

Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama 2012) Madrid del 26 al 30 de noviembre de 2012







GT-17 RIESGOS AMBIENTALES: SU GESTIÓN EN UN MUNDO GLOBALIZADO

GESTIÓN INTEGRAL Y SOSTENIBLE DE LOS RIESGO

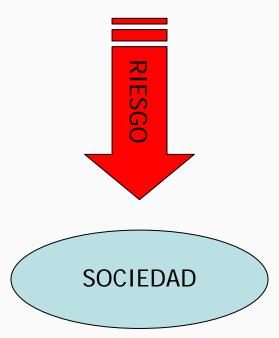
Ponente: Ángel Salazar Rincón (Instituto Geológico y Minero de España)

Comité técnico: Andrés Díez Herrero (Instituto Geológico y Minero de España)



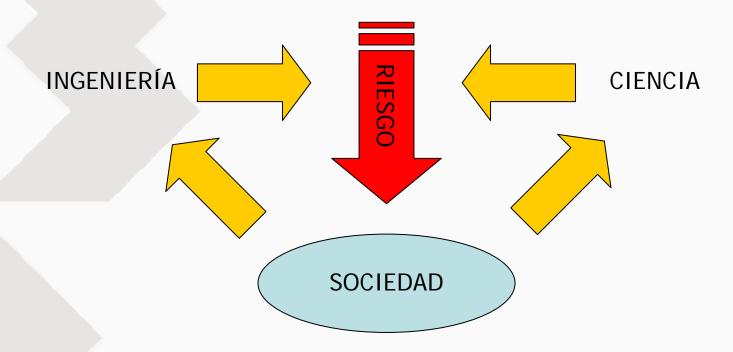


PELIGROSIDAD NATURAL











INGENIERÍA:

- Diseñar, planificar, construir
- Asumir responsabilidad legal
- Métodos de análisis estandarizados y aceptados
- Normas legales que avalen los métodos

CIENCIA (Geología):

- Investigar y conocer
- Ética investigadora
- Desarrollar nuevos métodos de análisis
- Testear los métodos estandarizados

(pero muchos profesionales trabajan en realidad en un amplio "territorio común")



INGENIERÍA:

- Diseñar, planificar, construir
- Asumir responsabilidad legal
- Métodos de análisis estandarizados y aceptados
- Normas legales que avalen los métodos
- Interés en las "certezas"
 (dudas=factor de seguridad)

CIENCIA (Geología):

- Investigar y conocer
- Ética investigadora
- Desarrollar nuevos métodos de análisis
- Testear los métodos estandarizados
- Interés focalizado en "dudas"

"CONFLICTO DE INTERESES"
SOCIALMENTE DESEABLE



¿Por qué dudar de los métodos y mapas de riesgo?

- Análisis probabilístico:
 - Recurrencia (R) = periodo medio de años que transcurre para que un evento supere o iguale determinado valor
 - Probabilidad (P) de que el suceso ocurra en determinado año = 1/R
 - Riesgo sísmico, periodo de recurrencia más frecuentemente considerado 500 años
 - Riesgo de inundaciones, periodo de recurrencia más frecuentemente considerado 100 años



¿Por qué dudar de los métodos y mapas de riesgo?

- Análisis probabilístico
- Un solo evento excepcional, que supere o iguale en valor al de cierta recurrencia, no invalida la predicción probabilística
- Demasiados eventos excepcionales generan dudas y desconfianza social



EJEMPLO 1: Demasiados eventos excepcionales

- Los mapas GSHAP (Global Seismic Hazards Assessment Program, 1992-99) han subestimado sistemáticamente las aceleraciones de los eventos posteriores

Table 1 Source parameters (http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/) of the earthquakes studied

