

**ANEXO:** Movimientos del terreno que pudieran ser desencadenados por actividad sísmica en la CARM en relación a la Protección Civil.

07/07/2014

**ANEXO:** Movimientos del terreno que pudieran ser desencadenados por actividad sísmica en la CARM en relación a la Protección Civil. SISMIMUR 2014

Foto de portada: Desprendimientos sobre la carretera RM-520 ( km 6)  
Producidos por el terremoto de Mula (5.2 M. 2/2/1999). Periódico La Verdad.

## **ANTECEDENTES**

En correspondencia al escrito de 11 de febrero de 2013 por el que se solicitaba la colaboración del IGME en la actualización del Análisis del Riesgo Sísmico para la revisión del Plan SISMIMUR, el Director del IGME emitió un escrito de contestación con fecha 27 de mayo de 2013 al Director General de Seguridad Ciudadana y Emergencias perteneciente a la Consejería de Presidencia de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia; en donde se indicaba que el IGME se comprometía, con sus propios medios, a elaborar un Anexo para incluir en dicha revisión del Plan, que sirviera para mejorar y profundizar en el conocimiento de aquellos aspectos científico-técnicos de su competencia que resultan de especial interés en la Gestión de Catástrofes Sísmicas en el ámbito de la Comunidad Murciana; en concreto, en lo referente a los movimientos de ladera que pudieran asociarse a la actividad sísmica. Los resultados de estos trabajos han consistido en la confección de un inventario y una cartografía a escala 1:200.000 de los puntos y zonas más susceptibles a este tipo de fenómenos inducidos por los terremotos en la CARM en relación a la Protección Civil.

## **INTRODUCCIÓN**

El IGME es un organismo autónomo con experiencia y capacidad de actuación en situaciones de Desastres relacionados con los Riesgos Geológicos, como son las producidas por los terremotos.

En la revisión actual del Plan autonómico (SISMIMUR); el IGME participa en dos grupos de trabajo: el Grupo para la Revisión Ordinaria completa del Plan SISMIMUR (constituido el 15/11/2011) cuya misión es coordinar, supervisar y llevar un seguimiento de la revisión del Plan, y el **Grupo de Trabajo de Análisis del Riesgo** (constituido el 27/03/2012) que tiene por objeto aportar conocimientos y asesoramiento especializado para mejorar la parte del Plan que trata sobre la evaluación de la peligrosidad sísmica de la Región de Murcia y sus riesgos asociados, de cara a definir los escenarios donde se debe hacer la Gestión de la Catástrofe por terremotos en la CARM.

El 27 de Mayo de 2012 tuvo lugar la segunda reunión del Grupo de Análisis del Riesgo y en ella se analizaron las propuestas iniciales del IGME, en donde estaba incluida la realización de este trabajo previsto como ANEXO, para incluir en él documento resultante de la revisión del SISMIMUR (documento de fecha 24 de Abril de 2012). Tras la discusión y análisis de las diferentes propuestas, se requirió el planteamiento detallado de éstas, indicando plazos y costes asociados.

El IGME dispone de una amplia experiencia en el estudio y cartografía de peligros geológicos en la CARM donde lleva más de 25 años trabajando, en particular en la fenomenología de movimientos de ladera, inestabilidades del terreno que han abarcado tanto puntualmente como zonalmente todo el territorio murciano. La ocurrencia de terremotos lleva muchas veces asociada el desencadenamiento de inestabilidades de laderas y taludes; lo que puede tener unas implicaciones importantes de cara al escenario de la gestión de la catástrofe por la modificación del espacio útil de maniobra, la afectación en distinto grado de las construcciones (edificaciones e infraestructuras) y lo más importante, los posibles daños directos a la vida humana. Dentro de las posibles tipologías en que se clasifican estos fenómenos, serían los de desprendimiento, avalanchas, vuelcos y desplomes los que tienen generalmente un impacto evidente por causas sísmicas; en el caso de la CARM suelen ser estas las tipologías antiguas y actuales reconocidas, más frecuentes independientemente de las causas, si los comparamos con otras tipologías como: deslizamientos, flujos, coladas, etc. El IGME, por tanto, puede aportar este tipo de conocimiento involucrado en las catástrofes sísmicas para mejorar la gestión según dos puntos de vista: la del asesoramiento experto por un lado y la de la aportación de datos relevantes procedentes de sus estudios, junto con la de algunos autores que han trabajado en estas temáticas en la CARM en los últimos años. Todo ello ha sido revisado y tratado de nuevo para este fin concreto, como es el caso de la elaboración de este ANEXO.

El objeto del Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico en la Región de Murcia (SISMIMUR) ha sido conocer la peligrosidad existente en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM) frente a este riesgo, estimando la vulnerabilidad de las construcciones y trabajando sobre la organización y procedimientos de actuación. Con este objetivo final, y teniendo en cuenta la

extensión de la zona de estudio y las limitaciones de tiempo y presupuesto, se acordaron tanto la metodología a seguir como la escala de trabajo, en un planteamiento que se consideró realista y adecuado a los condicionantes del problema. Por otro lado, este trabajo se ha concebido con el detalle suficiente para los objetivos perseguidos dejando abierta la continuación para estudios de menor escala de estos fenómenos inducidos por terremotos en aquellas localizaciones geográficas, si así se requiriera en un futuro en algunos puntos y zonas indicados en este ANEXO, en el ámbito de Protección Civil.

En este ANEXO se pretende, por tanto, establecer aquellos puntos y zonas influenciadas por la actividad sísmica, partiendo exclusivamente de la información existente de movimientos de ladera tanto puntual como areal. Posteriores estudios más detallados y actualizados podrán fundamentar mejor estos fenómenos en cada sitio en relación a su causa sísmica; que si bien tienen importancia desde una visión más científica, no lo son tanto con vistas a su aplicación práctica para un Plan de Protección Civil ante terremotos; donde el dato más necesario y urgente es la localización y susceptibilidad<sup>1</sup> de producirse el movimiento de ladera que pueda afectar al escenario espacial de la gestión de la catástrofe sísmica. La clasificación tipológica de los posibles fenómenos inducidos, así como la zonificación de susceptibilidades medias y altas a los movimientos de ladera, cruzada mediante análisis de proximidad con un SIG con la información de los elementos vulnerables y expuestos más relevantes (núcleos de población, infraestructuras lineales ( carreteras y FFCC), cursos de agua y cuerpos de agua (lagos y embalses) ), además de los movimientos constatados por actividad sísmica en la CARM; nos dará una información de carácter previo acerca de los puntos y zonas (tramos) que podrían sufrir inestabilidades desencadenadas por terremotos.

## **OBJETIVOS**

A la vista de lo ya expuesto, el presente ANEXO presenta una información en materia de movimientos de ladera en la CARM, con vistas a ser incorporada en la revisión del

---

<sup>1</sup> Aquí la susceptibilidad utilizada es la debida a la ocurrencia de movimientos de ladera sin referencia explícita a la causa sísmica.

SISMIMUR (2014); basados fundamentalmente en datos obtenidos de trabajos realizados por el IGME en la CARM; destacando los debidos a convenios de colaboración con diversas Consejerías y de algunos artículos de autores que han tratado el tema en la CARM; de los que se ha extraído información relevante de este peligro geológico inducido por actividad sísmica.

Para ello:

- Se han inventariado los principales fenómenos de movimientos de ladera detectados en la CARM que podrían haber sido inducidos por terremotos, de acuerdo a su localización geográfica y el grado de amenaza a los diferentes tipos de elementos afectables.
- Se han cartografiado los puntos y los tramos o zonas que más implicaciones puedan tener para los escenarios de gestión de catástrofe sísmica para PC. Toda esta información está plasmada en un Mapa E 1:200.000.
- Este ANEXO se presenta a manera de memoria explicativa de los contenidos del trabajo.

### **MOVIMIENTOS DE LADERA Y TERREMOTOS. ASPECTOS TEÓRICOS.**

Debido a la relevancia que podrían tener los movimientos de ladera sismoinducidos en la CARM, se ha dedicado este apartado a analizar de forma somera la influencia que pueden tener los terremotos en el desencadenamiento de inestabilidades. Conviene recordar que los movimientos de ladera son uno de los posibles efectos inducidos más relevantes asociados a los terremotos. Son procesos dinámicos, normalmente complejos, de carácter gravitacional que afectan a los materiales más superficiales de la corteza terrestre. Su origen general son procesos de reajuste en las condiciones de estabilidad de las laderas, que se manifiestan como movimientos ladera abajo de masas constituidas por distintos tipos de materiales (rocas, suelos, rellenos artificiales y combinaciones de todos ellos), generalmente a favor de superficies de rotura o discontinuidad preexistentes. Se da una gran variabilidad tipológica siendo muy diferentes entre sí, y en ellos confluyen un gran número de factores condicionantes y desencadenantes y mecanismos de rotura. De los desencadenantes son los

terremotos, junto con precipitaciones y acciones antrópicas, los factores más importantes. Y la acción combinada de todos ellos es normalmente la que provoca la inestabilidad de la ladera o talud; aunque el impulso desencadenante último sea, por ejemplo, el debido a un terremoto.

Son muchos los casos donde en el escenario de la catástrofe provocada por un terremoto, los daños producidos por los movimientos de ladera exceden al daño generado directamente por la vibración sísmica, aunque de momento, ni la ordenación territorial, ni las normas de construcción sismorresistente de la mayoría de los países suelen tener en cuenta este fenómeno inducido; como mucho se indica, pero no hay un desarrollado en cuanto al procedimiento de su tratamiento. En los últimos años, aunque de forma muy lenta, ha aumentado la caracterización de áreas susceptibles a sufrir inestabilidades de ladera por terremotos, que si bien, se localizan mayoritariamente en zonas montañosas deshabitadas, donde cobran importancia es cuando se ven implicadas la construcción, el desarrollo urbanístico y la protección civil. En este sentido, cabe destacar uno de los primeros trabajos de carácter sistemático y estadístico de Keefer (1984), señalaba que los tipos de movimientos de ladera más frecuentes corresponden a los desprendimientos (Tabla 1). El área afectada por movimientos de ladera puede ir de 200 km<sup>2</sup> para terremotos de magnitud M de 6 a 400.000 km<sup>2</sup> para M>8 (Keefer, 1984; Keefer y Wilson, 1989). Los datos utilizados procedían de todo el mundo. Las relaciones son, en general, aceptables aunque van apareciendo excepciones

Desde un punto de vista teórico se podrían producir movimientos de ladera con magnitudes menores de 5, intensidades menores de VI o aceleraciones de 0.07g o menores, si las condiciones de equilibrio gravitatorio de la ladera o talud potencial son las adecuadas en el momento de producirse la vibración. La posibilidad de que se desencadene un movimiento de ladera por la ocurrencia de un terremoto dependerá de los cambios que se produzcan en un periodo corto de tiempo en los factores que controlan el equilibrio. Estos son la resistencia al corte de los materiales y sus discontinuidades, modificada por el incremento de la presión de poro, la geometría y la vibración (magnitud, duración,  $PGA > 0.05g$ , espectro de respuesta del sitio, etc.) a que es sometida el terreno. En la Tabla 2 se recogen algunos de los valores umbral mínimos de diferentes parámetros sísmicos dados por diversos autores.

<b>TIPO DE MOVIMIENTOS DE LADERA / pendiente mínima</b>
<b>Muy abundantes: &gt;100.000</b>
Desprendimientos en roca 40º (1.7:1) Deslizamientos en suelos sin cohesión 15º (3.7:1) Deslizamiento en roca 35º (1.4:1)
<b>Abundantes: Entre 10.000 y 100.000</b>
Expansiones laterales en suelos 0.3 (190:1) Deslizamientos circulares en suelos (slumps) 10º (5.7:1) Deslizamientos en bloques de suelo 5º (11:1) Avalanchas en suelos 25º (2.1:1)
<b>Moderadamente común: Entre 1.000 y 10.000</b>
Desprendimientos en suelos 40º (1.7:1) Flujos rápidos en suelos 2.3º (25:1) Deslizamientos circulares en roca (slumps) 15º(3.7:1)
<b>Poco común: Entre 100 y 1.000</b>
Deslizamientos subacuáticos 0.5 (110:1) Flujos lentos de tierra 10º (5.7:1) Deslizamientos de bloques de roca 15º (3.7:1) Avalanchas en roca 25º (3.7:1)

Tabla 1.- Frecuencia y tipologías de movimientos de ladera desencadenados por sismos a partir de una muestra de 40 terremotos históricos (modificado de Keefer (1984) y DMG (1997)).

