

# Intensidades del sismo de Pizarro - Chocó del 15 de noviembre de 2004 en Cali - Colombia

Elkin de Jesús Salcedo Hurtado\* / Carlos Enrique Alvarado Flórez\*\*

## RESUMEN

Este artículo muestra la evaluación de la intensidad macrosísmica en Cali causada por el sismo del 15 de noviembre de 2004, cuyo epicentro instrumental fue localizado en el océano Pacífico, cerca de Pizarro en el Departamento del Chocó. Se procesaron 288 formularios diligenciados en encuestas directas a los habitantes; la ciudad fue dividida en 20 zonas separadas por elementos físicos urbanos. Se hizo un análisis estadístico de los diversos parámetros relacionados con la descripción de la Escala Macrosísmica Europea de 1998. El resultado muestra que la intensidad máxima en la ciudad fue de VII en los barrios de Limonar, Santa María de Guadalupe, Primero de Mayo, Samanes, Pampalinda, Gratamira, Santa Anita, Villa de Guadalupe, Tequendama y Templete, entre otros.

**Palabras clave:** sismo, daños, intensidad macrosísmica, Pizarro, Chocó, Cali, Colombia.

## INTENSITIES OF THE EARTHQUAKE OF PIZARRO – CHOCO ON NOVEMBER 15, 2004 IN CALI - COLOMBIA

### ABSTRACT

This article shows the evaluation of the macroseismic intensity in Cali caused by the earthquake on November 15, 2004, whose instrumental epicenter was located in the Pacific Ocean near Pizarro in Chocó. 288 forms were processed obtained in direct surveys to the inhabitants; the city was divided in 20 areas separated by urban physical elements. A statistical analysis of the diverse parameters related to the description of the European Macroseismic Scale 1998 was made. The result shows that the maximum intensity in the city was of VII in the neighborhoods of Limonar, Santa Maria de Guadalupe, Primero de Mayo, Samanes, Pampalinda, Gratamira, Santa Anita, Villa de Guadalupe, Tequendama and Templete, among others.

**Key words:** earthquake, damages, macroseismic intensity, Pizarro, Chocó, Cali, Colombia.

\* Profesor del Departamento de Geografía de la Universidad del Valle. Cali.  
Correo Electrónico: elsalced@mafalda.univalle.edu.co

\*\* Ingeniero del Instituto Colombiano de Geología y Minería.

Fecha de envío: 24 de junio de 2007

Fecha de aceptación: 22 de julio de 2007

## INTRODUCCIÓN

El día 15 de noviembre de 2004, a las 4:07 a.m. (Hora Local) las regiones central y occidental del territorio colombiano fueron sacudidas por un fuerte sismo, cuyo epicentro instrumental, según la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC-Ingeominas), estuvo localizado en las coordenadas 4,80° de latitud norte y 77,78° de longitud oeste, en el Océano Pacífico a una distancia aproximada de 27 Km al suroeste de la población de Pizarro en el Departamento del Chocó (Figura 1), con profundidad de 30 kilómetros y magnitud de 6,7 en la escala Richter. Por su parte, la red regional del Observatorio Sismológico de Suoccidente Colombiano(OSSO) ubicó el hipocentro a una profundidad de 65 kilómetros, en las coordenadas 4,75° de latitud norte y 77,49° de longitud oeste, y magnitud  $m_b = 6,7$ . La Universidad de Harvard lo ubicó en las coordenadas 4,74° norte y 77,60° oeste, con profundidad de 20 kilómetros y magnitud  $M_w = 7,1$ . Afortunadamente, y a pesar de su tamaño, el sismo no dejó víctimas mortales; sin embargo, por los daños materiales causados en Cali, se tomó como referente para el cálculo de la amenaza regional y la estimación de la respuesta local de los suelos.

Este artículo presenta el proceso de evaluación de la intensidad macrosísmica en el ciudad de Cali, donde varios sectores se vieron afectados con daños materiales de consideración. La información se obtuvo de 288 formularios diligenciados en los primeros cinco días después de ocurrido el sismo. Se utilizó la Escala Macrosísmica Europea versión 1998 (Grünthal, 1998).

## CONSIDERACIONES TEÓRICAS

La *intensidad sísmica* es la medida universal que da cuenta de los efectos y daños dejados por un sismo en un punto de la superficie de la Tierra, representada como *I*. Cuyos valores o niveles han sido asignados de acuerdo con los siguientes criterios: a. lo sentido

por las personas; b. efectos en objetos, observados por las personas en el momento del sismo o que representen efectos permanente visibles; c. efectos y daños producidos en edificios según diversos tipos de vulnerabilidad y d. efectos sismológicos notados en el paisaje (naturaleza).

Desde el punto de vista físico, un grado de intensidad es la combinación de una serie de elementos que se manifiestan durante la vibración: amplitud del desplazamiento de las partículas del suelo, velocidad de desplazamiento, aceleración, dirección, período y duración del proceso. En condiciones naturales son posibles diferentes combinaciones de los parámetros señalados, que conllevan a dificultades en la valoración de la intensidad *I* (Risnichenko, 1985).

Hasta ahora son varios los intentos que, sin éxito, se han realizado por encontrar una relación entre la aceleración y la intensidad de los sismos. Udías y Mezcua (1997) señalan que la intensidad como medida del daño producido obedece no sólo a la aceleración del suelo, sino también a la frecuencia de la vibración, duración y dirección; además, algunas veces los daños en las estructuras dependen más de la velocidad o incluso del desplazamiento del suelo que de la aceleración. Sin embargo, en una región donde sean conocidas las condiciones del régimen sísmico y que no se tengan bruscas variaciones del movimiento vibratorio, es posible que la aceleración sirva de criterio para comparaciones de los sismos.