Earthquake	Date	Latitude	Longitude	Depth (km)	USGS magnitude	GSHAP PGA (m/s²)	GSHAP magnitude	dM
Bhuj, India	2001/01/26	23.42°N	70.23°E	16	8.0	2.050	6.1	1.9
Boumerdes, Algeria	2003/05/21	36.96°N	3.63°E	10	6.9	0.729	5.2	1.7
Bam, Iran	2003/12/26	29.10°N	58.35°E	4	6.8	3.780	6.6	0.2
Nias, Sumatra	2005/03/28	2.09°N	97.11°E	25	8.6	2.897	6.4	2.2
Kashmir, Pakistan	2005/10/08	34.54°N	73.59°E	10	7.7	2.111	6.1	1.6
Yogyakarta, Indonesia	2006/05/26	7.96°S	110.45°E	16	6.3	2.030	6.1	0.2
Wenchuan, China	2008/05/12	31.00°N	103.32°E	10	8.1	1.686	5.9	2.2
Padang, Sumatra	2009/09/30	0.72°S	99.87°E	81	7.6	2.580	6.3	1.3
Haiti	2010/01/12	18.44°N	72.57°W	10	7.0	1.456	5.8	1.5
Qinghai, China	2010/04/13	33.22°N	96.67°E	17	7.0	1.112	5.6	1.4
Sumatra-Andaman	2004/12/26	3.30°N	95.98°E	30	9.1	2.768	6.4	2.7
Tōhoku, Japan	2011/03/11	38.30°N	142.37° E	32	9.0	4.895	6.8	2.2

Columns seven and eight list the largest PGA given by GSHAP within a box 11 km on a side around the epicenter of the disastrous earthquakes, and the magnitude of an earthquake at that location, which would generate the PGA given by GSHAP, respectively. dM is the difference between the magnitude observed and the magnitude implied by the GSHAP map

Fuente: Wyss, M., Nekrasova, A., Kossobokov, V. 2012. Nat. Hazards 62:927–935



Demasiados eventos excepcionales, dudas y desconfianza



- 40 % de errores para eventos de Ms >= 6 (periodo 1990-2009)
- 94 % de errores para eventos de Ms >= 7
- 100 % de errores para eventos de Ms >= 7.5

Fuente: Kossobokov & Nekrasova. 2011. Probl Eng Seismol 38(1):65-76



Demasiados eventos excepcionales, dudas y desconfianza

- Kossobokov, V.G., Nekrasova, A.K., 2012. Global Seismic Hazard Assessment Program maps are erroneous. *Seismic instruments* 48, 162–170
- Wyss, M., Nekrasova, A., Kossobokov, V. 2012. Errors in expected human losses due to incorrect hazard estimates. *Nat Hazards* 62:927–935
- Stein, S., Geller R.J., Liu, M. 2012. Why earthquake hazard maps often fail and what to do about it? *Tectonophysics* 562–563 1–25



EJEMPLO 2: La estimación del riesgo depende de los supuestos o criterios asumidos (su gestión no)



Inundaciones en Queensland (Australia) 2010-11

Recorded Flood Level

5.45

4.27 (4.46)

(mAHD)

1841 8.43

1844 7.02

1890 5.33

1893 (5" February, a) 8.35

1893 (19" February, b) 8.09

1898 5.02

1974 2011

Fuente: Wikimedia Commons, 31 Dec. 2010 Fitzroy River (Rockhampton, Australia)



"Historial" de las estimaciones de Q100 (estación de aforo del Puerto de Brisbane), considerando las presas y las mareas. Las autoridades mantuvieron las estimaciones de 1978/ 1984 (*unknown report*) en la planificación de riesgo

Report/Study Date	Q100 Peak Flow (m³/s)	Q100 Peak Level (mAHD)	
November 1984	5510	-	
1984 (unknown report)	6800	3.3	
January 1985	6800	-	
March 1993	8580	-	
August 1993	9120 / 9380	-	
June 1998	9560	5.34	
June 1999	8600	5.00	
December 1999	8000	4.70	
September 2003	6000 (±1000)	3.3 (±0.5)	
December 2003	6500 (±1500)	3.51 (range 2.76 to 4.41)	
February 2004	6000	3.16	
March 2011	-	4.46 / 4.27*	