Aspectos relacionados con la orientación de la ladera, direccionalidad e inclinación del frente de ondas sísmicas; respecto a la inestabilidad de laderas por causas sísmica no están suficientemente estudiados, por la falta de datos fiables y la complejidad de análisis.

### MOVIMIENTOS DE LADERA EN LA CARM

En términos generales, los 686 puntos de movimientos de ladera inventariados en la CARM (ver cuadro I) para este trabajo, se distribuyen principalmente por las comarcas de mayor relieve Noroeste, Centro (sobre todo en la Sierra de Ricote y comarca Oriental), Alto y Bajo Guadalentín y Litoral; siendo menor en el Área Metropolitana de Murcia (Sierra de Carrascoy) y mucho menor en las comarcas del Altiplano. Aparecen muy limitados en cuanto a sus tipologías, habiéndose identificado principalmente en el sentido amplio como

<b>VALORES UMBRALES MÍNIMOS</b>	
<b>Aceleración crítica</b>	$A_c \approx 0.05$ g, independiente del mecanismo de rotura (Wilson y Keefer, 1985)
<b>Intensidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Movimientos de ladera caóticos y desprendimientos: Intensidad mínima predominante MMI VI; Intensidad más baja registrada MMI IV (Keefer, 1984)</li> <li>- Movimientos de ladera coherentes, expansiones laterales y flujos: Intensidad mínima predominante MMI VII; Intensidad más baja MMI V (Keefer, 1984)</li> </ul>
<b>Intensidad Arias</b>	<p>Expresa una relación empírica que mide la severidad del movimiento como función de la magnitud del terremoto y de la distancia desde la fuente sísmica (Wilson y Keefer, 1985):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Movimientos de ladera coherentes: <math>I_a = 0.5</math> m/s</li> <li>- Movimientos de ladera caóticos: <math>I_a = 0.15</math> m/s</li> <li>- Expansiones laterales y flujos: <math>I_a = 0.5</math> m/s</li> </ul>
<b>Magnitud</b>	<p>Según Keefer (1984):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desprendimientos y deslizamientos de rocas, desprendimientos de suelo y deslizamientos de suelo caóticos: <math>M_L = 4.0</math> (susceptibles a vibraciones de corta duración y alta frecuencia)</li> <li>- Slumps de suelo y deslizamientos de bloques de suelo: <math>M_L = 4.5</math> (mayor duración y menor frecuencia)</li> <li>- Slumps de roca, deslizamientos de bloques de roca, flujos lentos de tierras, expansión lateral de suelos, flujos de suelo rápidos y deslizamientos subacuáticos: <math>M_L = 5.0</math> (mayor duración y menor frecuencia)</li> <li>- Avalanchas de roca: <math>M_L = 6.0</math></li> <li>- Avalanchas de suelos: <math>M_L = 6.5</math></li> </ul> <p>Un 0.1% de los deslizamientos a lo largo del tiempo ha sido asociado con eventos de <math>M &lt; 5.0</math> y un 1% con eventos de <math>M &lt; 6.0</math>, mientras que el 92% se atribuye a eventos de <math>M \geq 7.0</math> (Keefer, 1994).</p>

*Tabla 2.- Valores umbrales mínimos de parámetros sísmicos.*

Desprendimientos (ver cuadro II) en comparación con las otras tipologías. Su localización esta generalmente alejada de núcleos importantes de población a excepción de Lorca, Águilas, Caravaca de la Cruz, Blanca, Archena, Ojós, Ulea, Ricote, Alhama de Murcia, Pliego citando algunos de los más destacados, además de muchos tramos del litoral murciano que han sufrido en su historia movimientos de ladera en algún punto de su creciente entramado urbano.

Cuadro I

Nº de puntos 686	Número	Porcentaje %
Desprendimientos	<b>583</b>	<b>~85</b>
Deslizamientos	<b>48</b>	<b>~7</b>
Flujos y coladas	<b>44</b>	<b>~6</b>
Otros	<b>11</b>	<b>~2</b>

La tipología predominante en la CARM es la que hemos denominado desprendimiento (ver cuadro II); podemos ver que las otras tipologías constatadas se dan mucho menos a una escala útil para Protección Civil; deslizamientos, flujos y conos de derrubios, canchales, reptaciones y zonas susceptibles de sufrir hundimientos por disolución; ocasionalmente se han observado derrumbes de las márgenes de las ramblas como consecuencia de la socavación de los cauces, si bien siempre de muy reducida dimensión, no representable a la escala de trabajo. No se han encontrado evidencias de coladas de barro, aunque no se descarta su presencia en zonas con taludes en materiales margosos o arcillosos que pueden dar lugar a movimientos en casos de precipitaciones excepcionales, y su relación con sismos es poco probable.

Cuadro II

Tipología s.l. (senso lato)	Tipologías específicas en el tratamiento SIG.
Desprendimientos	Zonas con afección alta de desprendimientos; desprendimientos aislados de bloques; susceptibilidad alta y media de desprendimientos; desprendimientos de largo recorrido caída libre y rodadura; desprendimientos secuencial (canchales); desprendimiento de caída moderada y rodadura; zona con alta susceptibilidad a desprendimientos vuelcos y desplomes; vuelcos y desplomes; desprendimiento con recorrido moderado en caída libre y rodadura; desprendimientos de escasos bloques en taludes verticales; desplome o vuelco aislado; desprendimientos de numerosos bloques; rodadura de bloques o cantos; desprendimientos de escasos bloques en taludes inclinados; desplomes o vuelcos potenciales
Deslizamientos	Deslizamiento rotacional; movimientos mixtos (deslizamientos rotacionales y flujos de derrubios); deslizamientos de pequeño volumen en suelos; movimientos activos de deslizamientos; deslizamientos traslacional; zona con alta susceptibilidad a deslizamientos; deslizamiento; deslizamiento simple; deslizamiento rotacional simple.
Flujos y coladas	Flujo de derrubios; movimientos de flujo.
Otros	Hundimientos; sin clasificar (mov. complejos)

De los detallados trabajos de campo que se llevaron a cabo en los estudios del IGME(IGME/COPOT (2004, 2005 y 2012), IGME/CIMA ( 2007a, 2007b, 2009) )referidos, se podría inferir que en esta distribución tipológica tan desigual de movimientos de ladera localizados en el territorio de la CARM , seguramente ha contribuido el hecho de existan un elevado grado de cementación de algunas

formaciones de materiales carbonatados y unas bajas pendientes del relieve, excepción hecha de las zonas de sierras. Entre las otras tipologías consideradas que no son desprendimientos, son solo el 15 % de las inventariadas (ver cuadro II).

Se citan algunas de las evidencias históricas de procesos de inestabilidad que han causado daños o pérdidas a la población con algunas consecuencias; su relación con terremotos como desencadenante último es poco probable, ya que ninguno de ellos parece que tiene una clara vinculación a estas causas; aunque la realidad es que no hay investigaciones exhaustivas en este sentido. Por ello, se han querido referir casos como el de los desprendimientos de bloques rocosos en el Cerro del Castillo en Jumilla IGME (1990); o los casos de caídas puntuales de fragmentos rocosos en la parte alta de la ciudad de Yecla, asociadas fundamentalmente a la acción antrópica por la realización de excavaciones en el terreno; o el de un gran deslizamiento en Blanca, en la Unidad formada por margas arenosas con tramos de areniscas y conglomerados. El Catálogo Nacional de Riesgos (IGME, 1988) cita un deslizamiento en calizas y margas tortonienses; la nueva Hoja del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 número 912, cartografía un deslizamiento que afecta a las unidades litológicas de areniscas, calizas y conglomerados y de margas mayoritarias. Las litologías a las que han afectado estos movimientos no corresponden a suelos en sentido geotécnico, sino a rocas blandas alteradas y rocas duras. Se trata más bien de movimientos tipo flujo de derrubios que de deslizamientos rotacionales puros. En la zona centro de la CARM son conocidos los desprendimientos de rocas asociados a cantiles rocosos de la sierra de Espuña, al norte de los municipios de Totana y Alhama de Murcia, la Sierra de La Muela, en las cercanías de Alhama de Murcia, las sierras del Gigante y del Almirez, al noroeste del municipio de Lorca, las Sierras de la Tercia y de las Estancias, en Lorca, las Sierras del Madroño y Cambrón, entre los municipios de Lorca y Totana, y la Sierra de Carrascoy. Estos procesos se localizan en numerosos puntos de las zonas montañosas de esas comarcas por lo general despobladas o con ocupación ocasional y con poca afección a las líneas de infraestructuras. También se dan algunos conos de derrubios procedentes de acumulaciones de fragmentos de roca desprendidos previamente en zonas de vaguada y al pie de escarpes rocosos, destacando los

existentes en la Sierra de Espuña. Los deslizamientos, tanto de tipo rotacional como planar, obedecen a la presencia de materiales de baja consistencia y de coluviones que tapizan laderas con pendientes moderadas. En la zona litoral existen algunas evidencias históricas de procesos de inestabilidad que han marcado zonas de peligro alto por desprendimientos en La playa de El Hornillo (Águilas); en la playa del Portús (Cartagena) con desalojos por caída de bloques de una docena de casas hace 23 años y sucesos que han causado daños como: los desprendimientos acaecidos en el Monte de la Concepción por intervenciones antrópicas en él pasado, sobre edificios en la calle Gisbert en Cartagena (2008), actualmente bastante consolidado; problemas circulatorios por desprendimientos en la RM-332, en 2010, en la cuesta de Valdelentisco, en la carretera que une Cartagena y Mazarrón; desprendimientos que tuvieron lugar tras una tormenta en el km 10 de la carretera de La Azohía a Cartagena. En esta zona litoral, muchas veces los desprendimientos de rocas aparecen asociados a los acantilados marinos y/o cantiles rocosos carbonatados como el del relieve de Los Chuecos al norte de la población de Tébar, del Cerro Colorado al oeste del municipio de Águilas, del Cocón de Cope en el cabo homónimo, de la Sierra de las Moreras al oeste del Puerto de Mazarrón, así como en los mármoles de la Sierra del Algarrobo y Sierra de lo Alto al norte del Puerto de Mazarrón, en Peñas Blancas y Sierra de la Muela al norte de Cabo Tiñoso, en Sierra de Pelayo al oeste del núcleo de Cartagena, en Sierra Gorda y Sierra de la Fausilla enmarcando a Escombreras y en el Monte de las Cenizas. Los deslizamientos, tanto de tipo rotacional como planar, obedecen a la presencia de materiales de baja consistencia y de coluviones que tapizan laderas con pendientes moderadas. Igualmente, en la zona litoral, aparecen algunos flujos de derrubios y canchales, ocasionalmente y de forma local se han observado deslizamientos de materiales, mientras que se observan frecuentes vuelcos, descalces y derrumbes en los acantilados costeros y, en algunas ocasiones, en las márgenes de las ramblas como consecuencia de la socavación de los cauces, si bien siempre de muy reducida dimensión, no representable a la escala de trabajo.

En la zona minera de la Sierra de Cartagena existen una serie de estructuras de tipo balsa en las que se ha considerado su posible inestabilidad de los taludes que las conforman de cara a posibles implicaciones sobre núcleos de población e

infraestructuras, algunos procesos observados son de muy escasa magnitud y siempre de carácter local. Se han señalado en la cartografía y leyenda, las que tienen mayor cercanía a núcleos de población e infraestructuras lineales.

No se han tenido en cuenta; por no ser relevantes para los objetivos de esta trabajo, aunque si vienen inventariados en los estudios de referencia del IGME, los movimientos verticales del terreno como los hundimientos o subsidencias asociados a procesos de disolución en materiales carbonatados y yesíferos.