La valoración de la intensidad requiere una escala macrosísmica, siendo las más usadas, para el caso de Colombia, la de Mercalli Modificada, MSK y últimamente la EMS-98. Los estudios sobre sismos en Colombia muestran que no ha habido un criterio homogéneo en el uso de las escalas de intensidad, de tal manera, que los catálogos macrosísmicos locales o regionales presentan diferentes valores de intensidad; esto se debe a que en cada estudio se utilizaron escalas macrosísmicas diferentes.

Salcedo y Franco (2001) presentaron algunos criterios para seleccionar la escala de intensidad que mejor se adecua a las condiciones del territorio de Colombia. Estos criterios se basan en la comparación de los elementos contemplados en las escalas de Mercalli Modificada, MSK y EMS-92/98; y concluyeron que la más apropiada es la EMS-98.

## DATOS Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

### ALGUNOS DAÑOS EN CALI

El sismo causó gran conmoción en ciudad y obligó a que muchas familias desocuparan sus viviendas al ser afectadas con daños que arquitectos e ingenieros calificaron como moderados a leves. Varios edificios de apartamentos y de instituciones públicas y privadas fueron afectados; los daños causados en algunos edificios de la ciudad pueden resumirse así:

#### *TORRES DE ALICANTE*

Ubicado en la Calle 9 con Carrera 44 sufrió daños en mampostería, fue evacuado debido a las zonas comunes como las escaleras sufrieron daños, lo mismo que los muros alledaños, lo cual no ofrecía seguridad suficiente para los habitantes.

#### *TORRES DE TEQUENDAMA*

Ubicada en la Carrera 46 N° 8B-95 tuvo daños en mampostería en las zonas comunes y en la piscina. En las instalaciones hidrosanitarias hubo fugas. Aunque no tuvo daños estructurales sus muros y paredes quedaron bastante averiados que hubo necesidad de la evacuación total para evitar que los elementos sueltos e inestables pudieran afectar a sus habitantes en caso que se desprendieran.

#### *EDIFICIO GÉMINIS*

Ubicado en la Carrera 41 N° 6-35 está conformado por dos torres, A y B. Los daños principalmente ocurrieron en la torre A. En la mayoría de los pisos hubo daños severos de mampostería en los apartamentos. Los muros se agrietaron de lado a lado. Fue uno de los edificios con mayores daños.

#### *EDIFICIO COLSEGUROS*

Ubicado en la Avenida Pasoancho con 26. La construcción no tuvo daño estructural, pero sí hubo destrozos de la mampostería en los seis primeros pisos. Varios apartamentos quedaron afectados por el sismo. Está construido en bloque de concreto y la mayoría de esos bloques quedaron en un grado de afectación del 80% en sus muros. Tuvo que ser evacuado totalmente.

#### *TORRES DE LA PLAZUELA*

Ubicado en la Calle 6 con 41, al lado del edificio Géminis, junto al cual ya había sido afectado por sismos anteriores. Esta edificación sufrió daños muy notorios en su fachada anterior, tuvo caída de muros en zonas comunes y en apartamentos, presentó daños en la mampostería y grietas en varios apartamentos, principalmente en los cinco primeros pisos. También debió ser evacuado.

#### *TORRES DE LA 50*

Edificio ubicado en la Carrera 50 con Autopista, también resultó averiado en su estructura no fundamental. Tuvo grietas significativas en sus fachadas que amenazaban con el desprendimiento de muros. También presentó daño en mampostería. Sus apartamentos de pisos inferiores tuvieron fisuras en muros, algunos con desprendimientos; debió ser evacuado por razones de seguridad.

## ADQUISICIÓN Y TABULACIÓN DE DATOS

Durante los primeros cinco días de ocurrido el sismo del 15 de noviembre de 2004, se diligenciaron formularios cuyas preguntas responde a los elementos de evaluación de la escala EMS-98 (Grünthal, 1998). En este tiempo se reunieron 309 formularios distribuidos de manera aleatoria en todo el perímetro urbano de la ciudad. Por encontrarse alguna incongruencia en la información suministrada fueron descartados 21, evitando que causaran traumas en el proceso de asignación de la intensidad.

Así, se consideraron las respuestas de 288 formularios que para su identificación, al azar, se les asignó un número de orden. La información fue clasificada teniendo en cuenta los principales efectos reportados por la comunidad, que son incluidos como elementos de evaluación en la escala utilizada.

## PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Con el fin de lograr una distribución apropiada del número de formularios considerados y evitar la interpolación o extrapolación de los valores de intensidad, la ciudad de Cali se dividió en 20 zonas que cubren todo su perímetro (Tabla 1). Para la separación de una zona con su vecina contigua, se tuvieron en cuenta diversos elementos físicos, como cruce de avenidas y calles principales, presencia de ríos, caños, entre otros.

Es necesario resaltar que la separación de estas zonas no responde a criterios geomorfológicos o a las particularidades del subsuelo en la ciudad, puesto que su influencia en algunos tipos de efectos condiciona la asignación de la intensidad, en el sentido que puede ser sobrevalorada o subestimada.

El número de formularios no se eligió siguiendo técnicas estadísticas de muestreo, sino que corresponde a la voluntad que tuvo la población para contestar las preguntas y al número de personas que partici-

paron de esta labor. Por lo tanto, los porcentajes calculados presentan incertidumbres con respecto a la población total.