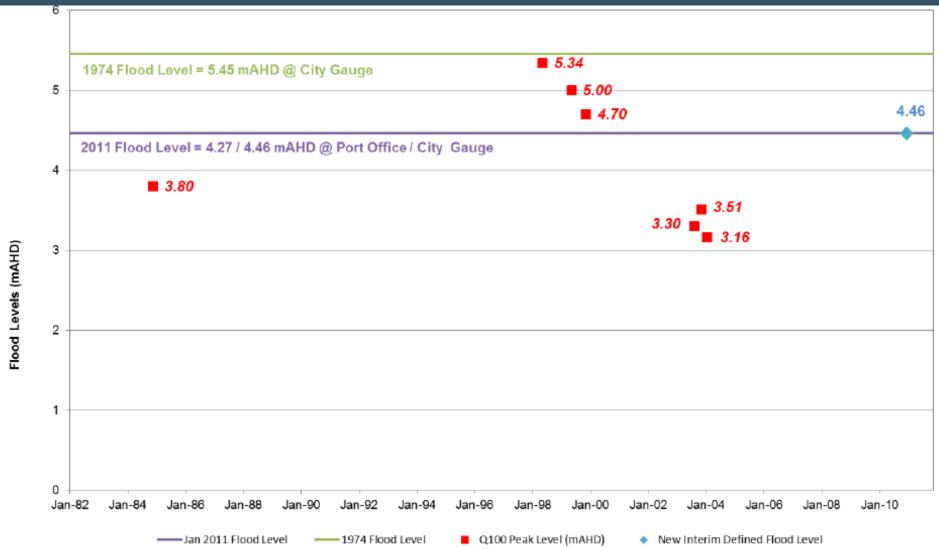
^{*} January 2011 Flood Level at City Gauge / Port Office Gauge

<u>Fuente</u>: QUEENSLAND FLOOD COMMISSION OF INQUIRY, BRISBANE RIVER 2011 FLOOD EVENT – FLOOD FREQUENCY ANALYSIS, FINAL REPORT



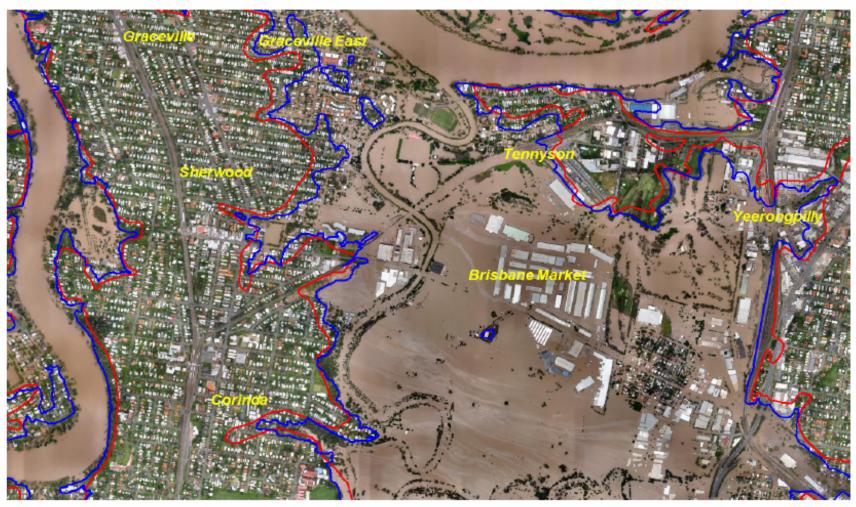
La estimación del riesgo depende de los supuestos o criterios asumidos (su gestión no)

- Q100 (caudal que presenta 1% de probabilidad de ocurrir en cualquier año) es una estimación útil para evaluar riesgos, pero no es una realidad física medible
- Distintos supuestos dan estimaciones diferentes (en este caso, se fueron adaptando al nivel de riesgo previamente asumido por las autoridades)
- El Grupo de Trabajo recomendó a las autoridades de Brisbane que utilizase el caudal punta de la crecida de 2011 como referencia para establecer los nuevos niveles de riesgo para la ordenación y reconstrucción (en lugar de un Q100 discutido durante 27 años), las autoridades aceptaron



<u>Fuente</u>: QUEENSLAND FLOOD COMMISSION OF INQUIRY, BRISBANE RIVER 2011 FLOOD EVENT – FLOOD FREQUENCY ANALYSIS, FINAL REPORT

Figure 12. Flood extent comparison between (a) the 2011 flooding (blue polygon) and (b) the 1974 Brisbane flood inundation extent (red polygon). (Source: [29]).