### **MOVIMIENTOS CONSTATADOS POR TERREMOTOS EN LA CARM**

La intervención de fuerzas sísmicas en la generación de inestabilidades en una ladera, no es un hecho fácil de establecer. Si a la descripción de esta fenomenología de gran diversidad tipológica le añadimos el factor tiempo, se hace mucho más complicado el poder atribuir la causa y el efecto de manera fiable. No obstante, en la CARM se han podido constatar diversas zonas donde han tenido lugar estas inestabilidades durante los últimos terremotos actuales que han sido detectadas por observación y coincidencia en la fecha del evento sísmico y por datación; en concreto desde el terremoto de 1999 en la comarca de Mula hasta el terremoto de 2011 en Lorca. En el análisis efectos geológicos de este último evento, tras la observación de algunas zonas propicias donde se habían dado inestabilidades, un estudio de datación mediante técnicas liquenométricas; establecía que algunos materiales desprendidos, en las zonas del Cejo de los enamorados y de la Rambla de los 17 Arcos procedían de terremotos antiguos 1674 (EMS VIII) y 1755 (EMS VI) Pérez et al (2012). Algunos autores como Mulas (1999); Delgado et al (2011 y 2012), Rodríguez-Peces et al (2008a, 2008b, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013) y Alfaro et al (2012, 2012a, 2012b, 2012c) han señalado estos hechos. Seguramente que en una región como esta, donde se dan factores condicionantes (litología, estructura del macizo rocoso, propiedades de la matriz rocosa y de las juntas, pendientes del terreno y vegetación) y desencadenantes (sismos, precipitaciones intensas o prolongadas, acciones antrópicas, etc.) propicios; este factor sísmico como desencadenante final, ha debido ser más habitual de lo que conocemos; aunque haya sido con participación de otros factores que han modificado el estado tensional del sistema ladera, acercándolo con el tiempo a condiciones de

desequilibrio, que la sacudida final ha terminado desequilibrando. Al contrario, también ha debido ocurrir; habiendo participado las acciones sísmicas en la inestabilidad de las laderas pero siendo el desencadenante final otros factores, fundamentalmente la lluvia. Evaluar el balance del grado de participación de cada factor desencadenante en el desequilibrio de una ladera es un trabajo por hacer en las laderas y taludes de la CARM; pero que desde el punto de vista práctico esta fuera de los objetivos de este trabajo.

En cuanto a la tipología de movimientos de ladera más proclive a producirse de forma evidente y con efectos en el medio antrópico, ya se ha dicho antes que son los desprendimientos, vuelcos, desplomes, descalces o derrumbes (ver cuadro I); en muchos menos casos y sin una relación clara evidenciable con actividad sísmica estarían los deslizamientos. En cuanto a los flujos, reptaciones, coladas de barro, que serían proclives a relacionarlos con la actividad sísmica, la realidad es que no hay muchos casos en los inventarios realizados y, desde luego, ninguno relacionado fehacientemente con actividad sísmica en nuestro inventario (Ver Anexo I). Por todo ello, en el análisis solo se han seleccionado los puntos definidos como desprendimientos s.l.

Cuadro III

Terremotos	Número de puntos constatados	Referencias
Mula (1999)	8	Mulas (1999)
Bullas (2002)	1	Rodriguez-Peces et al(2008a,2008b,2009, 2010,2011a,2011b, 2012 y 2013)
La Paca y Zarcilla de Ramos (2005)	1	Rodriguez-Peces et al(2008a,2008b,2009, 2010,2011a, 20011b, 2012 y 2013); Murphy (2005)
Lorca (2011)	195	Delgado et al(2011 y 2012); Alfaro et al (2012, 2012a;2012b, 2012c,2012d); y Rodriguez-Peces et al(2011a,2011b, 2012 y 2013); IGME (2011)
Antiguos (1674 y 1755) (Desprendimientos coincidentes con los de 2011)	22	Pérez et al (2012). (2 bloques) Cejo de los enamorados y (20 bloques)Rambla de los 17 Arcos)

Futuros estudios y la constatación de movimientos de ladera desencadenados por la actividad sísmica irán aportando nuevos puntos en el territorio. La localización

de puntos de este tipo se enmarca dentro de las zonas de susceptibilidad alta o media y poquísimos los que están fuera de esas zonas. Todo ello indica la importancia que tiene esta zonificación de susceptibilidad alta y media de cara a la previsión espacial de escenarios para Protección Civil.

Se puede ver (Cuadro III y Fig. 1) cómo en los últimos estudios de inestabilidades de laderas causados por terremotos el número de registros ha

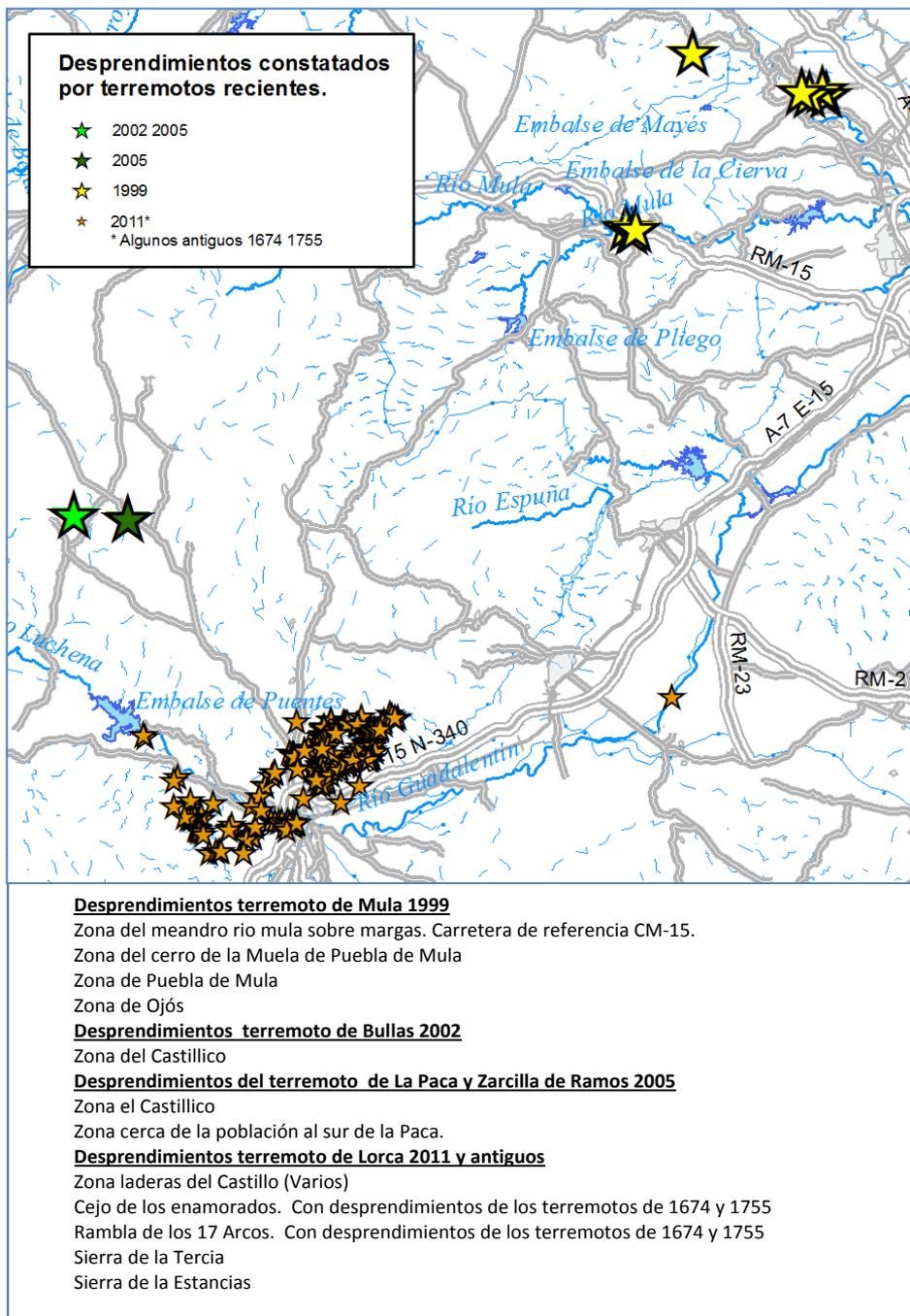


Fig. 1. Movimientos constatados por terremotos recientes (1999, 2002, 2005, 2011 y antiguos)

umentado; aunque en los mismos se han constatado movimientos a distintas escalas, lo que hace que este número suba. No serían equiparables unos puntos con otros; pero independientemente de eso lo que nos indica es una zona donde en mayor o menor escala se da esta fenomenología inducida (Ver Fig. 1).

## **METODOLOGÍA**

El presente documento se compone de dos partes, una correspondiente al mapa a escala 1:200.000 y otro a una memoria. En esta última se explica el encuadre, contenido y realización del trabajo. La memoria a su vez incluye unos Anexos donde se incluyen:

- Las fichas de caracterización de los puntos de los principales fenómenos reflejados en la CARM (Inventario) con posibles implicaciones en la gestión espacial de la Protección Civil, Anexo I,
- Las zonas más susceptibles a problemas por movimientos de ladera en el escenario de catástrofe sísmica. Tramo Archena –Abarán, Anexo II.
- Los mapas de otras Infraestructuras lineales propuestas (Eléctricas y Oleoductos y Gaseoductos). Anexo III.

## **INVENTARIO**

Para la realización del inventario de los principales fenómenos detectados en la CARM que podrían ser susceptibles de ser inducidos por terremotos con implicación en los escenarios de catástrofe en Protección Civil, se ha procedido a revisar todos los informes y estudios elaborados por el IGME en dicha Comunidad (ver Referencias), que podrían tener relación con este tema. Dichos informes están referidos tanto a estudios puntuales en zonas con antecedentes (principalmente por desprendimientos) como a estudios generales de ámbito municipal o comarcal. En la bibliografía se pueden ver los trabajos referidos realizados por el IGME y que están más relacionados con los movimientos de ladera en la CARM. Muchos de estos estudios han sido realizados en convenios con la Consejería del Gobierno Murciano que ha tenido las competencias en Cartografía y Ordenación del Territorio.

En este proceso de recopilación y revisión se ha prestado especial atención a toda la información relativa a movimientos de ladera, aunque se han incluido también otros movimientos del terreno (colapsos, hundimientos, etc.), referida tanto a los eventos históricos localizados en el tiempo, como a las zonas susceptibles de sufrir esta fenomenología en base a sus factores condicionantes. No obstante, cabe señalar que no se ha incluido la licuefacción, dado que el tratamiento y las metodologías aplicadas en el SISMIMUR resultan adecuadas y suficientes para el alcance del Plan, por lo que en este ANEXO se ha centrado en fenómenos de movimientos de ladera y sobre todo, en desprendimientos s.l. En el inventario se han recogido un total de 58 (ver Fichas de caracterización de puntos); en la cartografía (Ver mapa) se podrán ver los tramos susceptibles de sufrir desprendimientos por actividad sísmica.

En cualquier caso, se debe tener en cuenta que debido a que la información presentada en este documento parte de diversos informes realizados con distintos objetivos y grados de detalle, su tratamiento y valoración no sigue un criterio homogéneo por lo que el principal valor de dichos datos pasa por el reconocimiento de la existencia de un determinado peligro que pudiera ser inducido por un terremoto, así como su localización geográfica. Por otra parte, se debe tener también en cuenta, que la ausencia de fenomenología en determinadas zonas pudiera deberse a la falta de estudios de detalle en dichos lugares y no a la ausencia de una posible amenaza. No obstante, la zonificación por tipologías de susceptibilidad a los movimientos de ladera cubre este posible vacío, por lo que no hay ninguna zona del territorio sin caracterizar el fenómeno ya sea puntualmente o arealmente. Las modificaciones antrópicas del territorio (infraestructuras, construcciones, usos, etc.) hacen que estos aspectos cambien también en el tiempo, consideración que se deberá tener en cuenta para el futuro.