Sin embargo, por las características del sismo y el tamaño de las zonas escogidas, se consideran que los formularios que allí, independiente de la cantidad, representan satisfactoriamente el universo de los efectos en personas y objetos posibles. Para el caso de los efectos en las construcciones el estimativo se logra por el conteo aproximado del número de manzanas y edificaciones incluidas en cada zona. El análisis de la información arroja los resultados que se muestran en las tablas 2a, 2b y 2c.

## RESULTADOS – ASIGNACIÓN DE INTENSIDADES

Partiendo el conocimiento del desarrollo histórico de la ciudad (Vásquez, 2001) se asumió que en la ciudad de Cali pueden tenerse diversos tipos de vulnerabilidad de las edificaciones; de tal manera, que en las zonas que incluye barrios de estratos medio y bajo las construcciones más antiguas tienen vulnerabilidad de tipo A y B; mientras que para las de estratos superiores, con construcciones más recientes, la vulnerabilidad puede ser hasta de tipo C y D. Adicionalmente, se adoptó una medida cualitativa para valorar la información, en este caso el Factor de Calidad – Q, adaptado de Salcedo (1999, 2002), cuyos criterios se consideran así:

- A – significa que el sismo fue sentido o dejó efectos y que la información existente de su reporte es suficiente y clara para tener buena seguridad de la asignación de la intensidad;
- B – indica que el sismo fue sentido o dejó efectos, pero no existe información suficiente para asignar el valor de intensidad;
- C – señala que la información recolectada es poca, insuficiente o dudosa para dar una buena asignación de la intensidad.

En la Tabla 3 se presentan los resultados de evaluación, mostrando el valor de intensidad y la calidad  $Q$  en cada zona. Se puede apreciar que la máxima intensidad VII es asignada a la zona 17, donde se encuentran barrios como al Limonar, Santa María de Guadalupe, Primero de Mayo, Samanes, Pampalinda, Gratamira, Santa Anita y Villa de Guadalupe, entre otros. En la zona 15, a la que pertenecen barrios como Tequendama y el Templete, la intensidad es VI-VII (Figura 2). La calidad de asignación es A, según los criterios arriba descritos.

## DISCUSIÓN

Para la presente evaluación se tuvieron en cuenta sólo los efectos reportados u observados, sin considerar el lugar del epicentro instrumental, la distancia y las condiciones geomorfológicas y geotécnicas locales del suelo.

Es preciso señalar que el Observatorio Sismológico del Suroccidente (OSSO, 2004) ha presentado un mapa de intensidad macrosísmica de carácter regional donde, usando también la escala EMS-1998, asigna un valor de intensidad VIII-IX a una zona en cercanías del epicentro instrumental. Según dicho mapa, las intensidades en el departamento del Valle del Cauca, oscilan entre III y IV; sin embargo, para la ciudad de Cali, también se asigna una intensidad de VII (Figura 3). Este último valor dado para toda la ciudad corresponde a la máxima intensidad que en el presente trabajo se ha asignado para una zona específica (Figura 2).

## CONCLUSIÓN

En este trabajo se evaluó la intensidad macrosísmica en la ciudad de Cali como parte de un estudio que tenía como fin aportar información que permitiera tomar al terremoto del 15 de noviembre de 2004 como referente natural y directo para la microzonificación sísmica de la ciudad. Esta evaluación es de carácter

local, es decir que no se tuvo en cuenta información sobre efectos reportados en poblaciones diferentes a Cali.

Como resultado se obtuvo que la intensidad máxima evaluada en la ciudad de Cali es de VII y se asigna a la zona señalada 17, que incluye los barrios Limonar, Santa María de Guadalupe, Primero de Mayo, Samanes, Pampalinda, Gratamira, Santa Anita y Villa de Guadalupe, entre otros. Otro alto valor de intensidad VI-VII se observa en la zona la 15, que cubre barrios como Tequendama y Templete.

## RECOMENDACIONES

Con el fin de que en el territorio colombiano se establezca una cultura de evaluación macrosísmica permanente conducente a aportar datos e información para la evaluación de la amenaza sísmica local y regional, se recomienda que para este sismo se haga un estudio macrosísmico completo, incluyendo datos sobre otras poblaciones de las regiones donde el sismo dejó efectos o pudo haberse sentido. Para esto es necesario que las diversas organizaciones e instituciones que en su momento recogieron información la pongan a disposición o la publiquen para que puedan interpretarla y realizar los estudios pertinentes.

Dicho estudio debe propender por la evaluación de los diversos parámetros macrosísmicos que describan las particularidades físicas de la fuente sismogénica, así como establecer la ley de atenuación o decaimiento de la intensidad con la distancia, elementos fundamentales para el análisis de la amenaza sísmica.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan un sincero agradecimiento a sus instituciones, la Universidad del Valle e Ingeominas, por permitir y apoyar todo el proceso que representa este estudio. Igualmente, dan el mejor reconocimiento

a todas las instituciones como la Alcaldía Municipal, la CVC, el DAGMA, las Oficinas Regional del Valle y Local de Cali de Prevención de Desastres, a la Asociación de Ingenieros del Valle, que apoyando el estudio de Microzonificación Sísmica de la ciudad, apoyaron este trabajo; igualmente, a todas las personas que de manera desinteresada colaboraron en responder las encuestas y llenar los formularios. Un especial agrade-

cimiento a los Geólogos Diego Ibáñez, Teresa Duque y Yaneth Sepúlveda, y a los Ingenieros Jesús García, Gabriel Ruge y Jacobo Ojeda, del Ingeominas con quienes realizamos el diligenciamiento de los formularios; al igual que a los estudiantes Javier Padilla, Oswaldo Coca, Magnolia Aponte y Viviana Gómez, del programa de Geografía de la Universidad del Valle, quienes cooperaron en la tabulación de los formularios.

