

LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO Y SU APLICACIÓN A ESTUDIOS DE RIESGOS

Dra. Maria Celia García Larramendy,

Directora de Programa y Proyecto, Centro de Investigaciones Geográficas
e Instituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales

(CONICET-FCH. Universidad Nacional del Centro de la Pcia de Buenos Aires), Tandil Argentina.

E mail: mariaceliagarcialarramendy@gmail.com.ar

RESUMEN:

A menudo las definiciones y términos más aceptados que se vinculan al RIESGO, no siempre tienen un correlato directo con el conjunto de conocimientos lógicos que intentan (desde ámbitos científicos), imponerse con el objeto de preservar y o mejorar la calidad de vida de los habitantes de una región sometida a riesgo.

Si bien en trabajos anteriores que se ha presentado en reuniones científicas (inclusive ante anteriores realizaciones en Talca de las Jornadas Internacionales de Medio Ambiente y Calidad de Vida –denominadas también de Desastres Naturales a partir del año 2010), se ha realizado introducción a dichos términos (García, 2004; García y Martín, 2005; García, 2006; García y Marín, 2007; García, 2008, García, 2009, García, 2010, García, a 2014), el objetivo aquí es realizar una presentación y discusión de estos términos a fin de arrojar claridad a la hora de mostrar ya sea diagnósticos o resultados a partir del empleo de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Para ello se realiza en primera instancia una comparación de definiciones acerca de Riesgo y tipos de riesgos, y referidos más precisamente a causas naturales que conllevan a posibilidad de riesgo humano, se desmenuzan acepciones de Desastre, Amenaza y Vulnerabilidad. Y también se incursiona en definiciones de Calidad de Vida de la población y las diferencias entre una medición con variables objetivas y subjetivas.

Por último se vincula la información que se puede obtener y manejar a partir de su conversión en dato espacialmente georreferenciado, y se muestran resultados de un estudio donde se compara medición por datos oficiales versus percepción del mismo fenómeno por parte de la población.

Se concluye que existen términos aceptados por la comunidad en general, que no siempre es coincidente con las definiciones científicas. Y que es preciso considerar que la percepción de la población acerca de su situación no siempre es coincidente respecto a lo que realmente se puede medir dentro de un SIG.

PALABRAS CLAVE: RIESGO – ACEPCIONES – SIG.

SUMMARY:

Often the most accepted definitions and terms that are linked to risk, do not always have a direct correlation with the set of logical knowledge that try (from scientific fields), imposed in order to preserve the quality of life of the inhabitants of a region subject to risk.

While previous work has been presented at scientific meetings (including previous International Conferences on Environment, Quality of Life and Natural Disasters), definitions will be included here too.

The goal here is to make a presentation and discussion of these terms in order to shed clarity in showing either diagnosis or results from the use of Geographic Information Systems (GIS).

To this it is done primarily a comparison of definitions of risk and risk types, and more precisely referred to natural causes that lead to human risk possibility, Disaster meanings, Threat and Vulnerability. And it also ventures Definition Quality of Life of the population and the differences between objective and subjective measurement variables.

Finally the information you can get and manage from its conversion into spatially georeferenced data is linked, and results of a study measuring official data versus perception of the same phenomena by comparing the population is.

It is concluded that there are terms accepted by the community, which is not always coincident with the scientific definition. And it is necessary to consider that the perception of the population about their situation is not always coincident with respect to what actually can be measured within a GIS.

KEYWORDS: RISK - MEANINGS - GIS.

INTRODUCCIÓN:

En esta breve introducción se han incluido definiciones y esclarecimientos sobre conceptos fundamentales que hacen al trabajo aquí presentado.

Por un lado se define que los Sistemas de Información Geográfica (SIG), son un conjunto de procedimientos de manejo de datos del territorio o espacio geográfico (datos espaciales gráficamente georreferenciados y representados cartográficamente; así como caracterizados mediante atributos), en los que programas informáticos y usuarios adiestrados pueden tener en forma económica (de tiempo sobre todo), una herramienta para analizar, evaluar y realizar propuestas para mejorar al territorio.