La información recopilada se ha implementado y analizado en un SIG, en el que quedan representados geográficamente todos los puntos coincidentes o muy próximos (~ 50 m) que podrían verse afectados por fenómenos inducidos por terremotos. Esta información puntual nace del cruce con núcleos de población, infraestructuras lineales, cursos de agua (permanente o no), cuerpos de agua (embalses y lagos). Los puntos más prioritarios son los dos primeros en comparación con los dos segundos, dado que sus implicaciones previsibles son menores de cara a los espacios que necesita conocer

Protección Civil, aunque en el caso de cauces de agua pudiera ocurrir algún represamiento natural y causar inundaciones temporales que pudiera afectar al escenario de la catástrofe, aspecto este poco previsible por lo que su prioridad es también menor. En el caso de cuerpos de agua (lagos y embalses), los posibles movimientos en masa desencadenados en el interior que pudieran darse por inducción sísmica, no parece muy posible por las características estudiadas que generaran algún tipo de problema en relación con la elevación de la cota de agua o del oleaje interior producido por la sacudida sísmica.

Se puede ver en el inventario elaborado, que la fenomenología más previsible en la CARM es la de movimientos de ladera, en concreto desprendimientos; siendo éstos los eventos más frecuentes en la recopilación efectuada. Sobre otros posibles fenómenos inducidos por terremotos, no se han considerado los pocos casos de subsidencia (dolinas aluviales, colapsos, etc.), por estimarse de interés mínimo o incluso insignificante de cara a la Protección Civil.

Se han realizado 6 tipos de fichas de caracterización de puntos (Ver Anexo I); según sean los resultados del cruce (análisis de proximidad SIG) con núcleos de población, infraestructuras lineales, cursos de agua (permanente o no), cuerpos de agua (embalses y lagos) y balsas en relación a núcleos de población y a infraestructuras lineales.

Estos 58 puntos<sup>2</sup> se reparten en:

	Nº de puntos ( Total 58)
Núcleos de población	15
Infraestructuras lineales	12
Cursos de agua (permanente o no)	15
Cuerpos de agua ( embalses y lagos)	3
Balsas en relación a núcleos de población	6
Balsas en relación a infraestructuras lineales	7

### **METODOLOGÍA DEL MAPA 1:200.000 DE LA CARM. (Puntos y zonas susceptibles a movimientos de ladera por terremotos)**

<sup>2</sup> En este trabajo se ha denominado punto a aquel fenómeno de movimiento de ladera inventariado representado por un símbolo de aros circulares de color (Ver Fig. 4) en la cartografía y constatado de estudios y referencias anteriores, que puede afectar a elementos de exposición relevantes para la gestión de catástrofes.

El método general para llegar al mapa de puntos y zonas susceptibles de movimientos de ladera por terremotos para protección civil en la CARM. SISMIMUR 2014, ha comprendido una serie de trabajos previos de gabinete; consistentes en la selección y clasificación de datos de los estudios (IGME/COPOT (2004, 2005 y 2012), IGME/CIMA (2007a, 2007b, 2009) referidos; mediante tratamiento con un Sistema de Información Geográfica de los estudios y cartografía de susceptibilidad a los movimientos de ladera comprendidos en dichos trabajos previos.

El objetivo del mapa, como se ha indicado anteriormente, es la localización cartográfica de los puntos y los tramos o zonas que más implicaciones puedan tener para los escenarios de gestión de catástrofe sísmica para PC. Toda esta información está plasmada en el Mapa E 1:200.000.

El mapa incorpora información procedente del análisis SIG con un inventario de movimientos de ladera en la CARM y de la zonificación de susceptibilidades en seis zonas (Noroeste, Altiplano, Centro; Guadalentín, Área Metropolitana y Litoral) en que se han dividido el territorio de la CARM en estudios y cartografías precedentes realizadas por él IGME. Esta información queda reflejada en el mapa a escala 1:500.000 “Inventario y zonas susceptibles a movimientos de ladera por terremotos” ( Ver MAPA DE PUNTOS Y ZONAS SUSCEPTIBLES A MOVIMIENTOS DE LADERA POR TERREMOTOS PARA PROTECCIÓN CIVIL EN LA CARM).

La susceptibilidad al movimiento de ladera está asociada a unos condicionantes litológicos y topográficos (pendientes) y a la escala del estudio; viene a significar una probabilidad cualitativa de los movimientos a que se refiere la leyenda del mapa. Por ello, por ejemplo, una susceptibilidad baja no significa que no se puedan prácticamente producir movimientos, sino que éstos son función de las condiciones litológicas del terreno, ya esté formado por suelos o por rocas, y topográficas y se producirán más raramente que en otras con susceptibilidad media o alta, como consecuencia de los condicionantes de la inestabilidad. En este caso hemos considerado las zonas de susceptibilidades medias y altas exclusivamente en cada una de las seis zonas estudiadas de la CARM, por ser las más propensas a ser desencadenadas por terremotos y son estas las que se han presentado por ser las que más relevancia tienen para Protección Civil.

La zonificación de la susceptibilidad a los movimientos de ladera se ha elaborado a partir de la graduación de pendientes, agrupaciones litológicas e identificación de los procesos sobre el terreno realizada en los estudios previos mencionados, si bien ciertas diferencias de criterio de estos tres aspectos ha hecho que no se hayan tratado globalmente para todo el territorio de la CARM en su cruce con los elementos afectables y sí por zonas, habiéndose seleccionado las zonas independientemente de su tipología que han mostrado una susceptibilidad media y alta.

De este modo se obtienen las áreas susceptibles de ser afectadas por movimientos de ladera de distinta naturaleza. Aspectos tales como el grado de fracturación, orientación de estratos, alternancia de materiales, grado de meteorización, etc. se han tenido en cuenta para la elaboración del inventario y para la estimación final de la susceptibilidad.

Los niveles de susceptibilidad en la aparición de movimientos en taludes y laderas en general aumentan significativamente a causa de actuaciones antrópicas en las construcciones y las carreteras por modificar las condiciones naturales en las que el terreno aparece estable y difícil de prever para periodos de tiempo fuera del periodo de planificación urbana y territorial.

Otro aspecto a destacar es que no se ha considerado la cubierta forestal allí donde existe y, por lo tanto, los resultados obtenidos son, en general, conservadores; lo cual, en este caso, no es malo para los fines perseguidos de consideración de este efecto inducido en un escenario de catástrofe por actividad sísmica.

La caracterización y cartografía de la susceptibilidad a los movimientos de ladera se realizó a partir de esquema metodológico de la figura 2. La metodología utilizada está caracterizada por su simplicidad, y la adecuación a la escala de trabajo del presente estudio, sin menoscabo de la calidad de sus resultados.

La información contemplada en el Mapa de Puntos y Zonas Susceptibles a Movimientos de Ladera por Terremotos para Protección Civil en la CARM,

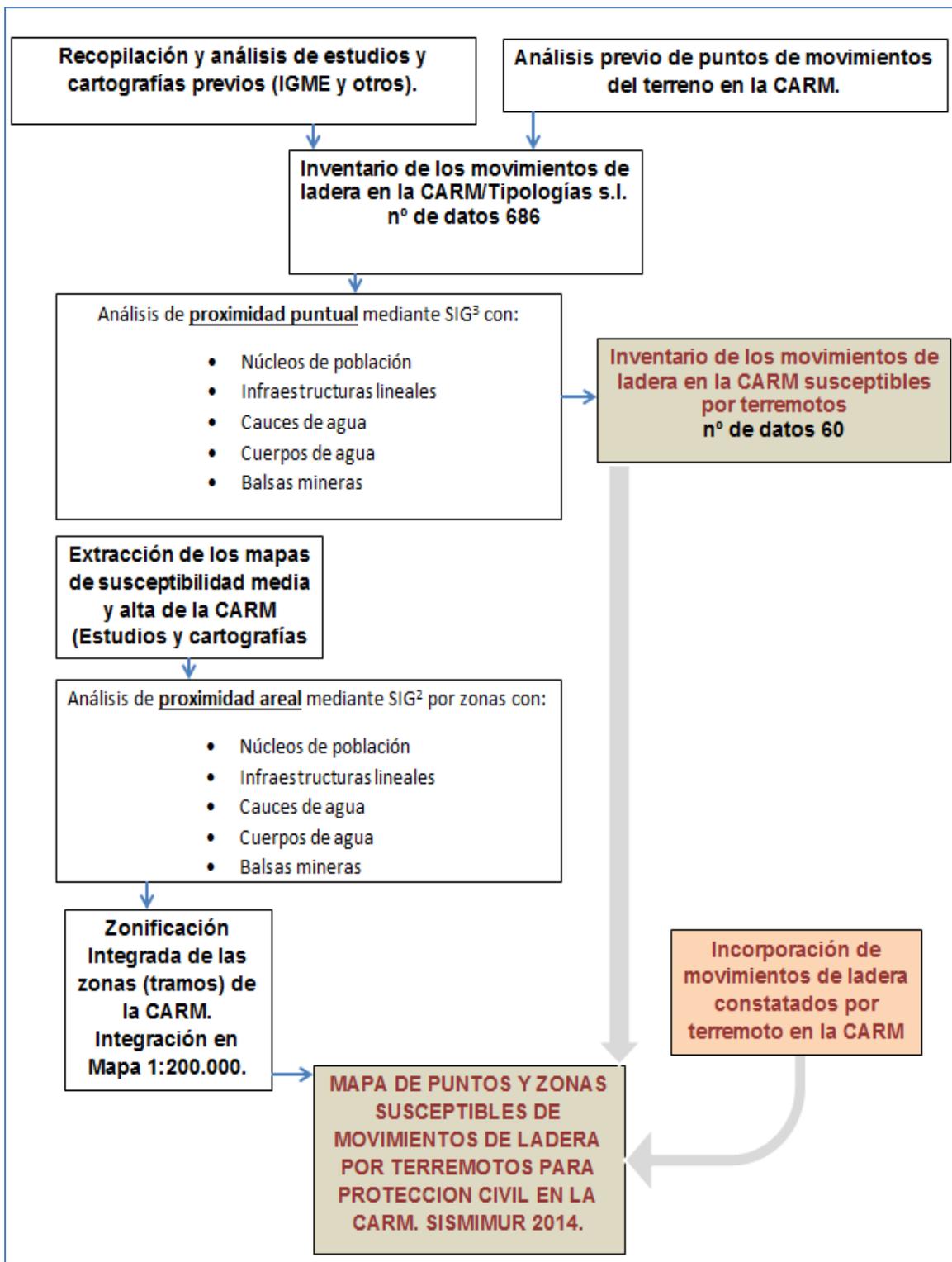


Fig. 2. Esquema metodológico para la elaboración del Mapa de Puntos y Zonas (Tramos).

<sup>3</sup> Cuando se disponga de información fiable de líneas eléctricas y de oleoductos/gaseoductos de la CARM; sería importante añadir su análisis de proximidad. ( en el apartado correspondiente se ha propuesto hacerlo)

E 1:200.000 permite incluso a escala de más detalle de representación identificar adecuadamente la localización de las posibles zonas donde haya elementos afectables. Los elementos afectables considerados en el análisis SIG de proximidad realizado han sido: Núcleos de población; Infraestructuras lineales; Cauces de agua y Cuerpos de agua (lagos y embalses). En el caso de los núcleos de población, para tener en cuenta una situación más real se partió de la base topográfica de la cartografía geológica continua escala 1:50.000 GEODE. Esta base topográfica incorpora el gran diseminado de construcciones por todo el territorio; que suelen estar desocupadas la mayoría del tiempo; sus usos habituales son industrial o residencial secundaria. El resto de elementos afectables (Infraestructuras lineales (carreteras, FFCC), Cauces de agua y Cuerpos de agua (embalses, presas y lagos)) se han extraído de la Base Cartografía Numérica a escala 1:200.000 BCN200

También dentro de los elementos expuestos dadas las características mineras de algunas zonas del territorio y por disponer de la localización con bastante exactitud de las estructuras mineras de tipo balsa; se han tenido en cuenta su proximidad a elementos afectables por la susceptibilidad a la inestabilidad de taludes por causas sísmicas en relación a los escenarios de gestión de catástrofe. Es conocido en la literatura que este tipo de estructuras son las más propensas a sufrir algún tipo de problema en las zonas con riesgo sísmico.

