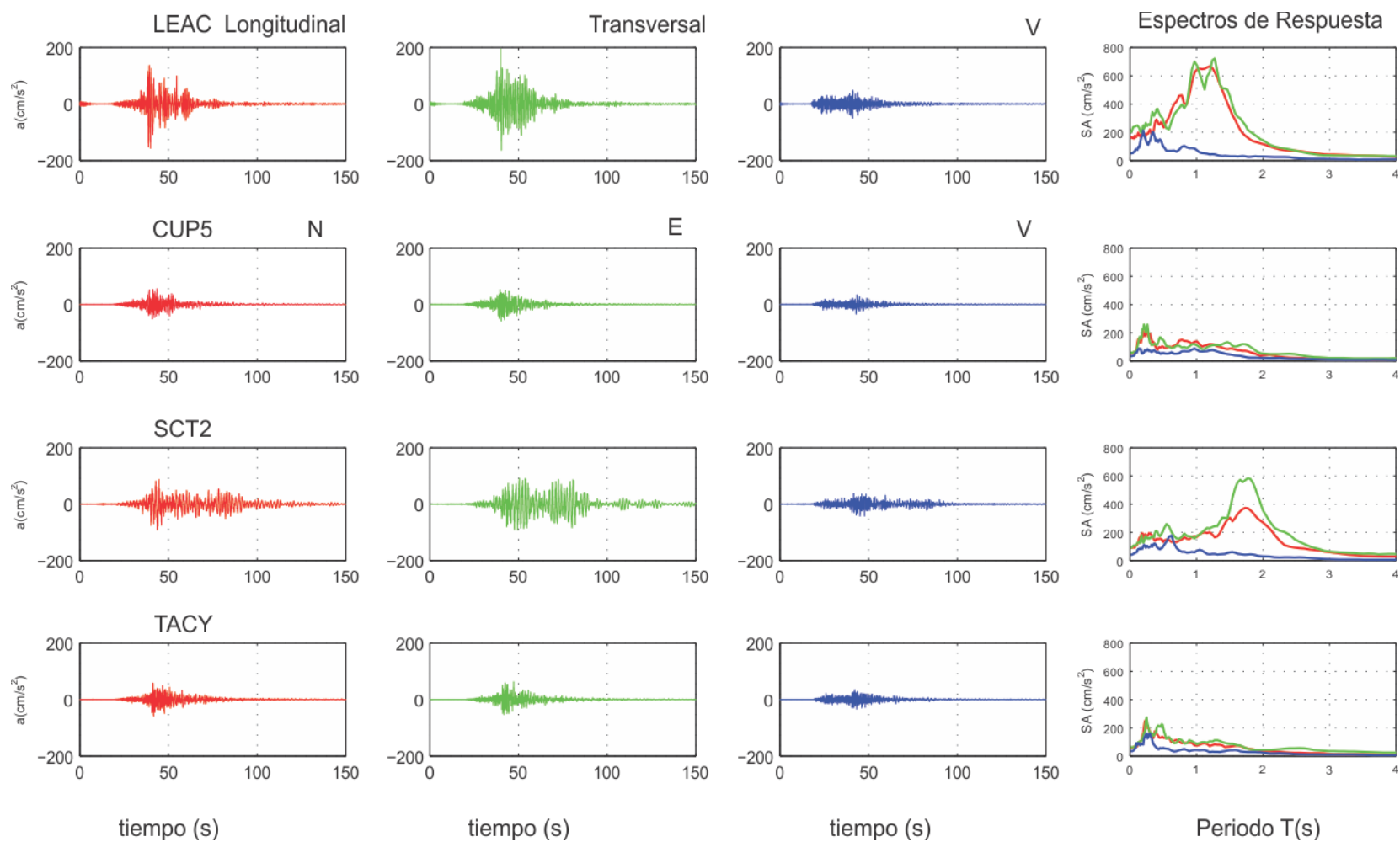


Figura 4a. Acelerogramas registrados y espectros de respuesta estimados para los registros obtenidos durante el sismo del 19 de septiembre de 2017 (Mw 7.1). Las componentes longitudinal o norte-sur (N), transversal o este-oeste (E) y vertical (V) corresponden a las líneas continuas en rojo, verde y azul, respectivamente. La escala es la misma para todos los acelerogramas.