**TABLA 1.** DISTRIBUCIÓN DE LOS FORMULARIOS POR ZONAS Y BARRIOS EN LA CIUDAD DE CALI

Subdivisiones	Barrios considerados	N° de orden	N° de formularios	Total formularios
Zona 1	El Caney	44	2	9
	Ciudadela Comfandi	46	3	
	Ciudad 2000	59	3	
	Ciudad Real	75	1	
Zona 2	República de Israel	28	1	11
	Nuevo Horizonte	33	4	
	Vallado	35	3	
	Ciudad Córdoba	37	3	
Zona 3	Manuela Beltrán	18	1	10
	Calipso	23	1	
	Comuneros II	24	1	
	Alfonso Bonilla Aragón	25	1	
	La Paz	27	1	
	Marroquín	30	2	
	Villa del Lago	31	2	
Zona 4	Ulpiano Lloreda	130	1	10
	Agua Blanca	3	2	
	Los Sauces	6	1	
	El Prado	8	2	
	El Jardín	9	1	
	Asturias	15	1	
Zona 5	Nueva Floresta	26	1	9
	Villa del Sur	38	2	
	Saavedra Galindo	2	1	
	Santa Mónica Popular	5	1	
	El Troncal	13	1	
	Villa Colombia	14	1	
	Multifamiliares La Nva. Base	16	1	
	Los Pinos	19	1	
Zona 6	Santafe	20	1	10
	El Rodeo	21	1	
	Chapinero	125	1	
	Industrial	90	1	
	Santander	98	1	
	Porvenir	99	1	
	Las Delicias	100	1	
Zona 7	Manzanares	104	1	4
	Esmeralda	111	2	
	Salomia	113	2	
	Ignacio Rengifo	128	1	
	Torres de Comfandi	92	1	
Zona 7	Metropolitano	93	1	4
	La Rivera	101	1	
	Los Andes	102	1	

Subdivisiones	Barrios considerados	N° de orden	N° de formularios	Total formularios
Zona 8	Petecuy	22	1	8
	Alfonso López	29	2	
	Petar	34	2	
	Chiminango I	95	1	
	Gaitán	122	1	
	Los Alcazares	124	1	
Zona 9	Oasis de Comfandi	89	1	24
	Calmio Norte	91	1	
	---	94	1	
	U. Puente del Comercio	96	1	
	La Isla	97	1	
	Calima	105	1	
	Bueno Madrid	112	3	
	Floralia	114	4	
	Portal de los Guadales	115	5	
	Lares de Comfenalco	116	3	
	Comfenalco	117	3	
Zona 10	Vipasa	118	2	14
	La Merced	119	3	
	Prados del Norte	120	5	
	Brisas de los Alamos	121	4	
Zona 11	La Flora	106	2	16
	Menga	107	4	
	El Bosque	108	2	
	Santa Mónica	109	5	
	Granada	110	3	
Zona 12	El Morichal	4	2	31
	Villa Catalina	79	1	
	---	80	1	
	Nacional	81	2	
	Altos de Normandía	82	2	
	Brisas de Cristales	84	3	
	Siloé	85	5	
	Terrón Colorado	86	8	
	La Sirena	87	3	
	Bella Vista	88	3	
Miraflores	132	2		
Zona 13	Cascadas	39	2	19
	Nápoles	43	5	
	Santa Isabel	44	4	
	Altos del Refugio	56	3	
	San Fernando	74	1	
	El Lido	76	1	
	Seminario	78	1	
	Sector Los Chorros	83	2	
Zona 14	Centro I	11	1	2
	Centro II	131	1	
Zona 15	Tequendama	41	4	13
	Templete	52	5	
	La Carolina	55	2	
	Riveras del Río	78	1	
	San Fernando Nuevo	129	1	
Zona 16	Santa Helena	1	3	14
	Las Acacias	7	2	
	Santo Domingo	60	3	
	Colseguros Andes	63	4	
	Guabal	77	1	
	Jorge Zawadsky	123	1	

Subdivisiones	Barrios considerados	N° de orden	N° de formularios	Total formularios
Zona 17	Limonar	45	11	49
	Santa María de Guadalupe	48	3	
	Primero de Mayo	49	19	
	Samanes	51	4	
	Pampalinda	53	2	
	Gratamira	61	2	
	Santa Anita	62	6	
Zona 18	Villas de Guadalupe	66	2	22
	Ciudadela del Río	17	1	
	Las Vegas	40	3	
	Ciudad Jardín	54	4	
	Capri	57	2	
	Pasoancho	58	2	
	El Ingenio	64	4	
Zona 19	Quintas de Don Simón	65	3	10
	Multicentro	67	3	
	Pance	42	2	
	La Riverita	50	2	
	Corr. El Hormiguero	69	1	
	Riveras del Río	70	1	
	Jordán	71	1	
Zona 20	La Buitrera Sec. Potrerito	72	1	3
	Meléndez	73	1	
	Parcelación la Riverita	135	1	
Zona 20	Talanga	12	1	3
	Decepaz	32	2	

