

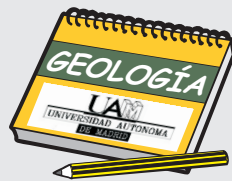
Riesgo Sísmico

Intensidad sísmica

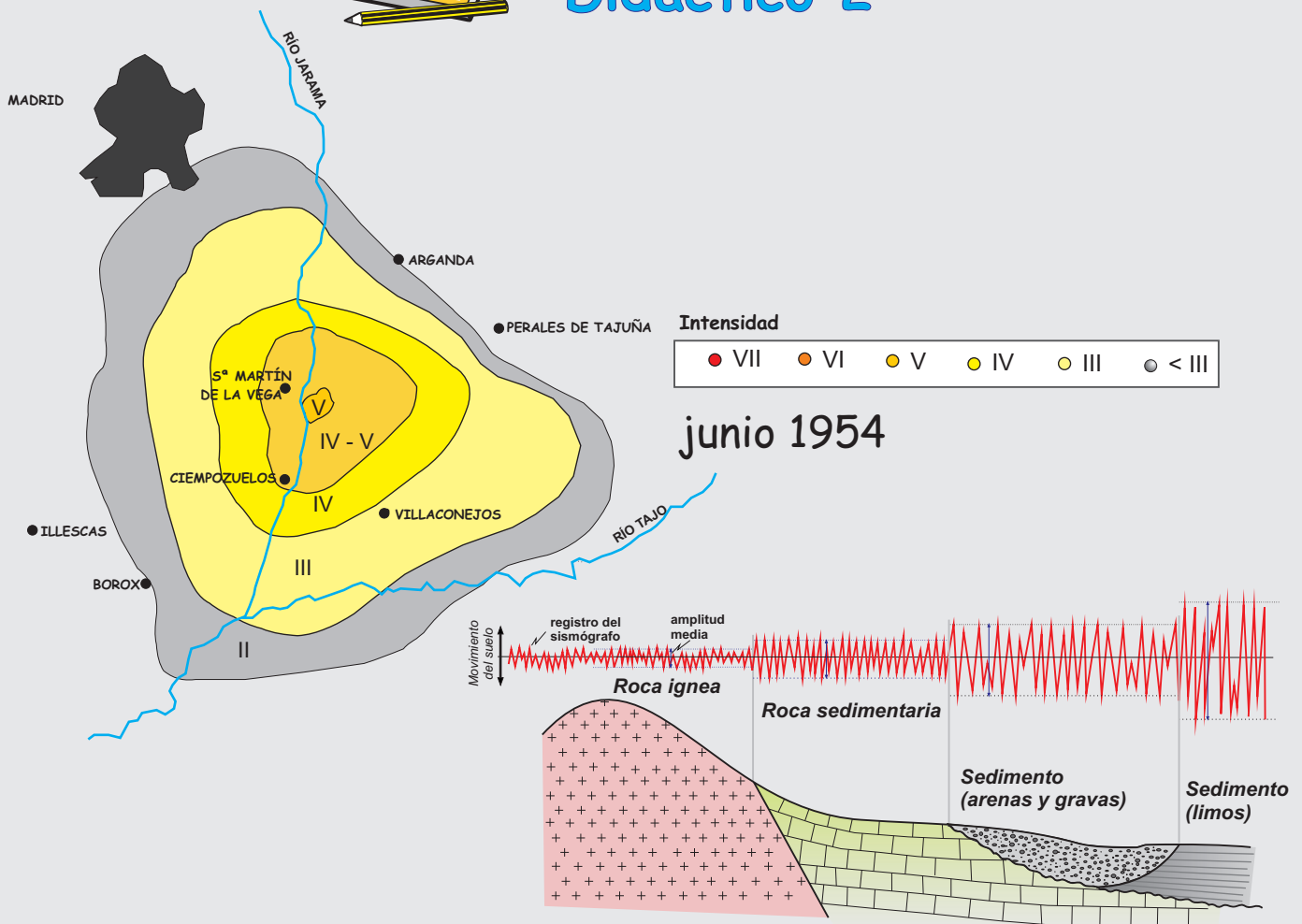
Giner-Robles, J.L.¹; Pozo Rodriguez, M.¹; Carenas Fernández, B.¹; Domínguez Díaz, C.²; García Ruíz, A.²; Regadío García, M.¹ y De Soto García, I.S.¹

¹ Departamento de Geología y Geoquímica. Facultad de Ciencias. UAM

² Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Educación y Profesorado. UAM



Recurso Didáctico 2



COMPLEMENTOS DE GEOLOGÍA Y BIOLOGÍA
Master en Formación de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

Material docente de geología adaptado para la impartición de docencia en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato



RECURSO DIDÁCTICO 2

Recurso didáctico 2: el Instituto Geográfico Nacional (IGN) es el organismo encargado de la red de alerta sísmica en España. En la página web de este organismo (www.ign.es) se puede acceder a una encuesta que puede ser cumplimentada por las personas que han sentido un movimiento sísmico en España.