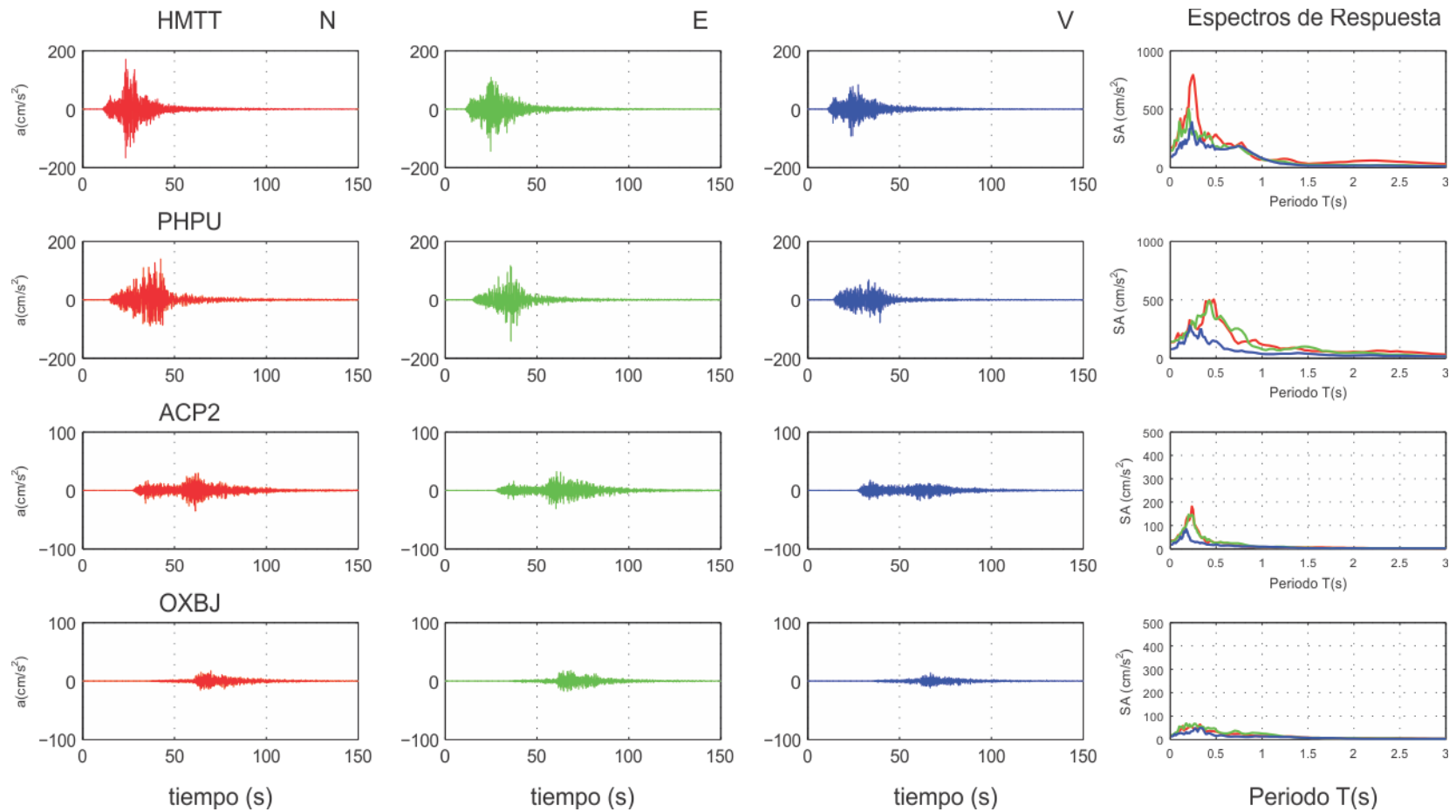


Figura 4b. Acelerogramas registrados y espectros de respuesta estimados para los registros obtenidos durante el sismo del 19 de septiembre de 2017 (Mw 7.1). Las componentes norte-sur (N), este-oeste (E) y vertical (V) corresponden a las líneas continuas en rojo, verde y azul, respectivamente.

Tabla 2a. Valores máximos de aceleración y velocidad obtenidos para cada estación y canal. Se incluyen los valores de aceleración espectral (SA) para los periodos T = 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 3.0 s. Se indica el máximo valor de SA y el periodo asociado.