El análisis espacial se ha llevado a cabo mediante se ha llevado a cabo mediante el software Arcgis 9.3. El sistema de proyección empleado es UTM ED50. La cartografía base empleada para el MAPA DE PUNTOS Y ZONAS SUSCEPTIBLES A MOVIMIENTOS DE LADERA POR TERREMOTOS PARA PROTECCION CIVIL. 1:200.000 de la CARM es la BCN 200.

#### Análisis de proximidad puntual.

Del inventario de movimientos de ladera generado de toda la CARM (686 puntos), se ha utilizado también el Arcgis 9.3 para su análisis de proximidad mediante las herramientas *buffer* cuando ha sido necesaria y *clip* con los movimientos de ladera tanto de casos conocidos sin saber causas sísmicas como los pocos donde se saben las causas. Obteniéndose aquellos puntos que razonablemente más pueden interesar a la

información de los escenarios de catástrofe para la Protección Civil, que son los desprendimientos s.l.

De esta forma se obtienen cuatro tipos de puntos representados por el símbolo aro circular de color: ROJO, NARANJA, VERDE Y AZUL CLARO ( ver Fig 3, 4 y Mapa), es decir, núcleos de población, infraestructuras lineales, cauces de agua y cuerpos de agua respectivamente. Siendo los dos primeros los más relevantes, y en menor grado, aunque se ha creído conveniente su representación, los que tienen que ver con el cruce con Cursos de agua y Cuerpos de agua. (Ver MAPA DE PUNTOS Y ZONAS SUSCEPTIBLES A MOVIMIENTOS DE LADERA POR TERREMOTOS PARA PROTECCION CIVIL EN LA CARM. SISMIMUR 2014).

La distancia que se adopta en el análisis SIG fue en función del *runup* (alcance) del fenómeno estimado; en el caso de la CARM se ha considerado apropiado la casi coincidencia (*runup* nulo), dado que lo habitual es que se queden junto a la zona fuente, o en algún caso, la utilización de un buffer de 50 m. alrededor de cada punto, margen que se cree suficiente y se considera está del lado de la seguridad. Aunque existen algunas limitaciones que estos criterios pueden llevar consigo, por ejemplo cambios en el paisaje y en el urbanismo (entre otros), que pueden condicionar los resultados. Además debe tenerse en cuenta que la susceptibilidad de una parte de la ladera que se ha visto afectada por este tipo de fenomenología queda modificada, disminuyendo la misma al haberse producido ya el desprendimiento. Muchos de estos aspectos se salen del alcance de este trabajo y podrán ser calibrados y ajustados; no obstante se considera que fuera de las localizaciones marcadas es difícil de que ocurra este tipo de fenomenología con trascendencia para Protección Civil con la configuración actual de los elementos afectables.

Los casos históricos de desprendimientos inducidos por terremotos, aunque insuficientes para evaluar con seguridad las características del fenómeno para todo el territorio de Murcia, sin embargo sí son útiles para una calibración parcial, que mejoran y encuadran nuestro conocimiento del problema por ser evidencias reales del fenómeno considerado. Que afectaran a infraestructuras, tenemos el caso de los desprendimientos producidos entre los Kms 6-6,5 de la RM 520 por el terremoto de Mula de 1999 a la salida de Ojós hacia Blanca (ver foto de portada).

### Análisis de proximidad areal.

Se ha realizado cruzando la información de elementos afectables citados anteriormente con zonas de susceptibilidad media y alta a los movimientos de ladera. El primer problema con el que nos encontramos fue que los formatos de cada una de las seis zonas son diferentes y las clasificaciones no son iguales en general; por lo que se ha decidido ir haciendo el cruce por zonas y luego integrarlo en el mapa 1: 200.000 de la CARM.

Obteniéndose aquellas zonas (tramos) que razonablemente pueden interesar más a la información de los escenarios de catástrofe para la Protección Civil. Se establece con bastante fiabilidad la posición geográfica de los elementos afectables y más relevantes para incorporar a la información de un escenario de desastre posible que tenga en cuenta estos fenómenos.

En las cartografías de referencia donde se zonificaba la susceptibilidad sobre determinadas tipologías de movimientos de ladera debe destacarse que en el caso de desprendimientos se ha delimitado con carácter esquemático el área de recepción de los bloques que puedan desprenderse y en la zonificación de susceptibilidad, por tanto, es un área sometida al peligro que supone ese movimiento.

Los *flujos* afectan o pueden afectar a taludes arcillosos o margosos alterados y se ciñen a una capa superficial, de modo que se producen aterramientos de pie, en general de pequeña entidad, que no tienen un carácter catastrófico en la CARM.

Asimismo, en el mapa de susceptibilidad se han representado taludes que se verán sometidos a socavación intensa cuando se produzcan riadas, pudiendo dar lugar a desplomes o vuelcos.

No se han representado en el mapa principal las zonas con signos de posibilidad de hundimientos por disolución. or no ser relevante el posible desencadenamiento sísmico.

De esta forma se obtienen cuatro tipo de tramos ROJO, NARANJA, VERDE Y AZUL CLARO en función del elemento afectable,(Ver Fig 3 y 4 y MAPA DE PUNTOS Y ZONAS SUSCEPTIBLES A MOVIMIENTOS DE LADERA POR TERREMOTOS PARA PROTECCION CIVIL EN LA CARM. SISMIMUR 2014).

## **CONCLUSIONES**

Se han inventariado los principales fenómenos de movimientos de ladera detectados en la CARM (ver FICHAS DE CARACTERIZACION DE PUNTOS) que podrían ser susceptibles de ser inducidos por terremotos clasificados según afecten a Núcleos de población, Infraestructuras lineales, Cauces de agua, Cuerpos de agua y balsas mineras. Por ser este el principal aspecto relevante a considerar para los escenarios posibles de gestión de catástrofes en la Protección Civil.

El Mapa de Puntos y Zonas Susceptibles a Movimientos de Ladera por Terremotos para Protección Civil en la CARM (Escala 1:200.000) integra la información cartográfica útil procedente de las seis zonas previamente estudiadas y cartografiadas en la CARM por el IGME. El análisis se ha realizado cruzándolo cartografía por cartografía, las zonas de susceptibilidad a los diferentes movimientos de ladera presentes con los Núcleos de población, Infraestructuras lineales (carreteras, FFCC), Cauces y Cuerpos de agua (embalses, presas y lagos).

La información contemplada en dicho Mapa permite, identificar adecuadamente la localización de las posibles zonas donde haya elementos afectables (incluso a escala de más detalle de representación) en relación con los puntos y zonas más proclives a ser incorporados en la definición de posibles escenarios de catástrofe sísmica.

Los movimientos de ladera inventariados para este trabajo en la CARM; están por lo general alejados de los núcleos de población importantes. A excepción de algunos como Lorca, Águilas, Caravaca de la Cruz, Blanca, Archena, Ojós, Ulea, Ricote, Alhama de Murcia, Pliego citando, además de algunos tramos del creciente entramado urbano del litoral murciano (Ver MAPA DE PUNTOS Y ZONAS SUSCEPTIBLES A MOVIMIENTOS DE LADERA POR TERREMOTOS PARA PROTECCIÓN CIVIL EN LA CARM) que han sufrido en su historia estos fenómenos.

Como zona destacable en toda la CARM, la más susceptible por su contenido puntual y de tramos en el Mapa, es la que va desde Archena a Abarán, especialmente el tramo Ojós-Blanca. En esta área se han inventariado casos históricos de

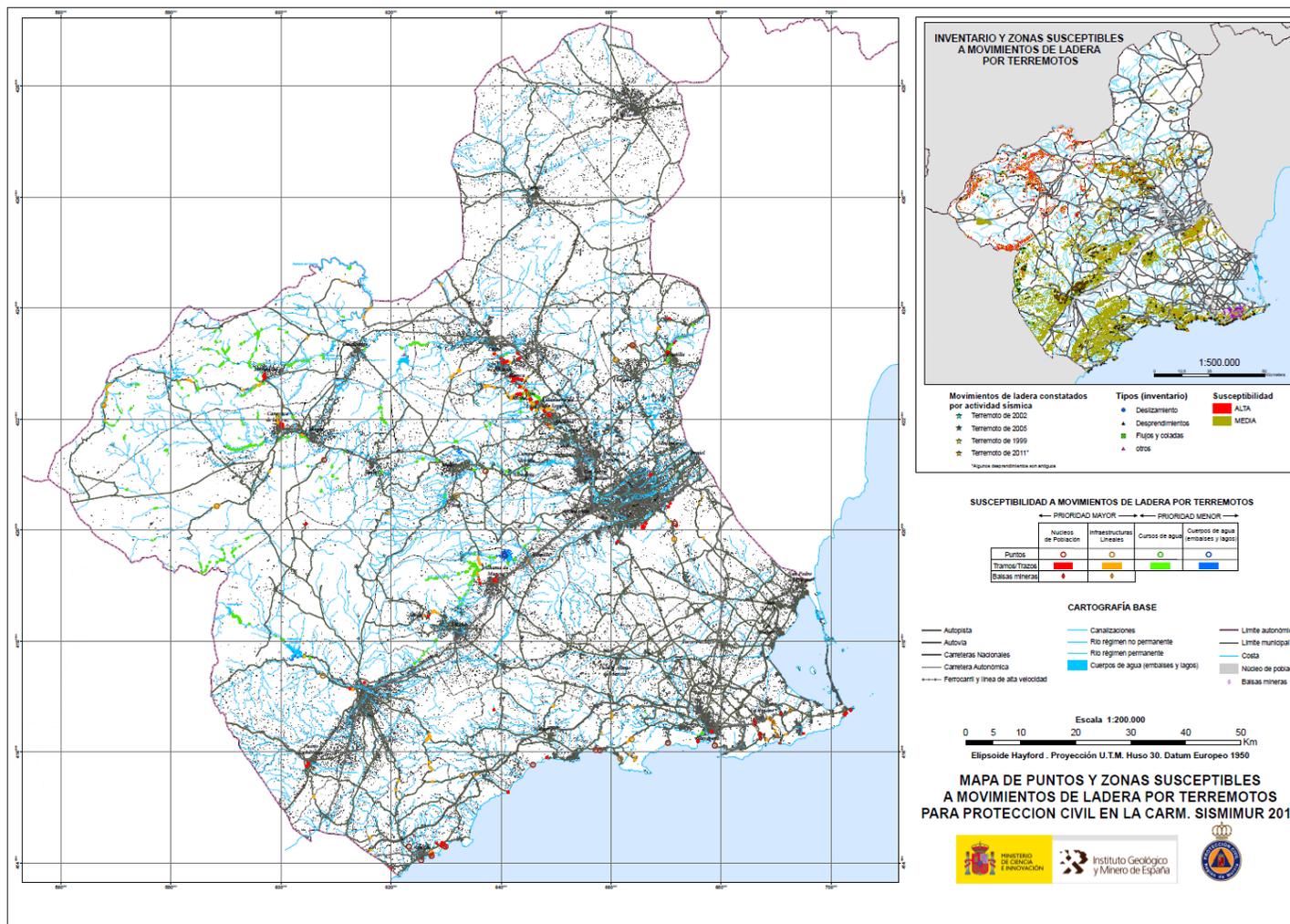


Fig. 3. Mapa de Puntos y Zonas Susceptibles a Movimientos de Ladera por Terremotos para Protección Civil (reducido).