- Grado I** Sacudida sentida por **muy pocas personas** en condiciones especialmente favorables.
- Grado II** Sacudida sentida sólo por **pocas personas en reposo**, especialmente en los **pisos altos** de los edificios. Los objetos suspendidos pueden oscilar.
- Grado III** Sacudida **sentida claramente en los interiores**, especialmente en los **pisos altos de los edificios**, muchas personas no lo asocian con un temblor. Los vehículos de motor estacionados pueden moverse ligeramente. Vibración como la originada por el paso de un carro pesado. Duración estimable
- Grado IV** Sacudida sentida durante el día por **muchas personas en los interiores**, por **pocas en el exterior**. Por la noche algunas despiertan. **Vibración** de vajillas, vidrios de ventanas y puertas; los muros crujen. Sensación como de un carro pesado chocando contra un edificio, los **vehículos de motor estacionados se balancean** claramente.
- Grado V** Sacudida **sentida casi por todo el mundo**; muchos despiertan. **Algunas piezas de vajilla, vidrios de ventanas, etcétera, se rompen**; pocos casos de agrietamiento de aplacados; **caen objetos** inestables. Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos. Se detienen los relojes de péndulo.
- Grado VI** Sacudida sentida por todo mundo; muchas **personas** atemorizadas **huyen hacia afuera**. Algunos **muebles pesados cambian de sitio**; pocos ejemplos de caída de aplacados o daño en chimeneas. **Daños ligeros**.
- Grado VII** **Advertido por todos. La gente huye al exterior**. Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcción. **Daños ligeros en estructuras ordinarias bien construidas**; **daños** considerables en las débiles o mal planeadas; **rotura de algunas chimeneas**. Sentido por las **personas conduciendo vehículos en movimiento**.
- Grado VIII** **Daños ligeros** en estructuras de **diseño especialmente bueno**; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial; grande en estructuras débilmente construidas. Los muros salen de sus armaduras. **Caída de chimeneas**, pilas de productos en los almacenes de las fábricas, **columnas**, monumentos y **muros**. Los **muebles pesados se vuelcan**. Arena y lodo proyectados en pequeñas cantidades. Cambio en el nivel del agua de los pozos. **Pérdida de control** en las personas que guían **vehículos** motorizados.
- Grado IX** **Daño considerable en las estructuras de diseño bueno**; las armaduras de las estructuras bien planeadas se desploman; grandes daños en los edificios sólidos, con derrumbe parcial. Los edificios salen de sus cimientos. **El terreno se agrieta notablemente**. Las tuberías subterráneas se rompen.
- Grado X** Destrucción de algunas estructuras de madera bien construidas; la mayor parte de las **estructuras de mampostería y armaduras se destruyen incluidos cimientos**; **agrietamiento considerable del terreno**. Las **vías del ferrocarril se tuercen**. Considerables **deslizamientos en las márgenes de los ríos** y pendientes fuertes. Invasión del agua de los ríos sobre sus márgenes.
- Grado XI** **Casi ninguna estructura de mampostería queda en pie. Puentes destruidos**. Anchas grietas en el terreno. Las tuberías subterráneas quedan fuera de servicio. Hundimientos y derrumbes en terreno suave. **Gran torsión de vías férreas**.
- Grado XII** **Destrucción total**. Ondas visibles sobre el terreno. Perturbaciones de las cotas de nivel (ríos, lagos y mares). Objetos lanzados en el aire hacia arriba.

Tabla de daños asimilables a los doce grados de intensidades que se definen en la escala EMS-98.

ACTIVIDAD: Intensidad Sísmica

Ver archivo: [presentacion_actividad_2.ppt](#)

Material:

Encuesta en blanco

Dos ejemplos de encuestas de diferentes intensidades (< III, III, IV, V , VI y VII)

Listado de intensidades por poblaciones

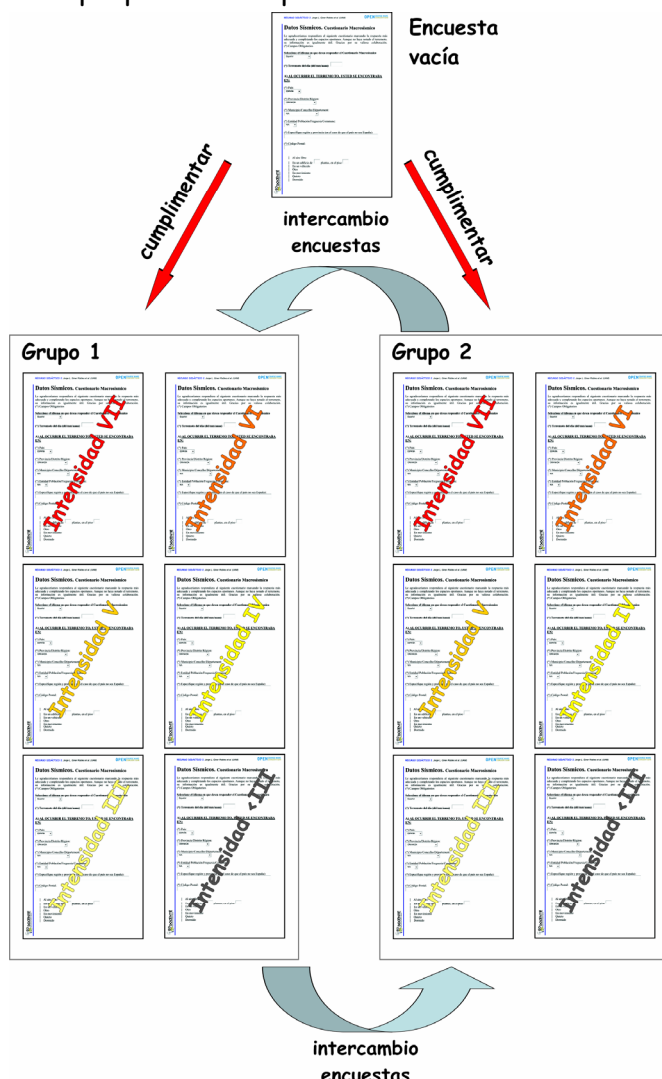
Mapa de poblaciones

Objetivo: El objetivo principal de esta práctica es que los alumnos observen como se realiza el análisis de la información macrosísmica en España.