**TABLA 2a.** NÚMERO Y PORCENTAJES DE EFECTOS EN PERSONAS

Subdivi- siones	N° total de Formu- larios	A	%	B	%	C	%	D	%	E	%	F	%	G	%	H	%	I	%	J	%	K	%	L	%	M	%	
Zona 1	9	9	100	0	0	0	0	7	78	3	33	8	89	3	33	2	22	1	11	0	0	4	44	7	78	7	78	
Zona 2	11	10	91	1	9	0	0	5	45	1	9	8	73	4	36	3	27	2	18	0	0	2	18	6	55	8	73	
Zona 3	10	9	90	1	10	0	0	8	80	3	30	8	80	0	0	3	30	5	50	0	0	4	40	7	70	8	80	
Zona 4	10	10	100	0	0	0	0	6	60	4	40	7	70	1	10	2	20	2	20	0	0	5	50	6	60	9	90	
Zona 5	9	8	89	1	11	0	0	7	78	2	22	9	100	2	22	7	78	4	44	1	11	3	33	5	56	4	44	
Zona 6	10	7	70	2	20	1	10	5	50	2	20	7	70	3	30	2	20	2	20	0	0	2	20	8	80	8	80	
Zona 7	4	3	75	1	25	0	0	1	25	0	0	4	100	0	0	0	0	0	0	0	0	2	50	1	25	3	75	
Zona 8	8	5	63	2	25	0	0	6	75	2	25	5	63	2	25	2	25	1	13	0	0	5	63	6	75	6	75	
Zona 9	24	23	96	1	4	0	0	16	67	9	38	12	50	10	42	8	33	9	38	0	0	14	58	18	75	16	67	
Zona 10	14	8	57	0	0	0	0	9	64	2	14	4	29	0	0	5	36	8	57	0	0	7	50	6	43	6	43	
Zona 11	16	14	88	2	13	0	0	12	75	3	19	9	56	3	19	0	0	3	19	1	6	8	50	5	31	7	44	
Zona 12	31	15	48	8	26	1	3	17	55	8	26	22	71	2	6	4	13	3	10	0	0	15	48	11	35	11	35	
Zona 13	19	12	63	6	32	0	0	12	63	6	32	15	79	2	11	3	16	4	21	0	0	12	63	10	53	11	58	
Zona 14	2	2	100	0	0	0	0	1	50	2	100	0	0	0	0	0	0	1	50	0	0	2	100	1	50	1	50	
Zona 15	13	12	92	1	8	0	0	9	69	4	31	8	62	2	15	5	38	2	15	0	0	10	77	9	69	7	54	
Zona 16	14	14	100	0	0	0	0	9	64	1	7	12	86	0	0	4	29	3	21	0	0	11	79	11	79	11	79	
Zona 17	49	44	90	4	8	0	0	33	67	12	27	32	65	8	16	17	35	15	31	0	0	28	57	26	53	26	53	
Zona 18	22	16	73	4	18	0	0	12	55	2	9	16	73	5	23	2	9	1	5	0	0	7	32	11	50	15	68	
Zona 19	10	7	70	2	20	0	0	6	60	3	30	8	80	2	20	0	0	0	0	0	0	3	30	5	50	7	70	
Zona 20	3	2	67	1	33	0	0	2	67	0	0	2	67	1	33	0	0	2	67	0	0	1	33	1	33	1	33	
<b>TOTA- LES</b>	<b>288</b>																											

**TABLA 2b.** NÚMERO Y PORCENTAJES DE EFECTOS EN OBJETOS Y ANIMALES

Subdivisiones	N° total de Formularios	A	%	B	%	C	%	D	%	E	%	F	%	G	%	H	%	I	%	J	%			
Zona 1	9	4	44	5	55	0	0	0	0	3	33	0	0	2	22	0	0	0	0	2	20	0		
Zona 2	11	6	55	9	82	1	9	3	27	2	18	1	9	6	55	0	0	1	9	0	0	0		
Zona 3	10	7	70	7	70	1	10	2	20	5	50	0	0	2	20	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zona 4	10	5	50	6	60	2	20	4	40	0	0	2	20	5	50	2	20	1	10	0	0	0	0	
Zona 5	9	7	78	6	67	2	22	5	56	1	11	0	0	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 6	10	7	70	8	80	2	20	4	40	0	0	0	0	4	40	0	0	1	10	0	0	0	0	0
Zona 7	4	3	75	2	50	3	75	2	50	0	0	1	25	2	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 8	8	5	63	6	75	3	38	1	13	1	13	0	0	4	50	2	25	3	38	0	0	0	0	0
Zona 9	24	18	75	17	71	5	21	17	71	7	29	2	8	6	25	1	4	3	13	0	0	0	0	0
Zona 10	14	12	86	10	71	4	29	4	29	3	21	0	0	5	36	1	7	2	14	0	0	0	0	0
Zona 11	16	9	56	9	56	2	13	3	19	1	6	0	0	3	19	0	0	3	19	0	0	0	0	0
Zona 12	31	8	26	10	32	2	6	7	23	2	6	0	0	10	32	1	3	3	10	0	0	0	0	0
Zona 13	19	9	47	8	42	2	11	7	37	2	11	0	0	5	26	1	5	1	5	0	0	0	0	0
Zona 14	2	1	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 15	13	10	77	8	62	2	15	5	38	10	77	3	23	7	54	2	15	2	15	1	8	0	0	0
Zona 16	14	12	86	13	93	6	43	7	50	8	57	1	7	5	36	2	14	1	7	0	0	0	0	0
Zona 17	49	33	67	29	59	15	31	24	39	16	33	3	6	13	27	8	16	2	4	1	2	0	0	0
Zona 18	22	16	73	13	59	4	18	5	23	3	14	1	5	7	32	3	14	2	9	0	0	0	0	0
Zona 19	10	5	50	8	80	2	20	1	10	1	10	0	0	4	40	1	10	0	0	0	0	0	0	0
Zona 20	3	2	67	3	100	0	0	1	33	0	0	0	0	1	33	0	0	2	67	0	0	0	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>288</b>																							