Acelerograma	Canal	PGA (cm/s ²)	PGV (cm/s)	Aceleración Espectral (SA)							T(SA _{max}) (s)	SA _{max} (cm/s ²)
				(T=0.1s)	(T=0.3s)	(T=0.5s)	(T=1s)	(T=1.5s)	(T=2s)	(T=3s)		
HMTT1709.191	N	170.47	10.84	299.50	424.78	282.77	67.60	33.19	52.93	27.12	0.23	748.12
HMTT1709.191	E	143.87	6.71	271.25	245.58	179.60	71.71	23.44	21.61	13.22	0.17	324.96
HMTT1709.191	V	91.71	7.33	164.48	203.47	160.69	80.97	15.68	16.29	9.89	0.23	368.02
PHPU1709.191	N	139.46	8.85	166.80	250.32	408.32	117.07	66.09	54.57	30.49	0.39	494.26
PHPU1709.191	E	141.73	9.41	153.72	367.62	332.90	78.43	97.87	47.16	15.80	0.45	452.93
PHPU1709.191	V	77.73	4.49	108.82	170.63	147.51	36.40	37.81	23.07	13.78	0.34	249.12
TEJU1709.191	N	83.30	3.44	145.47	110.99	99.03	59.44	14.83	11.58	7.07	0.17	273.42
TEJU1709.191	E	54.03	2.50	105.65	130.41	61.90	25.55	7.38	3.73	1.56	0.17	172.85
TEJU1709.191	V	29.51	1.98	43.80	85.03	37.45	19.73	10.75	4.22	2.20	0.28	82.96
ACP21709.191	N	35.36	1.25	52.49	80.40	27.14	6.17	4.99	3.40	1.47	0.23	156.98
ACP21709.191	E	32.29	1.24	49.62	67.24	26.24	8.70	4.45	2.75	2.02	0.23	137.32
ACP21709.191	V	17.72	0.84	33.09	28.24	18.27	8.69	2.60	2.59	1.55	0.17	84.12
OXLC1709.191	N	22.52	1.41	29.85	74.19	52.22	19.79	11.28	8.75	3.63	0.28	86.33
OXLC1709.191	E	21.73	2.03	25.82	89.86	43.40	48.98	16.76	8.07	3.39	0.34	97.66
OXLC1709.191	V	12.05	1.42	18.09	43.66	21.86	15.68	10.73	5.88	2.55	0.23	39.61
ATYC1709.191	N	14.42	0.92	32.46	30.37	20.46	8.72	5.37	2.75	2.89	0.12	49.12
ATYC1709.191	E	18.69	0.65	54.07	20.62	14.44	7.73	5.25	2.36	2.73	0.12	54.54
ATYC1709.191	V	16.69	0.60	30.18	22.95	17.24	9.15	4.81	2.82	2.00	0.23	26.16

Tabla 2b. Valores máximos de aceleración y velocidad obtenidos para cada estación y canal. Se incluyen los valores de aceleración espectral (SA) para los periodos T = 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 3.0 s. Se indica el máximo valor de SA y el periodo asociado.