Metodología: Esta actividad cuenta con dos pasos independientes, se pueden realizar ambos o sólo uno de ellos. El primero hace referencia a las encuestas macrosísmicas, y el segundo a los mapas de isosistas.

Encuestas macrosísmicas:

A partir de una tabla de intensidades, en la que se definen las apreciaciones subjetivas de las personas que ha sentido un terremoto (escala EMS 98) , el docente puede proponer dos opciones a los alumnos:



Primera opción:

- en primer lugar los diferentes grupos de alumnos deben cumplimentar seis encuestas, cada una de ellas con una intensidad diferente (< III, III, IV, V , VI y VII).

- y después deben intercambiar las encuestas entre grupos, y cada grupo debe establecer las intensidades que define cada encuesta cumplimentada por sus compañeros.

Nota: de elegir esta opción, el docente puede conservar las encuestas realizadas por los alumnos para otro curso académico, utilizándolas como encuestas tipo de la segunda opción.

Segunda opción:

El docente proporciona las encuestas cumplimentadas a todos los grupos, y estos tienen que identificar las intensidades que definen, se incluyen 2 encuestas de cada intensidad (< III, III, IV, V, VI y VII), aunque el docente puede utilizar la encuesta sin cumplimentar que se adjunta para poder realizar nuevas encuestas.

Dependiendo de la opción escogida se puede discutir sobre la subjetividad de los datos recogidos, ya que son percepciones de personas individuales. En este punto es necesario insistir en que este tipo de análisis macrosísmicos es un análisis estadístico, es decir se basan en un conjunto suficientemente numeroso de encuestas para poder definir correctamente la intensidad para una población.

Encuestas cumplimentadas proporcionadas por el docente a cada grupo (*)

Cada grupo debe identificar las intensidades de cada encuesta

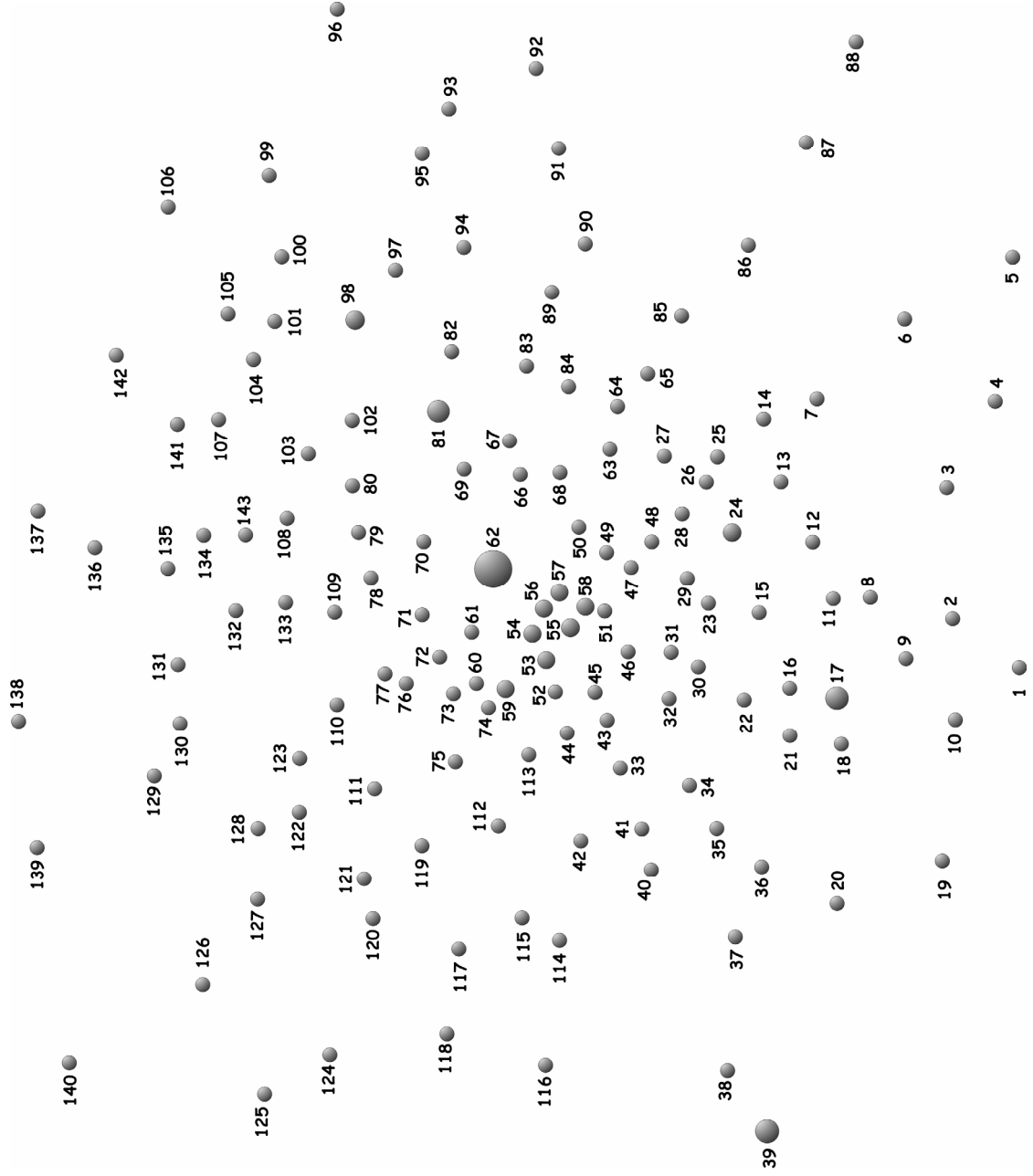
(*) en el material se proporcionan dos encuestas cumplimentadas de cada intensidad.