Entre las múltiples aplicaciones de un SIG, medir posibilidades de riesgo y población afectada o posible de ser afectada, es una de las cuestiones más señaladas en libros y cursos de SIG. Tal es el desarrollo y vínculo directo de los SIG con temas de Riesgo, que se vincula a los Mapas de Riesgo como herramientas fundamentales y su importancia en ser confeccionados en SIG (para inclusive ponderar la velocidad de un avance de amenaza y peligro, como puede ser el avance de una inundación que se avecina a zonas pobladas).

Ahora bien, MAPAS DE RIESGO, ¿Qué son?. ¿Necesariamente son una cartografía en SIG?. Los primeros mapas de riesgo eran esencialmente descriptivos de la distribución de los factores de riesgo sobre el territorio, ubicando en sucesivos mapas geográficos los factores de riesgo mediante símbolos que representaban el riesgo y su extensión (Ayuntamiento de Sesto S. Ciovanni, 1978 y Assessorato alla Sanitk Regione Emilia Romagna, 1978).

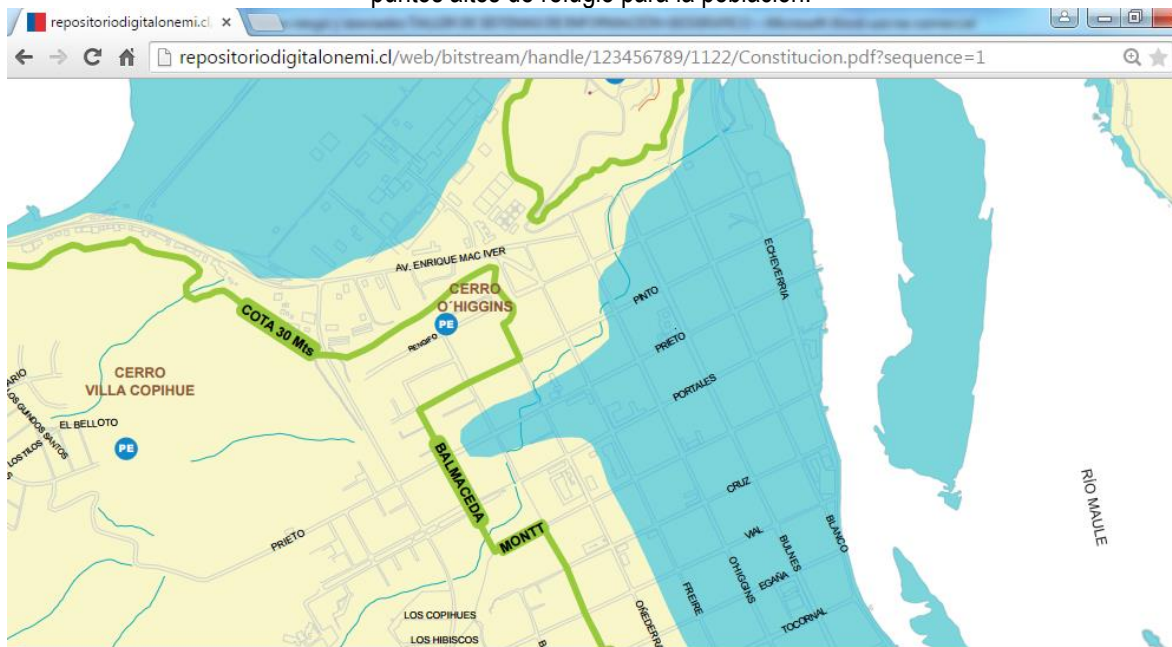
Los primeros mapas de riesgo nacieron desde el riesgo tecnológico o construido. En el caso de Italia nacieron en la década de 1960, en momentos de una revolución social que contribuyó de manera original al desarrollo de una nueva organización de la salud laboral. *“Se desarrolló, y encontró aplicación práctica a lo que en los años 50 fue llamado movimiento de medicina sindical: partiendo de las estructuras sindicales existentes en algunas fábricas comenzó un movimiento de lucha contra la nocividad de las condiciones de trabajo de dichas empresas, que dio lugar a una fructífera relación entre los médicos de empresa más progresistas y las estructuras sindicales”* (García Gómez, 1994. P444). La identificación y valoración de los riesgos y de la patología que de ellos se deriva, es necesaria para poder dirigir prioritariamente hacia las situaciones de mayor riesgo las iniciativas legislativas, la búsqueda de soluciones de mejora higiénicas y de seguridad, y la vigilancia de la salud de los expuestos. El carácter dinámico es necesario para seguir la evolución del riesgo con el cambiar de las tecnologías. Por otro lado, el conocimiento que se desea adquirir no es un fin en sí mismo, sino herramienta preventiva que posibilite una lucha eficaz contra los factores de nocividad del ambiente de trabajo. Y, finalmente, un elemento esencial que diferencia esta metodología de otros sistemas de información dinámicos es la participación de los trabajadores, indispensable para una aproximación global a la salud laboral. Ciertamente, el mapa de riesgos no es solamente una herramienta para prevenir, sino para sostener la salud de la población.