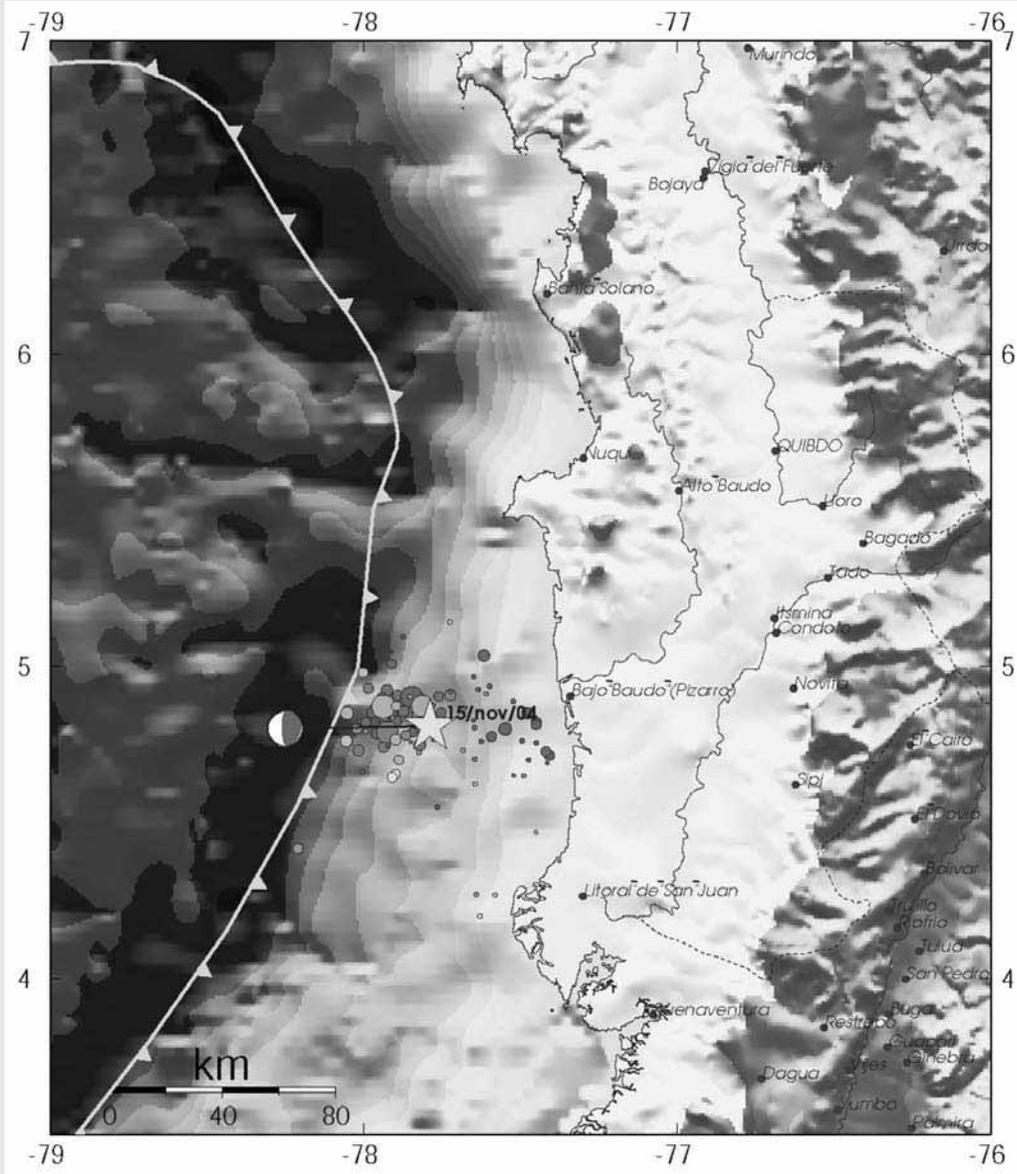
**TABLA 2c.** NÚMERO Y PORCENTAJES DE EFECTOS EN CONSTRUCCIONES

Subdivisiones	N° total de Formularios	J	%	K	%	L	%	M	%	N	%	O	%	P	%	Q	%	R	%	S	%
Zona 1	9	1	11	0	0	0	0	0	0	2	22	0	0	1	11	0	0	0	0	0	0
Zona 2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 3	10	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 6	10	2	20	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 9	24	7	29	2	8	1	4	1	4	6	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 10	14	6	43	5	36	2	14	1	7	2	14	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0
Zona 11	16	2	12	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 12	31	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 13	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 15	13	3	23	1	8	1	8	0	0	3	23	0	0	1	8	0	0	0	0	0	0
Zona 16	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 17	49	3	6	2	4	1	2	1	2	3	6	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
Zona 18	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 19	10	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona 20	3	1	33	0	0	0	0	1	33	1	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>288</b>																				