En ambas opciones no se establece a que población pertenece cada una de las encuestas, aunque se puede asignar cada encuesta a una población diferente, y de esta forma los alumnos pueden observar como se utiliza esta información en el siguiente paso de la actividad.

Mapas de isosistas.

Una vez discutida esta información y las posibles interpretaciones de cada grupo, el docente proporciona a los alumnos un mapa de localización de las poblaciones y un listado con las intensidades asignadas a cada una de ellas. Con este material se realiza la siguiente actividad.

Mapa de localización de las 143 poblaciones de la actividad. En el material para los alumnos los círculos están en blanco para que puedan rellenarlos de diferente color en función de la intensidad. En la siguiente página se muestra la tabla de intensidades por poblaciones, los colores seleccionados son orientativos.

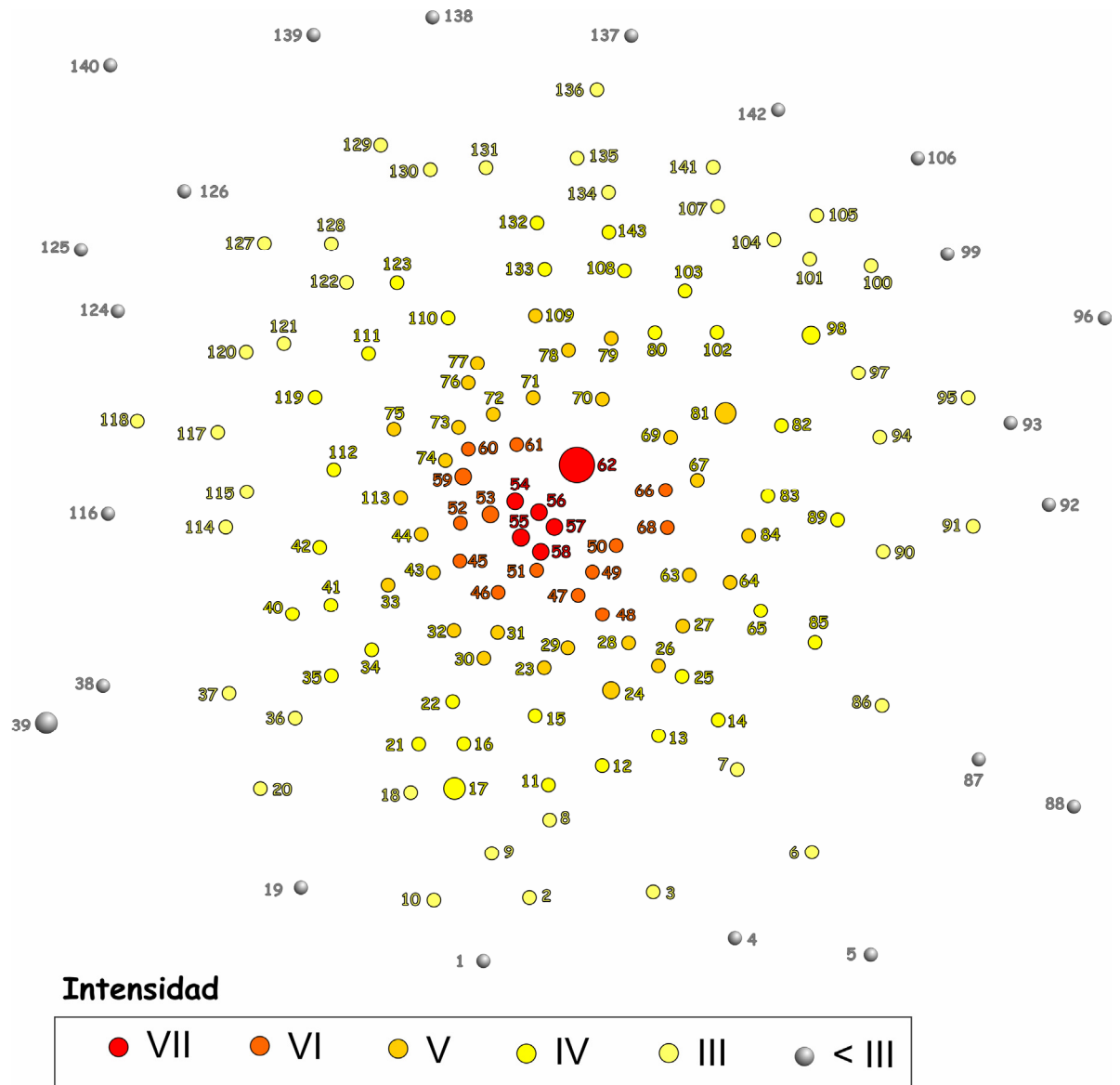


El tamaño de las circunferencias hace referencia al tamaño relativo de las poblaciones