Acelerograma	Canal	PGA (cm/s ²)	PGV (cm/s)	Aceleración Espectral (SA)							T(SA _{max}) (s)	SA _{max} (cm/s ²)
				(T=0.1s)	(T=0.3s)	(T=0.5s)	(T=1s)	(T=1.5s)	(T=2s)	(T=3s)		
COYC1709.191	N	16.88	0.49	45.10	23.21	10.78	6.75	3.82	3.08	1.10	0.12	60.30
COYC1709.191	E	18.32	0.72	43.64	16.94	12.51	9.65	3.77	2.20	2.10	0.12	85.89
COYC1709.191	V	11.00	0.45	29.61	13.78	10.80	9.54	2.97	1.90	2.10	0.12	29.11
OXBJ1709.191	N	17.22	0.95	30.57	51.10	33.38	14.25	7.59	4.81	2.87	0.34	56.81
OXBJ1709.191	E	18.11	1.45	42.92	54.62	40.95	25.98	7.19	5.42	2.93	0.17	68.56
OXBJ1709.191	V	13.79	0.84	21.99	34.65	15.89	12.62	6.88	3.46	2.48	0.34	48.99
VNTA1709.191	N	10.29	0.79	19.36	18.56	17.78	11.18	4.05	2.66	1.65	0.12	27.45
VNTA1709.191	E	10.63	0.87	16.56	21.69	16.29	10.91	4.85	2.66	1.71	0.34	33.22
VNTA1709.191	V	12.83	0.74	22.72	12.73	10.72	9.28	5.14	3.23	1.63	0.17	31.51
PET21709.191	N	9.85	0.61	23.79	19.98	10.60	6.66	4.21	3.00	2.34	0.17	27.37
PET21709.191	E	10.03	0.41	20.10	21.58	7.43	5.46	3.26	2.60	1.33	0.12	30.76
PET21709.191	V	7.15	0.40	12.06	12.88	7.20	4.54	2.80	1.99	1.55	0.17	22.87
XALA1709.191	N	8.32	1.35	8.56	17.72	21.27	16.66	16.54	9.26	5.07	0.39	23.05
XALA1709.191	E	8.31	1.34	8.66	17.87	28.08	10.55	9.68	7.04	6.20	0.45	37.36
XALA1709.191	V	5.70	0.88	6.13	14.76	13.16	10.90	8.01	7.23	5.11	0.34	16.00
UNIO1709.191	N	5.03	0.66	8.77	13.60	11.71	6.99	4.82	4.23	2.95	0.23	16.04
UNIO1709.191	E	6.08	0.38	11.10	17.42	8.28	4.36	3.20	1.95	0.89	0.34	23.70
UNIO1709.191	V	4.74	0.49	8.16	16.01	9.47	5.44	3.01	2.45	1.18	0.28	16.43

Tabla 2c. Valores máximos de aceleración y velocidad obtenidos para cada estación y canal. Se incluyen los valores de aceleración espectral (SA) para los periodos T = 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 3.0 s. Se indica el máximo valor de SA y el periodo asociado.

Acelerograma	Canal	PGA (cm/s ²)	PGV (cm/s)	Aceleración Espectral (SA)						T(SA _{max}) (s)	SA _{max} (cm/s ²)	
				(T=0.1s)	(T=0.3s)	(T=0.5s)	(T=1s)	(T=1.5s)	(T=2s)			(T=3s)
URUA1709.191	N	6.04	0.85	6.63	9.42	14.90	11.49	7.32	3.65	1.89	0.51	15.06
URUA1709.191	E	4.74	0.88	4.94	9.39	17.73	15.34	5.74	6.29	1.39	0.50	17.73
URUA1709.191	V	2.50	0.67	2.58	6.19	7.31	3.40	3.24	1.78	1.06	0.39	8.53
NILT1709.191	N	5.98	0.27	8.29	8.52	4.45	3.97	2.05	1.39	1.31	0.12	14.74
NILT1709.191	E	4.92	0.22	8.79	4.40	3.87	3.72	2.26	2.10	0.74	0.12	15.94
NILT1709.191	V	1.89	0.32	3.23	3.68	3.36	3.72	2.64	3.51	1.18	0.12	5.19
PANG1709.191	N	3.69	0.53	9.72	6.17	4.08	4.96	6.41	4.16	1.33	0.12	10.25
PANG1709.191	E	4.68	0.43	10.61	5.39	4.28	4.93	6.30	3.30	1.56	0.12	11.07
PANG1709.191	V	3.30	0.39	6.49	4.82	3.63	3.71	3.18	3.37	1.41	0.12	9.06
ACAM1709.191	N	3.63	0.94	3.56	5.11	5.76	6.91	15.54	7.13	2.97	1.67	16.65
ACAM1709.191	E	4.48	1.23	4.56	4.92	6.09	8.57	15.60	5.76	2.43	1.34	18.37
ACAM1709.191	V	2.19	0.47	2.11	3.23	4.01	3.98	5.47	4.53	1.74	1.67	7.21
COMA1709.191	N	2.23	0.41	2.40	4.89	6.21	8.54	7.64	3.21	1.56	1.01	8.46
COMA1709.191	E	1.92	0.55	2.09	6.01	5.70	6.96	5.24	3.96	2.52	1.01	7.00
COMA1709.191	V	1.41	0.37	1.39	2.17	2.75	5.63	5.06	2.18	0.80	1.01	5.76
CHPA1709.191	N	2.16	0.22	4.55	4.94	1.65	2.83	1.49	1.55	1.06	0.12	8.56
CHPA1709.191	E	1.43	0.18	3.98	1.87	1.72	1.88	2.56	1.62	0.69	0.84	3.59
CHPA1709.191	V	2.12	0.23	7.17	2.55	1.77	1.96	1.46	1.38	0.58	0.12	11.03

4. Daños observados

De acuerdo a datos recabados por la población, los daños y colapsos se presentaron en su mayoría en una franja N-S hacia el Oeste de la capital. La figura 5 ilustra la distribución.