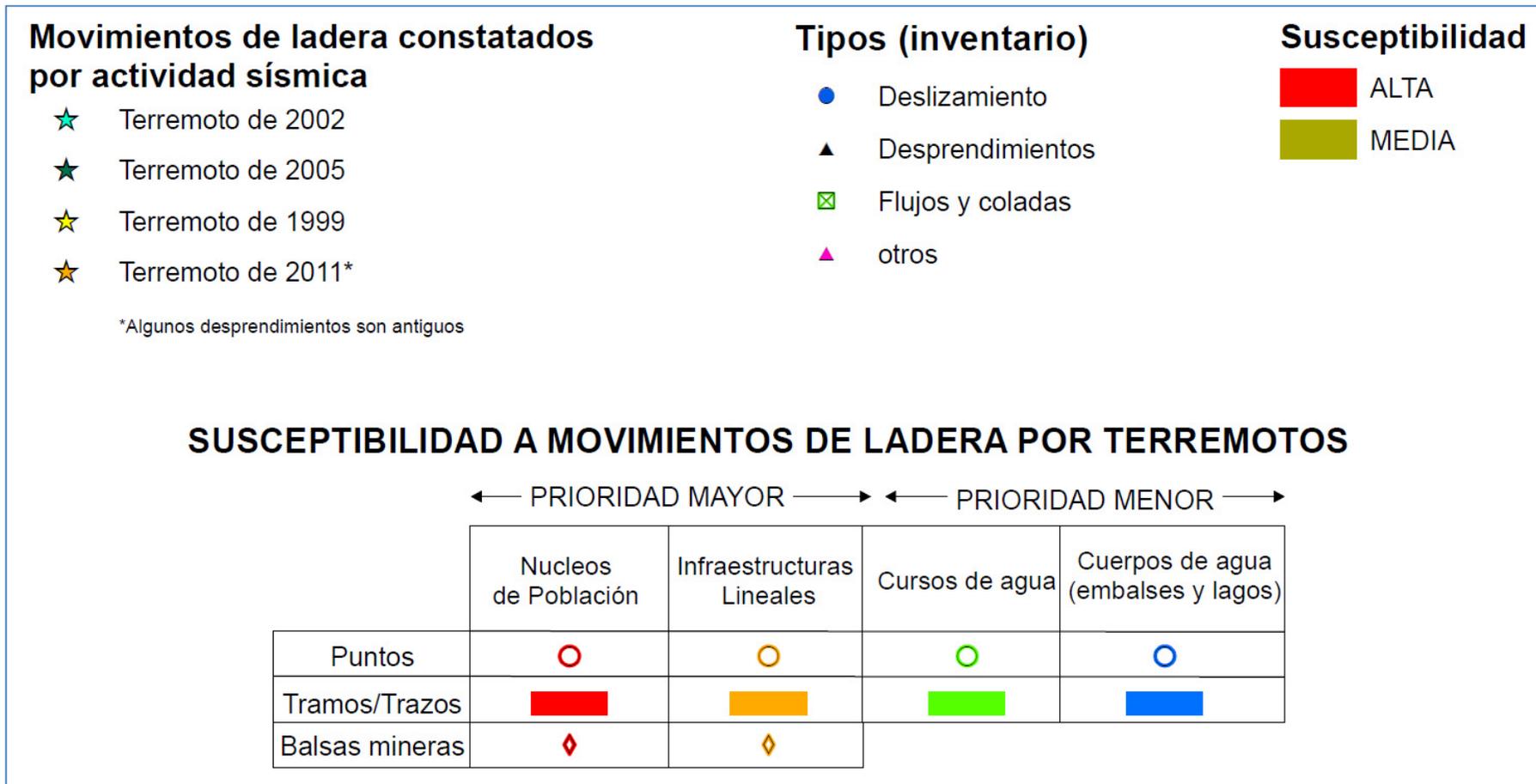


Fig. 4. Leyenda del Mapa de Puntos y Zonas Susceptibles a Movimientos de Ladera por Terremotos para Protección Civil en la CARM. SISIMIMUR 2014(extracto).



movimientos y las zonas susceptibles son evidentes, lo que la hace propicia de cara a un estudio de detalle.

No hay que olvidar tampoco que este trabajo es un documento complementario al SISMIMUR, y que en éste no ha tenido cabida extenderse en aspectos teóricos y de detalle que podemos encontrar en otros trabajos ya existentes; dado que se trata de un documento de carácter práctico y cuyo fin es ser usado en caso de emergencia sísmica en la CARM, y adaptarse en la medida de lo posible a los requerimientos del SISMIMUR.

## **PROPUESTAS**

- Proponemos para un estudio de mayor detalle, el tramo más importante en cuanto a concentración de fenomenologías de toda la CARM. Tramo Archena-Abarán. De la Carretera Autonómica RM-520. (Ver Anexo II).
- Propuesta de realización de análisis de proximidad mediante un SIG; como el que se ha hecho con otras infraestructuras en el presente trabajo; con información de la Red Eléctrica y de Oleoductos y Gaseoductos en la CARM; como posibles escenarios de afectación por este fenómeno inducido; si bien de menor afectación al escenario de posible catástrofe que los relacionados con núcleos de población e infraestructuras lineales. La falta de información fiable en este sentido ha condicionado que no se hayan podido incorporar al Mapa en cuestión y deja este tema abierto a recibir estos datos de las instituciones públicas y privadas que gestionan estos servicios en la CARM. No obstante, las consecuencias de algún corte de suministro de estos elementos afectables requiere un estudio más específico que se sale fuera del alcance y cometidos previstos a realizar por el IGME.( Ver ANEXO III)
- Propuestas de nuevos estudios de detalle en zonas seleccionadas de mayor problemática (cierre de carreteras sin vías alternativas desde la protección civil, afectación a núcleos urbanos y en concretos a edificios singulares (centros hospitalarios, centros escolares, etc). Esto en cada caso y a la vista del Mapa de Puntos y Zonas Susceptibles A Movimientos de Ladera por Terremotos se decidiría.

## REFERENCIAS

Alfaro, P., J. Delgado, F.J. García-Tortosa, L. Lenti, A. López, C. López-Casado and S. Martino (2012a). Widespread landslides induced by the Mw 5.1 Lorca, SE Spain, earthquake of 11 May 2011. *Engineering Geology*, 137-138, 40-52, Doi: 10.1016/j.enggeo.2012.04.002.

Alfaro, P., J. Delgado, F.J. García-Tortosa, L. Lenti, A. López, C. López-Casado and S. Martino (2012b). Landslides induced by the May 11 (2011), Lorca (SE Spain), earthquake (Mw 5.1). *Proc. ESC-ISL, Banf, Canada. Junio 2012*, 5 p.

Alfaro, P., J. Delgado, F.J. García-Tortosa, L. Lenti, A. López, C. López-Casado and S. Martino (2012c). Movimientos de ladera inducidos por el terremoto de Lorca. *Proc. VII Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica, San Sebastián, junio 2012*.

Alfaro, P., Delgado, J., García-Tortosa, F.J., Giner, J.J., Lenti, L., López-Casado, C., Martino, S. and Scarascia-Mugnoza, G., 2012d. The role of near-field interaction between seismic waves and slope on the triggering of a rockslide at Lorca (SE Spain). *Natural Hazards and Earth System Science*, 12: 3631-3643.

Alfaro, P., Azañón, J.M., Clavero, D., Delgado, J., Figueras, S., García-Mayordomo, J., García-Tortosa, F.J., Garrido, J., Hernández, L., Lenti, L., López, J.A., López-Casado, C. Macau, A. Martino, S., Mulas, J., Peláez, J.A., Rodríguez-Peces, M., Santamarta, J.C., Silva, P. (2012) "Movimientos de ladera inducidos por terremotos en España: Una revisión". 7ª ASAMBLEA HISPANO-PORTUGUESA DE GEODESIA Y GEOFÍSICA DONOSTIA – SAN SEBASTIÁN 2012.

Delgado, J., J.A. Peláez, R. Tomas, F.J. García-Tortosa, P. Alfaro and C. López-Casado (2011a). Seismically-induced landslides in the Betic Cordillera (S Spain). *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 31, 1203–1211.

Delgado J.; Marques F. S.F.; Vaz T.; ALFARO P.; AZANÓN J. M.; Clavero D.; Figueras S.; García-Mayordomo J.; García-Tortosa F. J., Garrido J., Hernández L.;Lenti I.; López J.A.; López-Casado C.; Macau A.; Martino S.; Mulas J., Peláez J.A.;Rodríguez Peces M.J.; Santamarta J.C.; Sanz E; Silva P.; Zêzere J.L. (2013) "Movimientos de ladera inducidos por terremotos en la Península Ibérica" VIII SNTLI Palma de Mallorca 2013.

Divison of Mines and Geology (DMG), (1997). Special Publication 117: Guidelines for evaluating and mitigating seismic hazards in California.

IGME (1990). Estudio de riesgos geológicos por desprendimientos en el Cerro del Castillo de Jumilla (Murcia).

IGME (1990). Estudio de riesgos geológicos relacionados con problemas de estabilidad de taludes en la pedanía de Monteagudo (Murcia).

IGME (1991). Mapas neotectónico, sismotectónico y de actividad de fallas de la región de Murcia E 1:200.000 y 1: 100.000.

IGME (1991). Estudio de riesgos geológicos por desprendimientos de rocas y deslizamientos de ladera en blanca (Murcia).

IGME (1995). Atlas inventario de riesgos naturales de la comunidad autónoma de la región de Murcia.

IGME (1995). Estudio sobre el peligro de desprendimientos de rocas en el Cerro de San Juan de las Águilas en la localidad de Águilas (Murcia).

IGME (1999). Estudio geotécnico para el análisis, prevención y corrección de la patología constructiva derivada del cambio en las condiciones del subsuelo en la ciudad de Murcia.

IGME (1999). Estudio de las inestabilidades que afectan al casco urbano de Lorqui (Murcia).

IGME (1999). Atlas del medio natural de la región de Murcia. Incluye el mapa geotécnico a E 1:200.000 de la CARM.

IGME (1999). Informe sobre el hundimiento de terreno producido en Cehegín (Murcia).

IGME (2001). Informe sobre desprendimientos rocosos en Abanilla.

IGME/COBOT. (2004). Estudio y cartografía de los peligros geológicos en la comarca del noroeste de la región de Murcia. Términos municipales de Moratalla, Caravaca de la Cruz, Cehegín, Bullas y Calasparra. Estudio y cartografía de los peligros geológicos en la Comarca del Noroeste de la Región de Murcia.

IGME/COBOT (2005). Estudio y cartografía de los peligros geológicos en la comarca del altiplano de la región de Murcia. Términos municipales de Yecla y Jumilla. Estudio y cartografía de los peligros geológicos en la Comarca del Altiplano. Términos municipales de Yecla y Jumilla. (2005). IGME /CIMA Preparación del expediente técnico y asesoramiento.

IGME (2007a). Estudio y Cartografía de los Peligros Geológicos en las Comarcas del Alto y Bajo Guadalentín. Madrid. Estudio y cartografía de los peligros geológicos en las Comarcas del Alto y Bajo Guadalentín de la Región de Murcia. E. 1:50.000. (escala de trabajo 1.25.000) Mapas (Mapas de Peligrosidad Sísmica; Mapas de Susceptibilidad a los Movimientos de Ladera; Mapas de Peligrosidad de Inundaciones y Mapas integrados) 2007

IGME/CIMA (2007b). Estudio y cartografía de los peligros geológicos en las comarcas de Valle de Ricote, río Mula, oriental, Vega Alta y Vega Media de la Región de Murcia.

E.1:50.000. (Escala de trabajo 1.25.000) Mapas (Mapas de Peligrosidad Sísmica; Mapas de Susceptibilidad a los Movimientos de Ladera; Mapas de Peligrosidad de Inundaciones y Mapas integrados) 2007.

IGME/CIMA (2009). Estudio y cartografía de los peligros geológicos en los municipios de Murcia, Alcantarilla, Santomera y Beniel de la Región de Murcia E.1:50.000. (escala de trabajo 1.25.000) Mapas (Mapas de Peligrosidad Sísmica; Mapas de Susceptibilidad a los Movimientos de Ladera; Mapas de Peligrosidad de Inundaciones y Mapas integrados) 2009 .

IGME/COBOT (1997). MAPAS DE PELIGROSIDAD Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA CIUDAD DE MURCIA Y TÉRMINO MUNICIPAL. ESCALAS 1:5.000 Y 1:100.000. IGME/COBOT de la CARM 1996-1997. COBOT (Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio) CARM (Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.)

ITGE\*/CPTOP (1991). MAPA DE PELIGROSIDAD Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LORCA Y TÉRMINO MUNICIPAL. ESCALA 1:5.000 Y 1:100.000. ITGE\* (actual IGME).1990-1991.