**TABLA 3.** INTENSIDADES EN LA CIUDAD DE CALI POR EFECTOS DEL SISMO DE PIZARRO  
DEL 15 DE NOVIEMBRE DE 2004

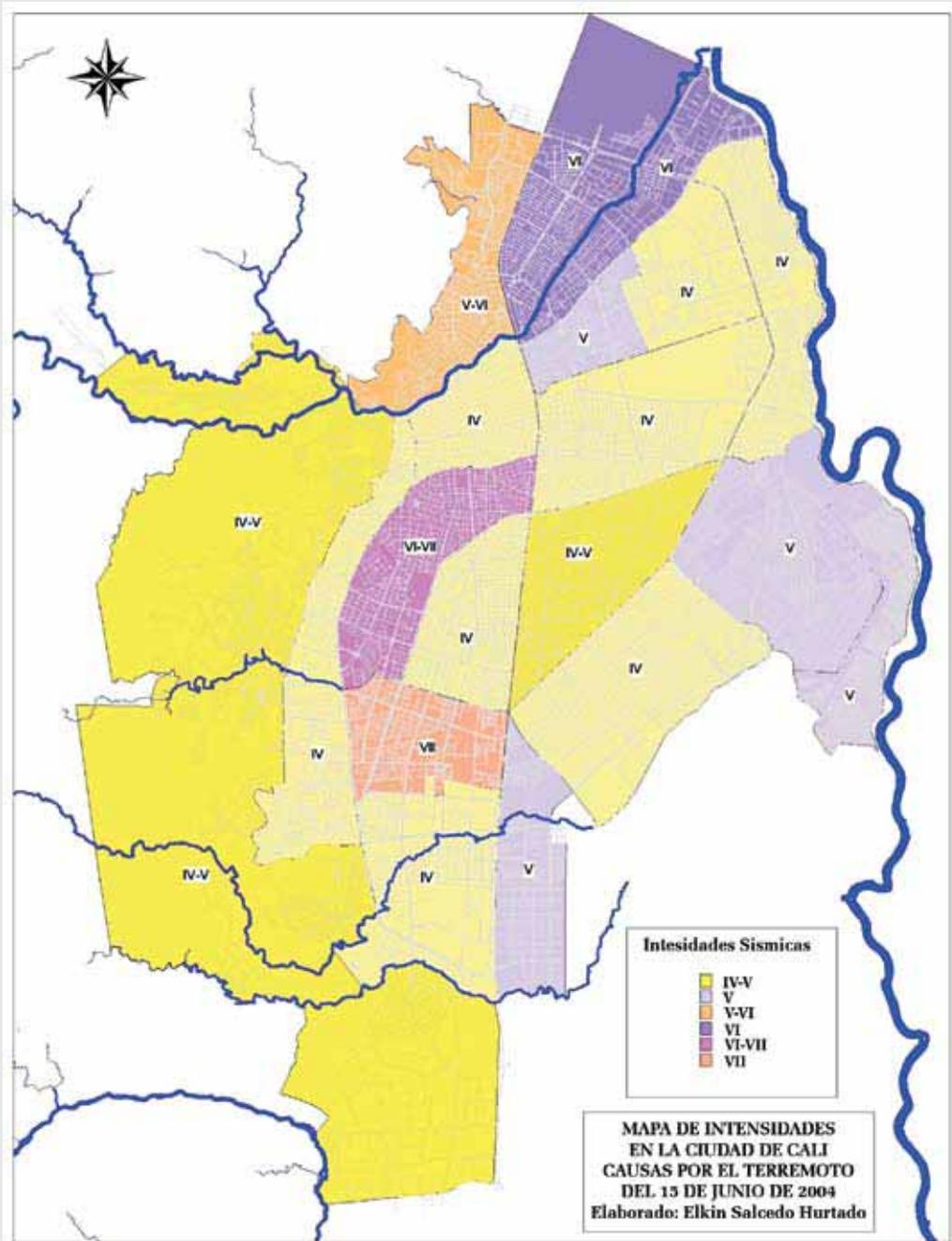
<b>Subdivisiones</b>	<b>Intensidad Escala EMS-98</b>	<b>Calidad Q</b>
Zona 1	V	C
Zona 2	IV	B
Zona 3	V	C
Zona 4	IV - V	C
Zona 5	IV	B
Zona 6	V	C
Zona 7	IV	C
Zona 8	IV	C
Zona 9	VI	B
Zona 10	VI	B
Zona 11	V - VI	B
Zona 12	IV - V	A
Zona 13	IV	A
Zona 14	IV	C
Zona 15	VI - VII	A
Zona 16	IV	B
Zona 17	VII	A
Zona 18	IV	A
Zona 19	IV - V	C
Zona 20	V	C

**FIGURA 1.** LOCALIZACIÓN DEL EPICENTRO INSTRUMENTAL Y RÉPLICAS PRINCIPALES DEL SISMO DEL 15 DE NOVIEMBRE DE 2004. LA ESTRELLA REPRESENTA EL EPICENTRO DEL EVENTO PRINCIPAL, TAMBIÉN SE MUESTRA LA SOLUCIÓN DEL MECANISMO FOCAL