Fuente: van den Honert R.C. & McAneney J., 2011. Water 3, 1149-1173



La estimación del riesgo depende de los supuestos o criterios asumidos (su gestión no)

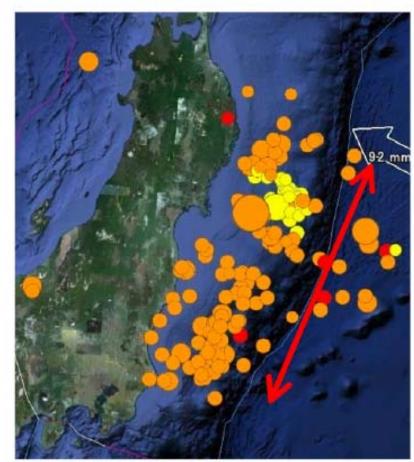
- La presa de Wivenhoe fue construida en respuesta a las inundaciones de 1974 y como abastecimiento principal de Brisbane. Sus ingenieros fueron acusados de agravar los daños (informe independiente de Bureau of Reclamation & U.S. Army Corps of Engineers, 2012)
- Si bien puede haber incertidumbre en el intervalo de retorno de la inundación, donde y como se produjo era muy predecible (dada la similitud de las inundaciones de 1974-2011)
- Las autoridades se vieron forzadas a comprometerse con un mayor nivel de seguridad (lo que evidentemente no dependía de la exactitud con que se calculase el valor de Q100)



EJEMPLO 3: Modelo físico inadecuados o/y datos escasos, predicciones inexactas

Tohoku (Japón), 11 de marzo de 2011

- El mapa de riesgos predecía un temblor y tsunami menor, debido a la suposición de que un terremoto de Ms 9 no podía ocurrir en la zona



Fuente: Stein et al. Tectonophysics 562-563 1-25



Sismo de Tohoku (Japón), 11 de marzo de 2011:

- Se suponía que cada uno de los 5 segmentos de la falla que rompió podía generar un seísmo de Ms 8 o menor y que los 5 segmentos no podían romper a la vez



Fuente: Stein et al. Tectonophysics 562-563 1-25

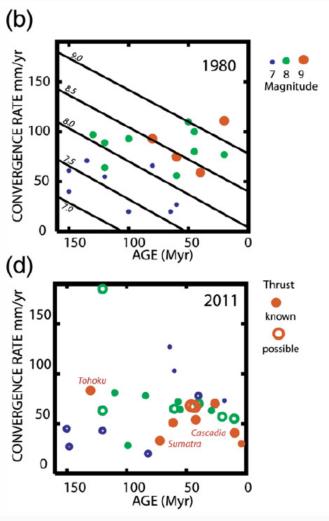


Sismo de Tohoku (Japón), 11 de marzo de 2011:



<u>Datos/modelo en 1980</u>: Los seísmos de Ms 9 solo suceden en litosfera joven con velocidad de subducción alta







REALITY CHECK The Japanese government publishes a national seismic hazard map like this every year. But since 1979, earthquakes that have caused 10 or more fatalities in Eurasian Japan have occurred in places it plate designates low risk. Fault plane 2008 **7.2 (23)** 2011 Tohoku earthquake 2007 **6.8 (15)** Magnitude-9.1 (>27.000 dead or missing) 1984 **6.8 (29)** 2004 **6.8 (68)** n Pacific Hypothesized fault planes 26 Government-designated probability of ground motion of seismic intensity of level '6-lower' or higher (on a 7-maximum intensity 100 km scale) in the 30-year period starting in January 2010

" Desde 1979, los terremotos que han causado más de 10 victimas mortales en Japón realmente han ocurrido en lugares que tenían asignada una probabilidad relativamente baja"

Fuente: Geller, R.J., 2011. Nature 472, 407-409



Sismo de Tohoku (Japón), 11 de marzo de 2011:

- Modelo físico inadecuado basado en datos insuficientes:
 - Península de Kamchatka (Rusia), 4 de noviembre de 1952, Ms 9.0
 - Valdivia (Chile), 22 de mayo de 1960, Ms 9.5
 - Anchorage (Alaska), 28 de marzo de 1964, Ms 9.2
 - Indonesia, 26 de diciembre de 2004, Ms 9.1
 - Tohoku (Japón), 11 de marzo de 2011, Ms 9.0



EJEMPLO 4: Las consecuencias dependen del lugar (efecto sitio)

- Seísmo de Lorca, 11 de mayo de 2011, Ms 5.1
- El análisis mostró aumento de daños en edificios situados sobre los sedimentos del Guadalentín