IGME/COBOT (2012). Estudio y cartografía de los peligros geológicos la zona litoral de la Región de Murcia E.1:50.000. (Escala de trabajo 1.25.000) Mapas (Mapas de Peligrosidad Sísmica; Mapas de Susceptibilidad a los Movimientos de Ladera ( zona continental y zona costera); Mapas de Peligrosidad de Inundaciones Análisis de Peligrosidad por Tsunamis y Mapas integrados) 2009-2011. Estudio y cartografía de los peligros geológicos la zona litoral de la Región de Murcia (E 1:50.000) 2011-2012.

IGME, (2011): Informe del sismo de Lorca del 11 de Mayo del año 2011.

IGME (1988) Catalogo Nacional de Riesgos Geologicos.

Keefer, D.K. (1984). Landslides caused by earthquakes. Geological Society of America Bulletin, Vol. 95, pp. 406-421.

Keefer, D.K. (1994). The importance of earthquake-induced landslides to long-term slope erosion and slope-failure hazards in seismically active regions. Geomorphology, Vol. 10, pp. 265-284.

Keefer, D.K., and Wilson, R.C., (1989), Predicting earthquake-induced landslides, with emphasis on arid and semi-arid environments, in Sadler, P.M., and Morton, D.M., eds., Landslides in a semi-arid environment with emphasis on the Inland Valleys of Southern California: Riverside, Calif., Inland Geological Society of Southern California Publications, v. 2, pt. 1, p. 118-149.

Mulas, J (1995). ESTUDIOS DE MICROZONACIÓN DE LA PELIGROSIDAD Y VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ALCOY Y LORCA. IGME ISBN 84-7840-226-8. REDUCCIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN ESPAÑA. (Jornadas organizadas por el IGME y la Real

Academia de las Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Volumen único. Pág. inc. 21, pág. final 40.

Mulas J.; Fresno F.; Gonzalez de Vallejo L.; & López Arroyo A. (1998). "Seismic hazard and vulnerability mapping of Murcia City (Spain): Provisional report". 11th European Conference on Earthquake Engineering © 1998 Balkema, Rotterdam, ISBN 90 5410 9823.

Mulas, J. (1999). Inventario de inestabilidades desencadenadas por el terremoto de Mula de febrero de 1999. IGME, Madrid. 2 Mapas. Inédito.

Mulas, J.; et al (1999) "MAPAS DE PELIGROSIDAD Y VULNERABILIDAD SÍSMICA A ESCALA 1:5000 DE LA CIUDAD DE MURCIA" 1er Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica. Tomo Ia. pág. 241-250. Dep.Legal 84-13.377-99. Edita. D.José Gregorio Sánchez Cabañero. AEIS

Mulas J.; Ponce de León D.; Martínez M. y Pardo J.M. (2001) "DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN DE LA INESTABILIDAD DE LADERAS NATURALES PRODUCIDAS POR TERREMOTOS. APLICACIÓN A UNA ZONA DEL PIRINEO CENTRAL (HUESCA).V Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables. Madrid 27 al 30 de Noviembre de 2001. Volumen III. pág. 1241-1252. Ed. Centro de Publicaciones. Secretaria General Técnica. Ministerio de Fomento CEDEX: Sección de edición. I.S.B.N.: 84-7790-368-9.

**Mulas, J.** (2002). MICROZONACIÓN DE LA RESPUESTA SÍSMICA DEL TERRENO POR FACTORES LOCALES. Libro: Volumen Único. Páginas, inicial: 345 final: 365 Fecha: 2002 ISBN 84-344-8034-4 Editorial ARIEL Ciencia

Mulas, J; Ponce de León D. y Reoyo E (2003). "Microzonación Sísmica de movimientos de ladera en una zona del Pirineo Central" 2º CNIS Abril Málaga.

Mulas, J. ;Ponce de León D.; Pardo, J.; Bardasano L.; Herrera, G; Prieto, A y Lorenzo, C.(2010)"APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS DE MICROZONACIÓN SÍSMICA DE INESTABILIDADES DE LADERA EN EL VALLE DEL ALTO TENA (HUESCA)" Editor-coordinador Mulas J. Serie: Informes técnicos. IGME.

Murphy P. (2005). INFORME MACROSÍSMICO DE LOS TERREMOTOS DE LORCA DE ENERO DE 2005

Pérez-López, R., Martín-González, F., Martínez-Díaz, J. J. y Rodríguez-Pascua, M. A. 2012. Datación mediante liquenometría de los desprendimientos rocosos asociados a la sismicidad histórica en Lorca (Murcia, SE de España). Boletín Geológico y Minero, 123 (4): 473-485 ISSN: 0366-0176

Rodríguez-Peces, M.J. (2008). Evaluación regional de inestabilidades de ladera por efecto sísmico: Mapas de desplazamiento de Newmark para la Cuenca de Lorca, Cuenca de Granada y Sierra Nevada. Tesis de Máster. Universidad de Granada, Granada.

Rodríguez-Peces, M.J., J. García-Mayordomo, J.M. Azañón y A. Jabaloy (2008). Evaluación de inestabilidades de ladera por efecto sísmico en la Cuenca de Lorca (Murcia): Implementación del método de Newmark en un SIG. Boletín Geológico Minero, 119(4), 459-472.

Rodríguez-Peces, M.J., J. García-Mayordomo and J.M. Azañón (2009a). Comparing Newmark's method at regional, sub-regional and site scales: seismically induced La Paca rock-fall case (Murcia, SE Spain). 8IWSMRR Workshop Abstract and Short Paper CD, 8th International Workshop on Seismic Microzoning and Risk Reduction, Aguadulce (Almería), 15-18th March 2009.

Rodríguez-Peces, M.J., J. García-Mayordomo and J.M. Azañón (2009b). Comparación del método de Newmark a escala regional, local y de emplazamiento: el caso del desprendimiento de la Paca (Murcia, SE España). Geogaceta, 46, 151-154.

Rodríguez-Peces, M.J., J. García-Mayordomo, J.M. Azañón, J.M. Insua-Arévalo, J.L. Pérez-García and J. Delgado (2009d). Comparación del método de Newmark a Escala regional, Local y de Emplazamiento en las Cuencas de Lorca y de Granada (SE España). En: E. Alonso, J. Corominas y M Hürlimann (eds.): VII Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables. 25 años. Tomo II, 699-710.

Rodríguez-Peces, M.J. (2010). Analysis of earthquake-triggered landslides in the South of Iberia: Testing the use of the Newmark's method at different scales. Tesis doctoral, Universidad de Granada, Granada.

Rodríguez-Peces, M.J., J. García-Mayordomo, J.M. Azañón and A. Jabaloy (2011a). Regional Hazard Assessment of Earthquake-Triggered Slope Instabilities Considering Site Effects and Seismic Scenarios in Lorca Basin (Spain). Environmental & Engineering Geoscience, Vol. XVII, 2, 183–196.

Rodríguez-Peces, M.J., J.L. Pérez-García, J. García-Mayordomo, J.M. Azañón, J.M. Insua-Arévalo and J. Delgado (2011b). Applicability of Newmark method at regional, sub-regional and site scales: seismically induced Bullas and La Paca rock-slide cases (Murcia, SE Spain). Natural Hazards, 59, 1109-1124.

Rodríguez-Peces, M. J., García-Mayordomo, J., Martínez-Díaz, J. J. y Tsige, M. 2012. Inestabilidades de ladera provocadas por el terremoto de Lorca de 2011 (Mw 5,1): comparación y revisión de estudios de peligrosidad de movimientos de ladera por

efecto sísmico en Murcia. Boletín Geológico y Minero, 123 (4): 459-472 ISSN: 0366-0176.

Rodríguez-Peces M. J. · García-Mayordomo and J-Martínez-Díaz J.J.(2013) “Slope instabilities triggered by the 11th May 2011 Lorca earthquake (Murcia, Spain): comparison to previous hazard assessments and proposition of a new hazard map and probability of failure equation.” Bull Earthquake Eng. © Springer Science+Business Media Dordrecht 2013.

RISMUR, (2006): Riesgo Sísmico de la Comunidad Autónoma de la región de Murcia.

Wilson, R.C. y Keefer, D.K. (1985). Predicting areal limits of earthquake-induced landsliding. In Evaluating earthquake hazards in Los Angeles region; ed. J.I. Ziony. U.S. Geological Survey. Professional Paper 1360, pp. 317-345.

Tsige M.; García-Flórez I.; Rodríguez-Peces M.; Solano V. y Calderón N.(2013) “ Análisis de Susceptibilidad de movimientos de ladera co-sísmicos en la Región de Murcia” Geotemas 07/2012; 13.

***EQUIPO DE TRABAJO IGME***

JOAQUIN MULAS DE LA PEÑA  
JUAN CARLOS GARCIA LOPEZ DAVALILLO  
MARGARITA SANABRIA  
JULIAN GARCIA MAYORDOMO  
RAMON ARAGON RUEDA

***COLABORADORES EXTERNOS***

MARTIN J. RODRIGUEZ-PECES ( UCM)  
JOSE DELGADO MARCHAL (UA)

**ANEXO:** Movimientos del terreno que pudieran ser desencadenados por actividad sísmica en la CARM en relación a la Protección Civil. SISMIMUR 2014

**ANEXOS**

Anexo I

## FICHAS DE CARACTERIZACION DE PUNTOS

<b>Puntos Núcleos de Población</b>							
ID	X	Y	Tipo	Observaciones	Zona	Núcleo Población Cercano	Municipio
1	625466,33	4140447,31	Desprendimientos	Desplomes o vuelcos	Litoral	Águilas	AGUILAS
2	627386,36	4141241,31	Desprendimientos	Desplome o vuelco aislado	Litoral	Águilas	AGUILAS
3	629882,26	4142885,5	Desprendimientos	Desprendimiento de escasos bloques en taludes inclinados	Litoral	Todosol	AGUILAS
4	623257,16	4142915,35	Desprendimientos	Desplomes o vuelcos	Litoral	Águilas	AGUILAS
5	645776,27	4157662,66	Desprendimientos	Desplomes o vuelcos	Litoral	Barrio de la	MAZARRON
6	657941,69	4160299,65	Desprendimientos	Desplomes o vuelcos	Litoral	Isla Plana	CARTAGENA
7	657198,96	4160336,77	Desprendimientos	Desplomes o vuelcos potenciales	Litoral	El Mojón	CARTAGENA
8	678840,97	4161115,62	Desprendimientos	Desplomes o vuelcos	Litoral	Cartagena	CARTAGENA
9	670336,06	4161615,01	Desprendimientos	Desplomes o vuelcos	Litoral	El Portus	CARTAGENA
11	638896,47	4190973,92	Desprendimientos	Desprendimiento con recorrido moderado en caída libre y rodadura	Guadalentín	Alhama de	ALEDO
12	637164,36	4210603,08	Desprendimientos	Zona con alta susceptibilidad a desprendimientos, vuelcos y desplomes	Centro	La Puebla de	MULA
13	671547,52	4201260,17	Desprendimientos	Desprendimiento aislado	Area	El Bojal	MURCIA
14	607817,14	4212626,53	Desprendimientos	Zonas con afección alta por desprendimientos	Noroeste	Cehegín	CEHEGIN
15	648730,49	4220805,62	Desprendimientos	Zona con alta susceptibilidad a desprendimientos, vuelcos y desplomes	Centro	Archena	ARCHENA

<b>18</b>	663897,33	4233315,84	Desprendimientos	<b>Vuelcos y desplomes</b>	<b>Centro</b>	<b>Caprés</b>	<b>FORTUNA</b>
-----------	-----------	------------	------------------	----------------------------	---------------	---------------	----------------