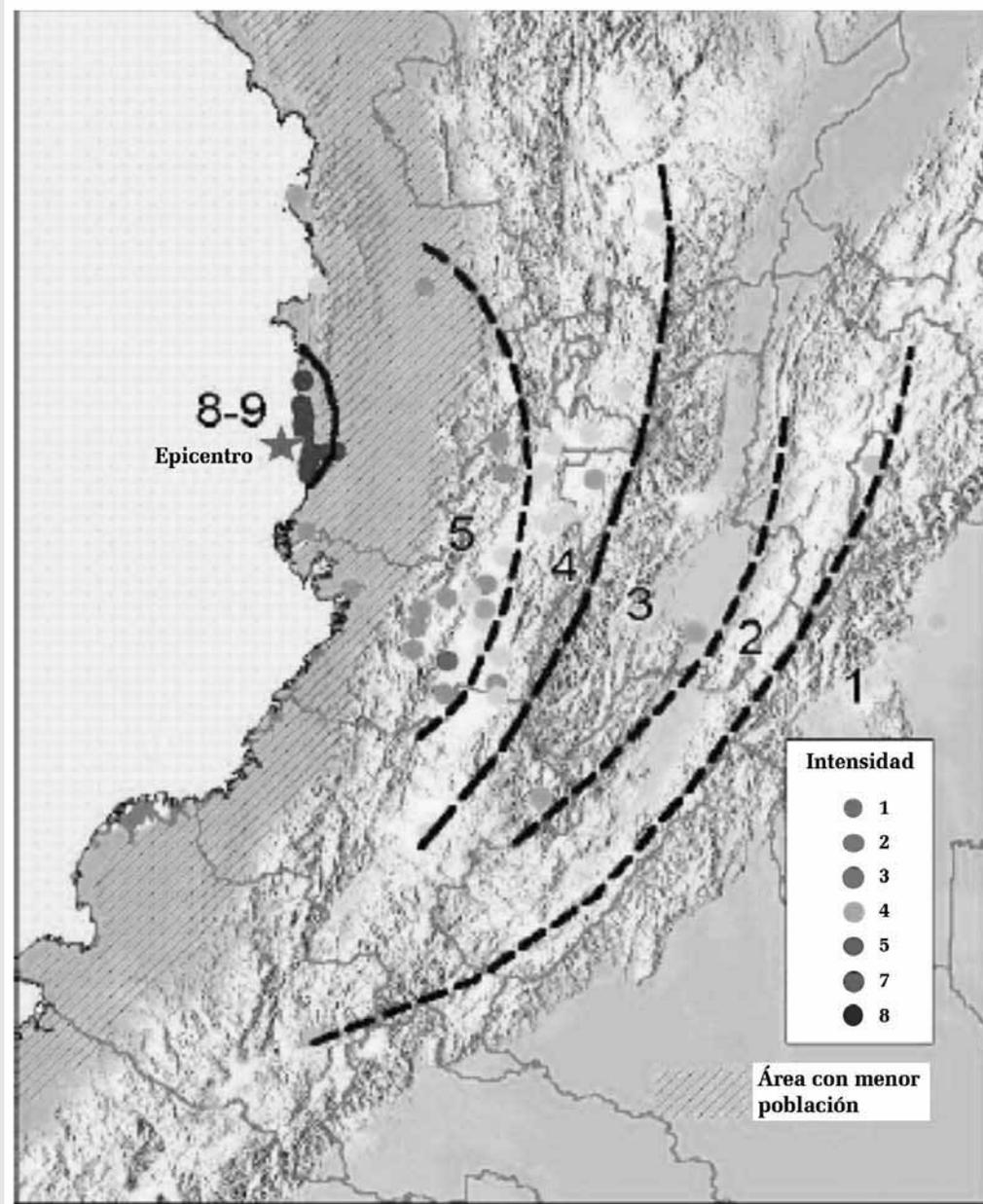


Fuente: Ingeominas, [www.ingegominas.gov.co](http://www.ingegominas.gov.co)

**FIGURA 2.** MAPA DE INTENSIDADES SÍSMICAS SENTIDAS EN LA CIUDAD DE CALI A PARTIR DEL SISMO DE PIZARRO (BAJO BAUDÓ, CHOCÓ) DEL 15 DE NOVIEMBRE DE 2004.



**FIGURA 3.** MAPA DE INTENSIDADES E ISOSISTAS REGIONAL EN EL SUROCCIDENTE DE COLOMBIA DEL TERREMOTO DEL 15 DE NOVIEMBRE DE 2004



Fuente: OSSO, 2004.

## BIBLIOGRAFÍA

- Grünthal, G. (edit.). European Macroseismic Scale 1998, EMS-98. Conseil de L'Europe Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Luxembourg. 15. (1998): 99.
- Ingeominas. El sismo del 15 de Noviembre de 2004. <<http://www.ingegominas.gov.co>>.
- Observatorio Sismológico del SurOccidente – OSSO – Terremoto del 15 de noviembre de 2004, Intensidades en Cali y el Occidente de Colombia. Preliminar, Versión 1,0. Actualizado 29 de noviembre de 2004. Noviembre 2004. <<http://osso@osso.univalle.edu.co>>.
- Risnichenko, Yu. V. *Problemas de la Sismología. Obras Escogidas*. Moscú: Nauka, 1985: 408 (En Ruso).
- Salcedo, E. “Estudio de Sismicidad Histórica en la Región de Bucaramanga (Colombia)”. *Rev. Acad. Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. XXIII. (1999): 87, 233-248.
- Salcedo, E. “Sismicidad histórica y análisis macro sísmico de Bucaramanga”. *Boletín Geológico Ingeominas*, 40. (2002): 180.
- Salcedo, E. y Franco, L. E. “Una Escala de Intensidad para Colombia”. *Revista Horizontes Naturales de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales*, 3. (2001): 67-77.
- Udías, A. y Mezcua, J. *Fundamentos de Geofísica*. Madrid: Alianza, 1997.
- Vásquez, E. *Historia de Cali en el siglo 20*, Cali. (2001): 72.