1	No sentido (intensidad<III)	52	intensidad VI	103	intensidad IV
2	intensidad III	53	intensidad VI	104	intensidad III
3	intensidad III	54	intensidad VII	105	intensidad III
4	No sentido (intensidad<III)	55	intensidad VII	106	No sentido (intensidad<III)
5	No sentido (intensidad<III)	56	intensidad VII	107	intensidad III
6	intensidad III	57	intensidad VII	108	intensidad IV
7	intensidad III	58	intensidad VII	109	intensidad V
8	intensidad III	59	intensidad VI	110	intensidad IV
9	intensidad III	60	intensidad VI	111	intensidad IV
10	intensidad III	61	intensidad VI	112	intensidad IV
11	intensidad IV	62	intensidad VII	113	intensidad V
12	intensidad IV	63	intensidad V	114	intensidad III
13	intensidad IV	64	intensidad V	115	intensidad III
14	intensidad IV	65	intensidad IV	116	No sentido (intensidad<III)
15	intensidad IV	66	intensidad VI	117	intensidad III
16	intensidad IV	67	intensidad V	118	intensidad III
17	intensidad IV	68	intensidad VI	119	intensidad IV
18	intensidad III	69	intensidad V	120	intensidad III
19	No sentido (intensidad<III)	70	intensidad V	121	intensidad III
20	intensidad III	71	intensidad V	122	intensidad III
21	intensidad IV	72	intensidad V	123	intensidad IV
22	intensidad IV	73	intensidad V	124	No sentido (intensidad<III)
23	intensidad V	74	intensidad V	125	No sentido (intensidad<III)
24	intensidad V	75	intensidad V	126	No sentido (intensidad<III)
25	intensidad IV	76	intensidad V	127	intensidad III
26	intensidad V	77	intensidad V	128	intensidad III
27	intensidad V	78	intensidad V	129	intensidad III
28	intensidad V	79	intensidad V	130	intensidad III
29	intensidad V	80	intensidad IV	131	intensidad III
30	intensidad V	81	intensidad V	132	intensidad IV
31	intensidad V	82	intensidad IV	133	intensidad IV
32	intensidad V	83	intensidad IV	134	intensidad III
33	intensidad V	84	intensidad V	135	intensidad III
34	intensidad IV	85	intensidad IV	136	intensidad III
35	intensidad IV	86	intensidad III	137	No sentido (intensidad<III)
36	intensidad III	87	No sentido (intensidad<III)	138	No sentido (intensidad<III)
37	intensidad III	88	No sentido (intensidad<III)	139	No sentido (intensidad<III)
38	No sentido (intensidad<III)	89	intensidad IV	140	No sentido (intensidad<III)
39	No sentido (intensidad<III)	90	intensidad III	141	intensidad III
40	intensidad IV	91	intensidad III	142	No sentido (intensidad<III)
41	intensidad IV	92	No sentido (intensidad<III)	143	intensidad IV
42	intensidad IV	93	No sentido (intensidad<III)		
43	intensidad V	94	intensidad III		
44	intensidad V	95	intensidad III		
45	intensidad VI	96	No sentido (intensidad<III)		
46	intensidad VI	97	intensidad III		
47	intensidad VI	98	intensidad IV		
48	intensidad VI	99	No sentido (intensidad<III)		
49	intensidad VI	100	intensidad III		
50	intensidad VI	101	intensidad III		
51	intensidad VI	102	intensidad IV		

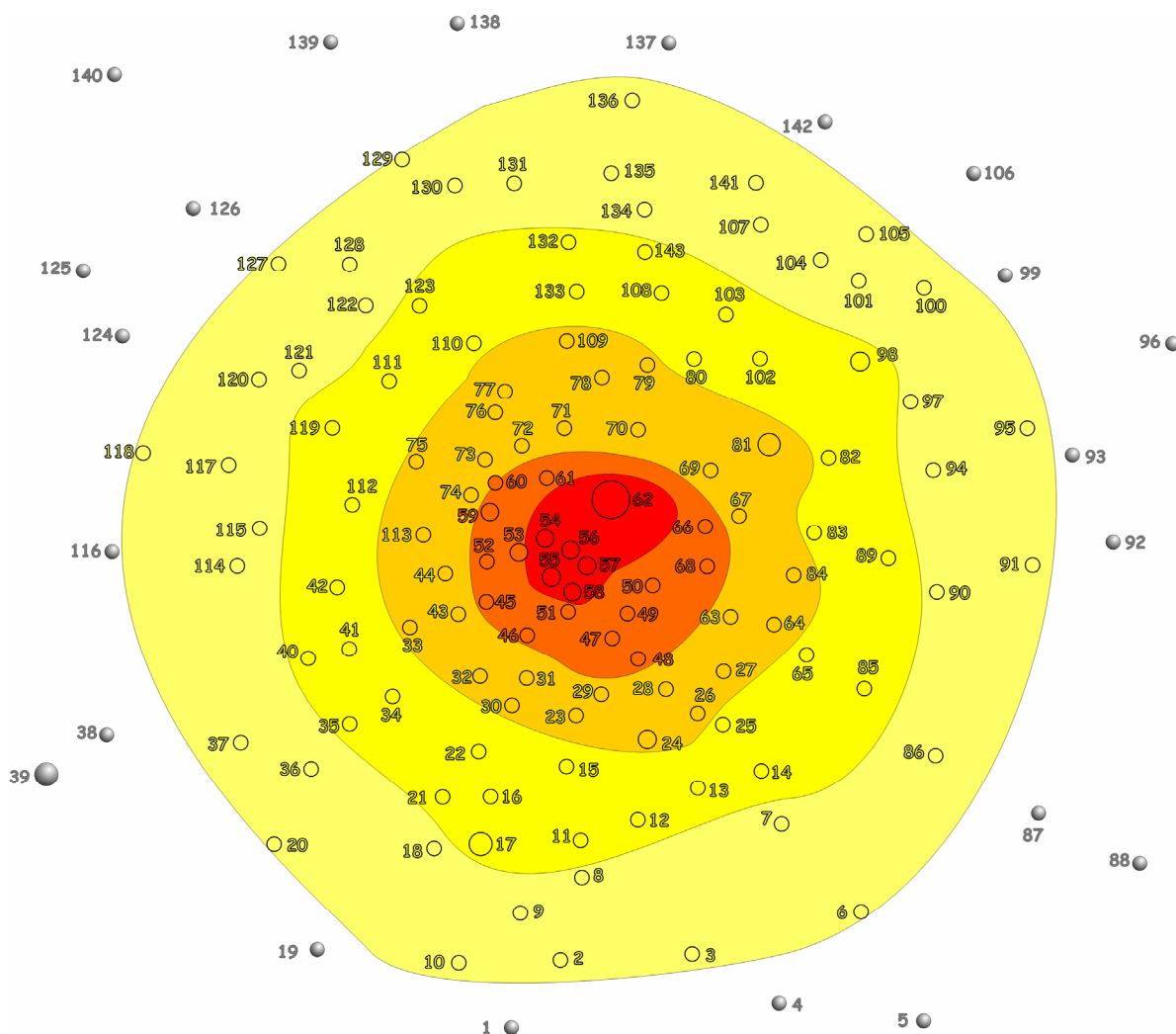
Los alumnos deben asignar (con colores) la intensidad correspondiente a cada población. El conjunto de las poblaciones con la misma intensidad definen la superficie afectada por un mismo grado de intensidad. Los alumnos pueden delimitar estas superficies con líneas que representarán a las isosistas del terremoto.