### **Puntos Infraestructuras Lineales**

<b>ID</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Tipo</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Zona</b>	<b>Nombre infraestructura</b>
<b>1</b>	567695,31	4222465,19	Desprendimientos	<b>Zonas con afección alta por desprendimientos</b>	<b>Noroeste</b>	<b>RM-B24</b>
<b>2</b>	588322,05	4204321,42	Desprendimientos	<b>Zonas con afección alta por desprendimientos</b>	<b>Noroeste</b>	<b>RM-C18</b>
<b>3</b>	664065,15	4233159,22	Desprendimientos	<b>Vuelcos y desplomes</b>	<b>Centro</b>	<b>RM-A25</b>
<b>4</b>	660800,89	4230700,09	Desprendimientos	<b>Zona con alta susceptibilidad a desprendimientos, vuelcos y desplomes</b>	<b>Centro</b>	<b>RM-A17</b>
<b>5</b>	631982,75	4206271,9	Desprendimientos	<b>Zona con alta susceptibilidad a desprendimientos, vuelcos y desplomes</b>	<b>Centro</b>	<b>RM-C26</b>
<b>6</b>	607637,67	4173782,63	Desprendimientos	<b>Vuelcos y desplomes</b>	<b>Guadalentín</b>	<b>RM-701</b>
<b>7</b>	607611,94	4173761,19	Desprendimientos	<b>Vuelcos y desplomes</b>	<b>Guadalentín</b>	<b>RM-701</b>
<b>8</b>	645248,64	4194463,23	Desprendimientos	<b>Vuelcos y desplomes</b>	<b>Guadalentín</b>	<b>FF.CC.</b>
<b>9</b>	671478,9	4198336,26	Desprendimientos	<b>Desprendimiento de numerosos bloques</b>	<b>Area</b>	<b>RM-F13</b>
<b>10</b>	661670,31	4158768,64	Desprendimientos	<b>Desplomes o vuelcos</b>	<b>Litoral</b>	<b>RM-E35</b>
<b>11</b>	663745,56	4162273,7	Desprendimientos	<b>Desprendimiento de escasos bloques en taludes verticales</b>	<b>Litoral</b>	<b>RM-E22</b>
<b>12</b>	632885,14	4155648,76	Desprendimientos	<b>Desprendimientos secuenciales</b>	<b>Litoral</b>	<b>RM-332</b>

### **Puntos Cursos Agua**

<b>ID</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Tipo</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Zona</b>	<b>Nombre de curso de agua</b>
<b>1</b>	625466,33	4140447,31	<b>Desprendimiento</b>	<b>Desplomes o vuelcos</b>	<b>Litoral</b>	<b>Rambla de las</b>

			<b>S</b>			<b>Palomas</b>
<b>2</b>	627386,36	4141241,31	Desprendimientos	<b>Desplome o vuelco aislado</b>	<b>Litoral</b>	<b>Rambla del Renegado</b>
<b>3</b>	629882,26	4142885,5	Desprendimientos	<b>Desprendimiento de escasos bloques en taludes inclinados</b>	<b>Litoral</b>	
<b>4</b>	623257,16	4142915,35	Desprendimientos	<b>Desplomes o vuelcos</b>	<b>Litoral</b>	<b>Rambla de las Palomas</b>
<b>5</b>	645776,27	4157662,66	Desprendimientos	<b>Desplomes o vuelcos</b>	<b>Litoral</b>	<b>Rambla de Villalba</b>
<b>6</b>	657941,69	4160299,65	Desprendimientos	<b>Desplomes o vuelcos</b>	<b>Litoral</b>	<b>Rambla de Valdelentisco</b>
<b>7</b>	657198,96	4160336,77	Desprendimientos	<b>Desplomes o vuelcos</b>	<b>Litoral</b>	<b>Rambla de Valdelentisco</b>
<b>8</b>	678840,97	4161115,62	Desprendimientos	<b>Desplomes o vuelcos</b>	<b>Litoral</b>	<b>Rambla de Benipila</b>
<b>9</b>	670336,06	4161615,01	Desprendimientos	<b>Desplomes o vuelcos</b>	<b>Litoral</b>	<b>Rambla del Portús</b>
<b>10</b>	638896,47	4190973,92	Desprendimientos	<b>Desprendimiento con recorrido moderado en caída libre y rodadura</b>	<b>Guadalentín</b>	<b>Rambla del Molino</b>
<b>11</b>	637164,36	4210603,08	Desprendimientos	<b>Zona con alta susceptibilidad a desprendimientos , vuelcos y desplomes</b>	<b>Zona Centro</b>	<b>Río Mula</b>
<b>12</b>	671547,52	4201260,17	Desprendimientos	<b>Desprendimiento aislado</b>	<b>Area</b>	<b>Rambla del Puerto del</b>
<b>13</b>	607817,14	4212626,53	Desprendimientos	<b>Zonas con afección alta por desprendimientos</b>	<b>Noroeste</b>	<b>Arroyo de Burete</b>
<b>14</b>	648730,49	4220805,62	Desprendimientos	<b>Zona con alta susceptibilidad a desprendimientos , vuelcos y desplomes</b>	<b>Zona Centro</b>	<b>RÍO SEGURA</b>
<b>15</b>	663897,33	4233315,84	Desprendimientos	<b>Vuelcos y desplomes</b>	<b>Zona Centro</b>	<b>Rambla del Font</b>

## Puntos Cuerpos de Agua

<b>ID</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Tipo</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Zona</b>	<b>Nombre del Cuerpo de agua</b>
<b>1</b>	640763,81	4195349,61	Flujos y coladas	<b>Movimientos de flujo</b>	<b>Guadalentín</b>	<b>Embalse de la</b>

						<b>Rambla de Algeciras</b>
<b>2</b>	640525,68	4195462,06	Flujos y coladas	<b>Movimientos de flujo</b>	<b>Guadalestín</b>	<b>Embalse de la Rambla de Algeciras</b>
<b>3</b>	640479,38	4195700,2	Flujos y coladas	<b>Movimientos de flujo</b>	<b>Guadalestín</b>	<b>Embalse de la Rambla de Algeciras</b>

### **Balsas mineras Núcleos Población**

<b>ID</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Municipio</b>	<b>Zona</b>	<b>Núcleo Población Cercano</b>
<b>13</b>	690860	4166931	<b>Cartagena</b>	<b>Litoral</b>	<b>Llano del Beal</b>
<b>30</b>	686230	4165105	<b>La Unión</b>	<b>Litoral</b>	<b>La Unión</b>
<b>35</b>	685986	4165649	<b>La Unión</b>	<b>Litoral</b>	<b>La Unión</b>
<b>70</b>	687176	4163131	<b>Cartagena</b>	<b>Litoral</b>	<b>El Lazareto</b>
<b>73</b>	686945	4163150	<b>Cartagena</b>	<b>Litoral</b>	<b>El Lazareto</b>
<b>78</b>	687181	4162505	<b>Cartagena</b>	<b>Litoral</b>	<b>Portman</b>

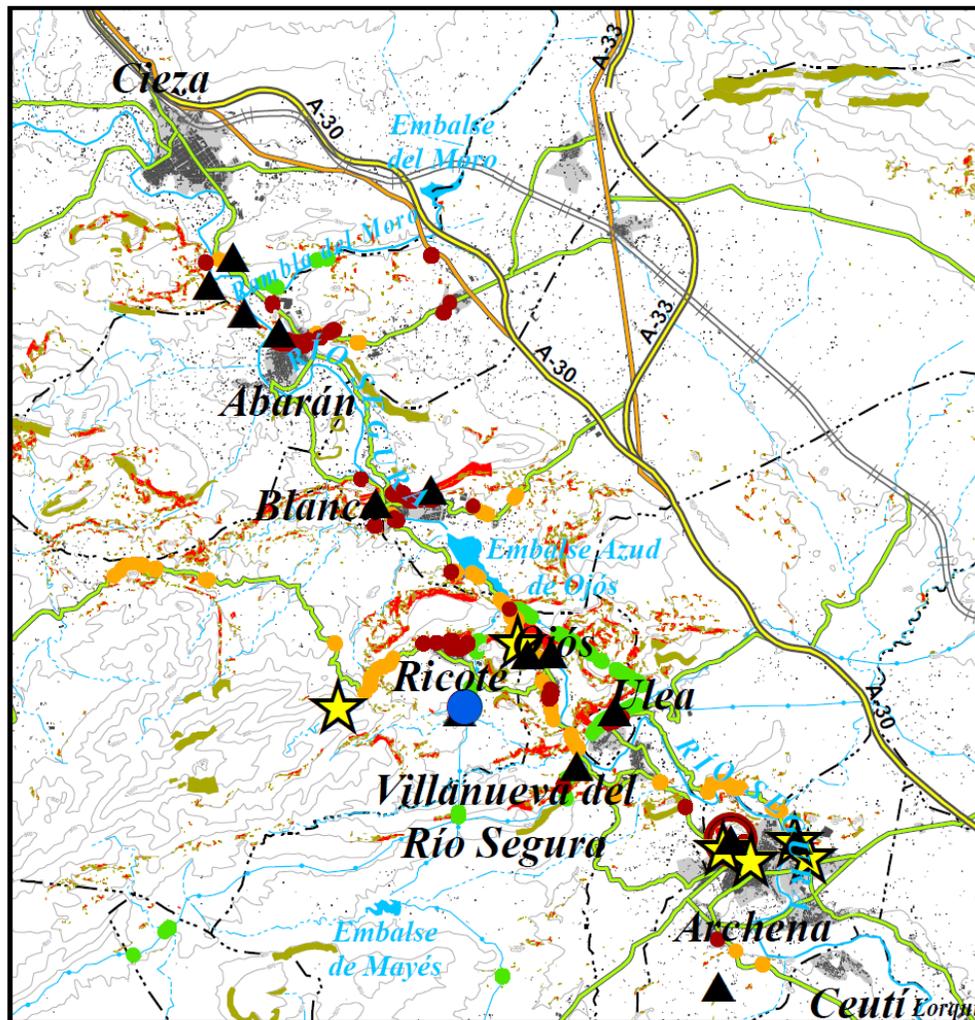
### **Balsas mineras Infraestructuras Lineales**

<b>ID</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Municipio</b>	<b>Zona</b>	<b>Nombre infraestructura</b>
<b>6</b>	692596	4167475	<b>Cartagena</b>	<b>Litoral</b>	<b>RM-F43</b>
<b>7</b>	692549	4167470	<b>Cartagena</b>	<b>Litoral</b>	<b>RM-F43</b>
<b>21</b>	688866	4166005	<b>La Unión</b>	<b>Litoral</b>	<b>FF.CC. Cartagena-Los Nietos Playa</b>
<b>24</b>	689524	4165325	<b>Cartagena</b>	<b>Litoral</b>	<b>RM-F44</b>
<b>62</b>	690222	4162948	<b>La Unión</b>	<b>Litoral</b>	<b>RM-F44</b>
<b>73</b>	686945	4163150	<b>Cartagena</b>	<b>Litoral</b>	<b>RM-320</b>
<b>83</b>	686075	4164892	<b>La Unión</b>	<b>Litoral</b>	<b>N-345</b>

Anexo II

ZONAS MAS SUSCEPTIBLES DE PROBLEMAS POR MOV DE LADERA EN EL ESCENARIO DE CATASTROFE SISMICA.

TRAMO ARCHENA –ABARAN



Movimientos de ladera constatados por actividad sísmica

★ Terremoto de 1999

Tipología (inventario)

● Deslizamiento

▲ Desprendimientos

Susceptibilidad

■ Alta

■ Media

Susceptibilidad a Movimientos de Ladera por Terremotos

	Núcleos de Población	Infraestructuras Lineales	Cursos de agua	Cuerpos de agua (embalses y lagos)
Puntos	○	○	○	○
Tramos/Trazos	—	—	—	—

Cartografía Base

— Autopista

— Autovía

— Carreteras Nacionales

— Carretera Autonómica

— Ferrocarril y línea de alta velocidad

— Canalizaciones

— Río régimen no permanente

— Río régimen permanente

■ Cuerpos de agua (embalses y lagos)

--- Límite municipal

■ Núcleo de población

— Curva de nivel



### Anexo III. MAPAS DE OTRAS INFRAESTRUCTURAS LINEALES (PROPUESTAS)

## Mapa de gaseoductos y movimientos de ladera de la CARM

### Leyenda

- ▲ Mov\_puntuales\_Merge
- ▲ Z1Z6\_Merge
- ▲ ZZ\_Y&J
- ▲ Z3\_C
- G OPERATIVOS
- G EN CONSTRUCCION
- G PLANIFICADOS
- DISTRIBUCION
- ⊠ PLANTA SATELITE
- ⊠ PLANTA SATELITE EN CONSTRUCCION