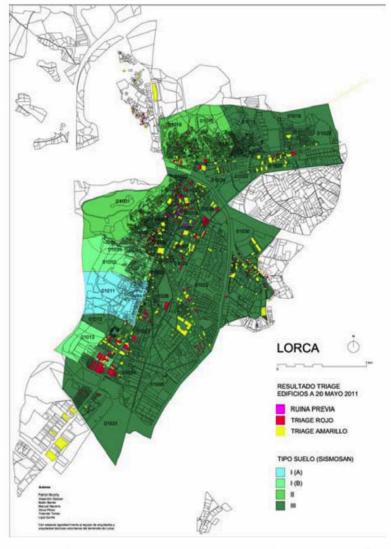


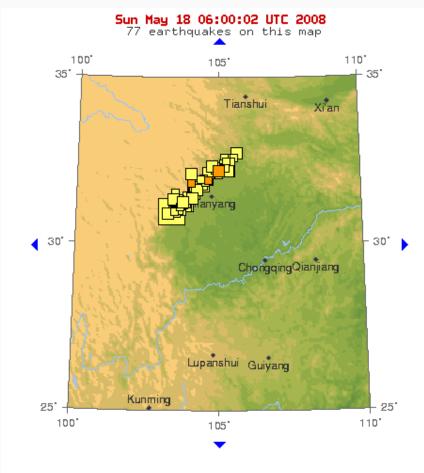
Figura 6.45. Daños en Lorca in dicando edificios declarados amanillo (daños moderados) y rojo (daños graves) por distrito censal y tipo de suelo con datos del 20 de mayo. Se indican también aquellos edificio os Fuente: INFORME DEL SISMO DE LORCA, IGN et al., 2011 firabajo es de 5:155 edificios.



EJEMPLO 5: Las consecuencias dependen del lugar (efecto

sitio y escenarios multiriesgos)

Seísmo de Wenchuan (China),
12 de mayo de 2008, Ms 8.1
(con más de 42,719 replicas en total, 8 de ellas con Ms 6.0 - 6.4)

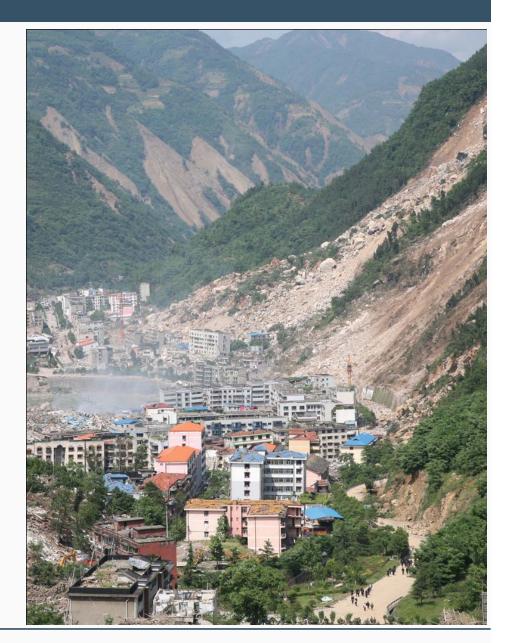


Fuente: Wikimedia Commons, original USGS (http://earthquake.usgs.gov/eqcenter)



Efecto sitio y escenarios multiriesgo:

- Seísmo de Wenchuan (China),12 de mayo de 2008, Ms 8.1
- El seísmo produjo numerosos deslizamientos en valles estrechos de montaña, causando daños



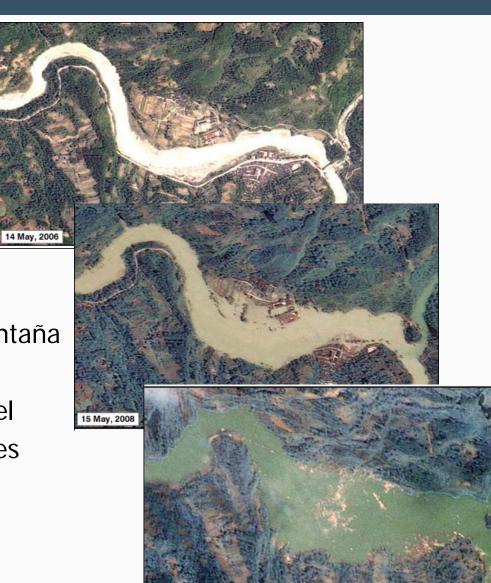


Efecto sitio y escenarios multiriesgo:

Seísmo de Wenchuan (China),12 de mayo de 2008, Ms 8.1

- Deslizamientos en valles de montaña

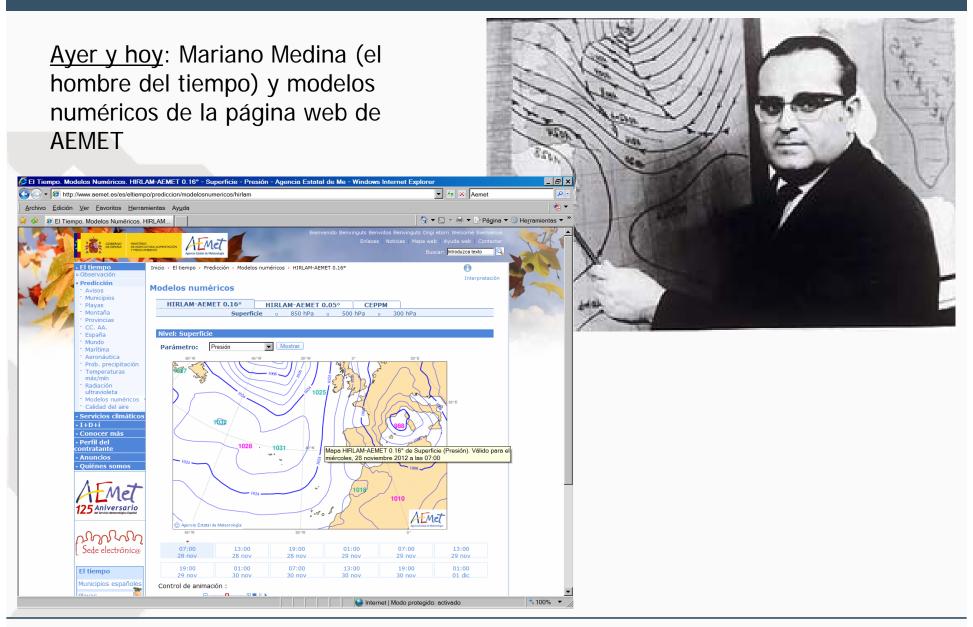
- Los deslizamientos bloquearon el drenaje, produciendo inundaciones (quake lakes)





- Es razonable y positivo dudar y evaluar los métodos de análisis de riesgo (aunque no guste)
- La estimación del riesgo depende de los supuestos o criterios asumidos; su gestión no
- Es necesario tener en cuenta el "efecto sitio" y plantear escenarios multiriesgo
- Investigación:
 - Mejorar el conocimiento de los modelos físicos de los procesos (investigación básica) y aplicarlos



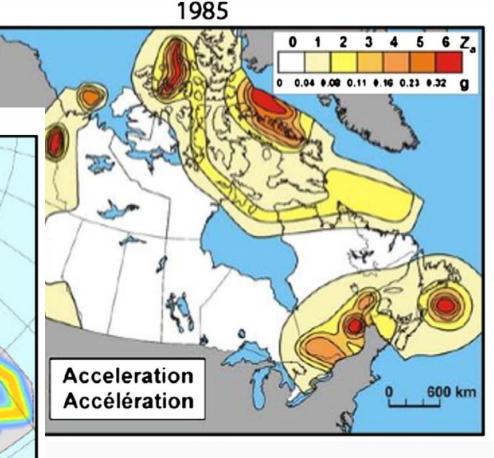




PGA

Ayer y hoy: Geological Survey of Canada, 1985 y 2005 Mapas de riesgo sísmico

2005



Los eventos sísmicos futuros sucederán en cualquier lugar de la falla (no en un punto)

Fuente: Stein et al. Tectonophysics 562-563 1-25

0 C59 0.080 C.10 0.15 0 20 0.25 C.20 0.40 0 50 0.80 0.9C 1 0 1.500 C



- Es razonable y positivo dudar y evaluar los métodos de análisis de riesgo (aunque no guste)
- La estimación del riesgo depende de los supuestos o criterios asumidos; su gestión no
- Es necesario tener en cuenta el "efecto sitio" y plantear escenarios multiriesgo
- Investigación:
 - Mejorar el conocimiento de los modelos físicos de los procesos (investigación básica)
 - Ampliar el inventario de datos de eventos extremos (investigaciones históricas, paleo-sismología, paleoinundaciones) y difundirlos (para que se tengan en cuenta)

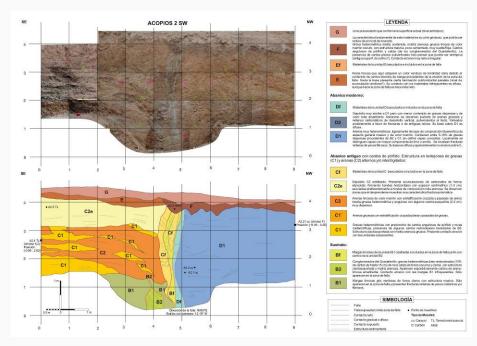


• Proyectos de investigación:

- Caracterización sismogenética de las grandes fallas activas del sureste de España mediante técnicas geológicas – FASEGEO (PN I+D+i 2008-2011; Ref: CGL2009-09726). IP: Julian García Mayordomo (IGME)
- Metodologías avanzadas para el estudio Dendrogeomorfologico de avenidas torrenciales y sus riesgos asociados – MAS Dendro-Avenidas (PN I+D+i 2008-2011; Ref: CGL2010-19274). IP: Andrés Díez Herrero (IGME)
- Investigaciones dendrogeomorfológicas aplicadas a la gestión de los riesgos e impactos en la Red de Parques Nacionales - IDEA-GesPPNN. (OPN, MMARM. Ref. 163/2010). IP: Andrés Díez Herrero (IGME)

PROYECTO FASEGEO

 Algunos resultados científicos: Identificación de dos grandes terremotos ocasionados por la Falla de Carrascoy en la Vega del Guadalentín (Murcia) hace 2500 y 9900 años.









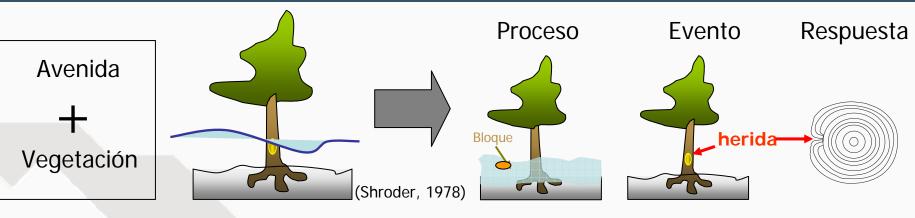


Páginas web de los proyectos:

www.dendro-avenidas.es



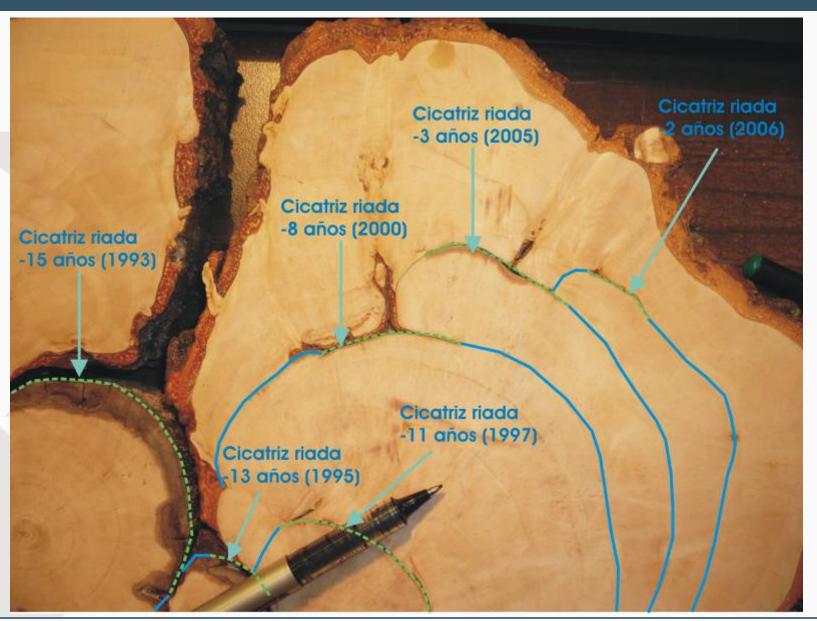














• Proyectos de investigación:

- Caracterización sismogenética de las grandes fallas activas del sureste de España mediante técnicas geológicas – FASEGEO
- Metodologías avanzadas para el estudio Dendrogeomorfologico de avenidas torrenciales y sus riesgos asociados – MAS Dendro-Avenidas
- Investigaciones dendrogeomorfológicas aplicadas a la gestión de los riesgos e impactos en la Red de Parques Nacionales - IDEA-GesPPNN
- Bases de datos de acceso público:
 - Quaternary Active Faults Database of Iberia QAFI (http://www.igme.es/infoigme/aplicaciones/qafi/)