Es importante hacer ver a los alumnos, que las intensidades definidas mediante estos mapas son la respuesta local de cada población a las ondas sísmicas transmitidas desde el epicentro, es decir, en estas intensidades, se está asumiendo los efectos locales del terreno (efecto de sitio), e incluso la calidad constructiva (tipo de vulnerabilidad de las construcciones) al definir los daños visibles en los edificios.



Mapa resultado de la asignación de intensidades a cada una de las poblaciones de la actividad. Los colores son orientativos. Si no hay suficiente contraste se pueden variar para que presente mayor definición cada una de las zonas.

Recurso didáctico: El docente puede variar los datos de intensidades recibidos en cada población para poder variar la situación del epicentro y de las áreas afectadas. También puede escoger poblaciones cercanas al centro educativo y asignarles intensidades de un hipotético terremoto, y analizar los posibles daños en edificios e infraestructuras.



Mapa resultado de delimitar las zonas que presentan la misma intensidad sentida. Las líneas cerradas que separan estas zonas se denominan **isosistas** del terremoto. La isosista de una intensidad dada, por ejemplo intensidad V, contiene el área que ha sufrido una intensidad igual o superior a V. La zona más probable de situación del epicentro es el área definida por la isosista de mayor intensidad.

Recurso didáctico: La delimitación de las zonas puede variar dependiendo de cómo se dibujen las curvas. Este efecto puede servir para discutir la subjetividad de los datos macrosísmicos.

Se puede incidir en las diferencias entre la magnitud y la intensidad de un sismo. La magnitud es la energía liberada por el terremoto, no tiene en cuenta los efectos locales. La intensidad si observa los efectos locales, y puede darse el caso que por efectos del terreno, las áreas de intensidades no sean círculos concéntricos alrededor del epicentro, distribución lógica de las intensidades considerando un sustrato homogéneo, sino que aparezcan elongados en función del tipo de sustrato.

MATERIAL ALUMNOS

INTRODUCCIÓN

“(..)Aproximadamente en la medianoche del día 28 de diciembre se produjo un sismo de magnitud 5,2 (mb) en la inmediaciones de la localidad de XXXXXX (...). La información ha sido enviada a los ayuntamientos próximos, a protección civil y a las autoridades autonómicas competentes en temas de desastres naturales. El plan de emergencia se ha activado, debemos delimitar las zonas afectadas por grados de intensidad para organizar a los diferentes organismos y entidades que deben acometer las actuaciones necesarias para atender a la población (...).”

Objetivo de la actividad:

Definir las zonas que presentan la misma intensidad sísmica a partir de las encuestas macrosísmicas de las poblaciones afectadas por el terremoto.

Información:

La intensidad sísmica se calcula a partir de las observaciones (casi siempre subjetivas) de los efectos del terremoto en las personas e infraestructuras.