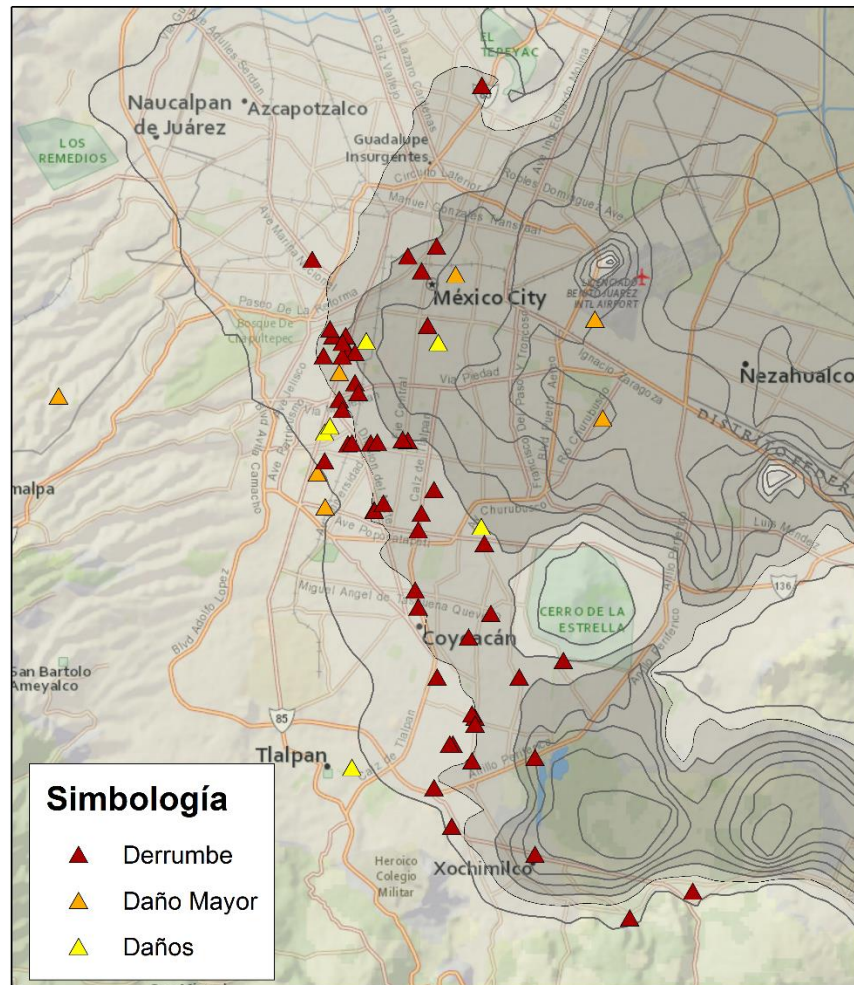


Figura 5. Daños reportados

5. Bibliografía

García, Daniel, Shri Krishna Singh, Miguel Herráiz, Mario Ordaz, and Javier Francisco Pacheco (2005). Inslab earthquakes of central Mexico: peak ground-motion parameters and response spectra." *Bulletin of the Seismological Society of America* 95, no. 6 (2005): 2272-2282.

Kitanidis, P., (1986). Parameter uncertainty in estimation of spatial functions: Bayesian analysis. *Water Resources Research*, 22(4), 499-507.

Servicio Sismológico Nacional (2017). Catálogo de Sismos Fuertes del Servicio Sismológico Nacional (SSN), UNAM [online]. Disponible en: <http://www2.ssn.unam.mx:8080/sismos-fuertes/> [20 septiembre 2017].

Servicio Sismológico Nacional (2017). Reporte Especial Grupo de trabajo del Servicio Sismológico Nacional, UNAM. Sismo de Puebla Morelos (2017-19-07 M 7.1)]. Disponible en: http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2017/SSNMX_rep_esp_20170919_Puebla-Morelos_M71.pdf