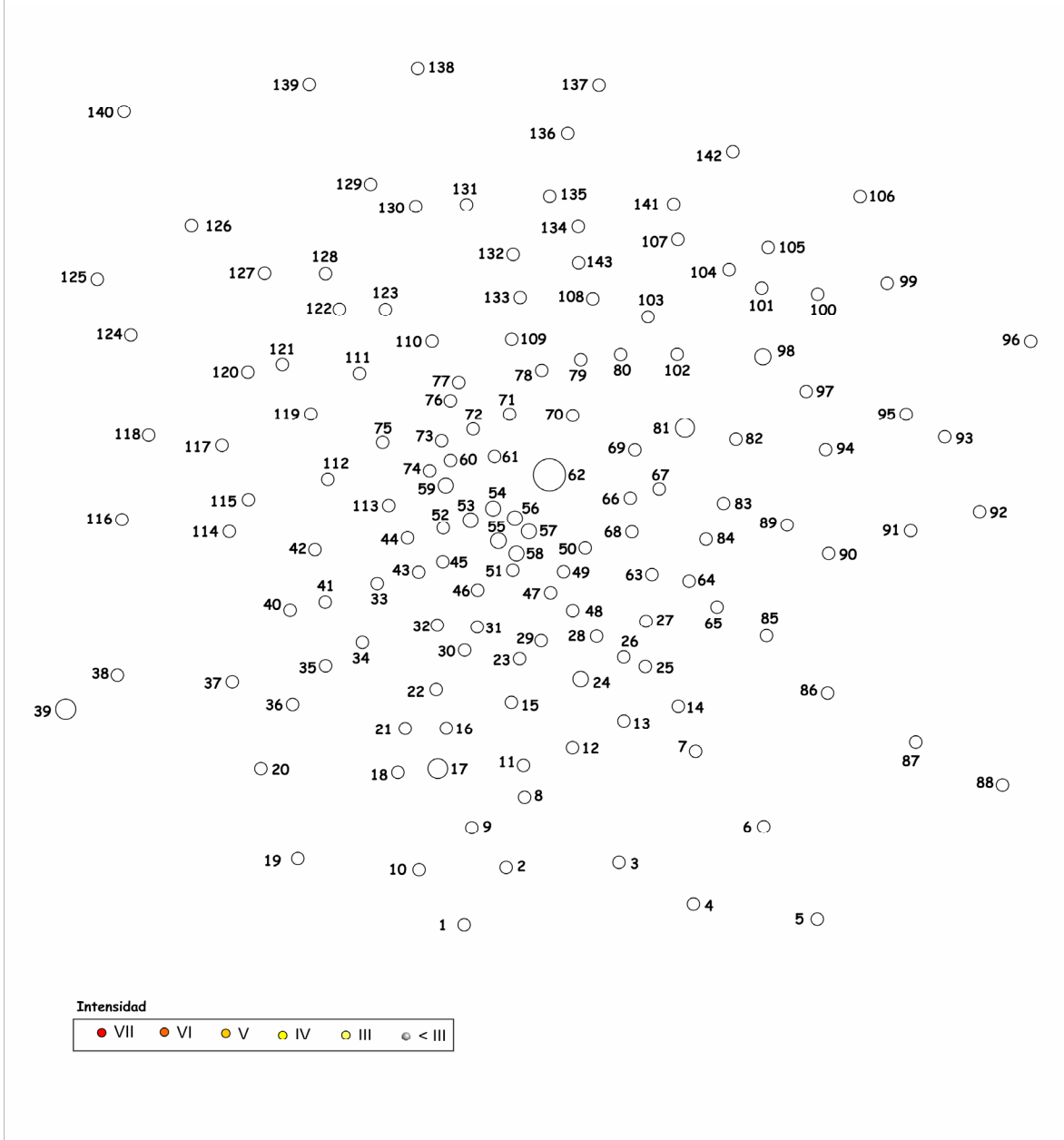
Estas observaciones se incluyen en una tabla que describe esos efectos en función del grado de intensidad alcanzado. En esta actividad la intensidad máxima alcanzada es de grado VII.

(Recuerda que los grados de intensidad sísmica se expresan en números romanos)

<i>Grado I</i>	Sacudida sentida por muy pocas personas en condiciones especialmente favorables.
<i>Grado II</i>	Sacudida sentida sólo por pocas personas en reposo , especialmente en los pisos altos de los edificios. Los objetos suspendidos pueden oscilar.
<i>Grado III</i>	Sacudida sentida claramente en los interiores , especialmente en los pisos altos de los edificios , muchas personas no lo asocian con un temblor. Los vehículos de motor estacionados pueden moverse ligeramente. Vibración como la originada por el paso de un carro pesado. Duración estimable
<i>Grado IV</i>	Sacudida sentida durante el día por muchas personas en los interiores , por pocas en el exterior . Por la noche algunas despiertan. Vibración de vajillas, vidrios de ventanas y puertas; los muros crujen. Sensación como de un carro pesado chocando contra un edificio, los vehículos de motor estacionados se balancean claramente.
<i>Grado V</i>	Sacudida sentida casi por todo el mundo ; muchos despiertan. Algunas piezas de vajilla, vidrios de ventanas, etcétera, se rompen ; pocos casos de agrietamiento de aplacados; caen objetos inestables. Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos. Se detienen los relojes de péndulo.
<i>Grado VI</i>	Sacudida sentida por todo mundo; muchas personas atemorizadas huyen hacia afuera . Algunos muebles pesados cambian de sitio ; pocos ejemplos de caída de aplacados o daño en chimeneas. Daños ligeros .
<i>Grado VII</i>	Advertido por todos . La gente huye al exterior . Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcción. Daños ligeros en estructuras ordinarias bien construidas ; daños considerables en las débiles o mal planeadas; rotura de algunas chimeneas . Sentido por las personas conduciendo vehículos en movimiento .
<i>Grado VIII</i>	Daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno ; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial; grande en estructuras débilmente construidas. Los muros salen de sus armaduras. Caída de chimeneas , pilas de productos en los almacenes de las fábricas, columnas , monumentos y muros . Los muebles pesados se vuelcan . Arena y lodo proyectados en pequeñas cantidades. Cambio en el nivel del agua de los pozos. Pérdida de control en las personas que guían vehículos motorizados.
<i>Grado IX</i>	Daño considerable en las estructuras de diseño bueno ; las armaduras de las estructuras bien planeadas se desploman; grandes daños en los edificios sólidos, con derrumbe parcial. Los edificios salen de sus cimientos. El terreno se agrieta notablemente . Las tuberías subterráneas se rompen.
<i>Grado X</i>	Destrucción de algunas estructuras de madera bien construidas; la mayor parte de las estructuras de mampostería y armaduras se destruyen incluidos cimientos ; agrietamiento considerable del terreno . Las vías del ferrocarril se tuercen . Considerables deslizamientos en las márgenes de los ríos y pendientes fuertes. Invasión del agua de los ríos sobre sus márgenes.
<i>Grado XI</i>	Casi ninguna estructura de mampostería queda en pie . Puentes destruidos . Anchas grietas en el terreno. Las tuberías subterráneas quedan fuera de servicio. Hundimientos y derrumbes en terreno suave. Gran torsión de vías férreas .
<i>Grado XII</i>	Destrucción total . Ondas visibles sobre el terreno. Perturbaciones de las cotas de nivel (ríos, lagos y mares). Objetos lanzados en el aire hacia arriba.

Tabla de efectos en función del grado de intensidad.

Mapa de distribución de poblaciones



Mapa de distribución de localidades en la zona de ocurrencia del terremoto. Debes asignar la intensidad que corresponde a cada localidad (utiliza la tabla de intensidades de la página siguiente).

Material alumnos

1	No sentido (intensidad<III)	52	intensidad VI	103	intensidad IV
2	intensidad III	53	intensidad VI	104	intensidad III
3	intensidad III	54	intensidad VII	105	intensidad III
4	No sentido (intensidad<III)	55	intensidad VII	106	No sentido (intensidad<III)
5	No sentido (intensidad<III)	56	intensidad VII	107	intensidad III
6	intensidad III	57	intensidad VII	108	intensidad IV
7	intensidad III	58	intensidad VII	109	intensidad V
8	intensidad III	59	intensidad VI	110	intensidad IV
9	intensidad III	60	intensidad VI	111	intensidad IV
10	intensidad III	61	intensidad VI	112	intensidad IV
11	intensidad IV	62	intensidad VII	113	intensidad V
12	intensidad IV	63	intensidad V	114	intensidad III
13	intensidad IV	64	intensidad V	115	intensidad III
14	intensidad IV	65	intensidad IV	116	No sentido (intensidad<III)
15	intensidad IV	66	intensidad VI	117	intensidad III
16	intensidad IV	67	intensidad V	118	intensidad III
17	intensidad IV	68	intensidad VI	119	intensidad IV
18	intensidad III	69	intensidad V	120	intensidad III
19	No sentido (intensidad<III)	70	intensidad V	121	intensidad III
20	intensidad III	71	intensidad V	122	intensidad III
21	intensidad IV	72	intensidad V	123	intensidad IV
22	intensidad IV	73	intensidad V	124	No sentido (intensidad<III)
23	intensidad V	74	intensidad V	125	No sentido (intensidad<III)
24	intensidad V	75	intensidad V	126	No sentido (intensidad<III)
25	intensidad IV	76	intensidad V	127	intensidad III
26	intensidad V	77	intensidad V	128	intensidad III
27	intensidad V	78	intensidad V	129	intensidad III
28	intensidad V	79	intensidad V	130	intensidad III
29	intensidad V	80	intensidad IV	131	intensidad III
30	intensidad V	81	intensidad V	132	intensidad IV
31	intensidad V	82	intensidad IV	133	intensidad IV
32	intensidad V	83	intensidad IV	134	intensidad III
33	intensidad V	84	intensidad V	135	intensidad III
34	intensidad IV	85	intensidad IV	136	intensidad III
35	intensidad IV	86	intensidad III	137	No sentido (intensidad<III)
36	intensidad III	87	No sentido (intensidad<III)	138	No sentido (intensidad<III)
37	intensidad III	88	No sentido (intensidad<III)	139	No sentido (intensidad<III)
38	No sentido (intensidad<III)	89	intensidad IV	140	No sentido (intensidad<III)
39	No sentido (intensidad<III)	90	intensidad III	141	intensidad III
40	intensidad IV	91	intensidad III	142	No sentido (intensidad<III)
41	intensidad IV	92	No sentido (intensidad<III)	143	intensidad IV
42	intensidad IV	93	No sentido (intensidad<III)		
43	intensidad V	94	intensidad III		
44	intensidad V	95	intensidad III		
45	intensidad VI	96	No sentido (intensidad<III)		
46	intensidad VI	97	intensidad III		
47	intensidad VI	98	intensidad IV		
48	intensidad VI	99	No sentido (intensidad<III)		
49	intensidad VI	100	intensidad III		
50	intensidad VI	101	intensidad III		
51	intensidad VI	102	intensidad IV		

Listado de intensidades sentidas (encuestas macrosísmicas) en cada una de las poblaciones del mapa.

Intensidad VII

54, 55, 56, 57, 58 y 62.

Intensidad VI

45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 59, 60, 61, 66 y 68.

Intensidad V

23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 43, 44, 63, 64, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 81, 84, 109 y 113.

Intensidad IV

11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 22, 25, 34, 35, 40, 41, 42, 65, 80, 82, 83, 85, 89, 98, 102, 103, 108, 110, 111, 112, 119, 123, 132, 133 y 143.

Intensidad III

2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 18, 20, 36, 37, 86, 90, 91, 94, 95, 97, 100, 101, 104, 105, 107, 114, 115, 117, 118, 120, 121, 122, 127, 128, 129, 130, 131, 134, 135, 136 y 141.

No sentido o Intensidad < III

1, 4, 5, 19, 38, 39, 87, 88, 92, 93, 96, 99, 106, 116, 124, 125, 126, 137, 138, 139, 140 y 142.