En 1970, desde la Escuela Superior en Geología de la Universidad de Cantabria comienzan a especializarse en la realización de Cartografía Geocientífica de Riesgos. Entre sus principales colaboradores de referencia se encuentra el Dr. en Geología Antonio Cendrero. Elaboraron tanto definiciones de cartografía de riesgos naturales así como un complejo de metodología apropiada para medir el riesgo, e introdujeron el método cromático de Semáforo (empleando colores rojos intensos para señalar las zonas de mayor amenaza y peligro; amarillos para situaciones intermedias y colores verdes para aquellas zonas o áreas de menor posibilidad de presencia de amenaza y peligro).

En la región catalana y más precisamente desde el Instituto de Geología de Catalunya, actualmente existen disponibles en internet una fuerte apuesta a difundir los principales pasos de esta metodología que consiste en varios pasos que retrotrae a los enunciados y difundidos durante los años 1980 por investigadores de la Universidad de Cantabria Santander.

En instituciones oficiales de países latinoamericanos, estos métodos de semáforos son muy difundidos. Sin embargo para el caso de inundaciones normalmente se prevén colores Azules con diferentes intensidades. Aquí se incluye una imagen de la zonas inundadas por efecto tsunami 2010 y registro de puntos altos de refugio para la población, cartografía en SIG disponible en internet, en la página de la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI), de Chile.

Figura 1: Cartografía de Riesgo de Puerto Constitución, con zonas inundadas por efecto tsunami y registro de puntos altos de refugio para la población.



Fuente: Zoom realizado sobre imagen difundida en Chile por la ONEMI.

Uno de los mapas de riesgo más empleados o utilizados, son los que corresponden a la posibilidad o riesgo a que una porción del territorio se inunde. Por ello al final de este trabajo mencionaremos principales pasos que pueden considerarse en su armado. Normalmente se parte de una hoja o cartografía con curvas de nivel, se delimitan las cuencas y se analiza cuenca y subcuencas por parámetros morfométricos y se establecen registros de últimas inundaciones para su armado. De esa forma se establecen partes de la cuenca que poseen mayor riesgo a inundación. En este caso se consideraría zonas donde efectivamente se inundó la cuenca (registros), y datos de aforo (hasta dónde llegó). A mayor repetencia de inundaciones mayor peligrosidad. Pero lo importante es también considerar cuantos días se prevé dure o duro la inundación (en el caso que sea prevención o directamente su registro como estadística luego de la crecida) y a cuánta población afectará o afectó (ya que las aguas de una crecida que no encuentra forma de ser evacuada, produce estragos en las zonas pobladas).

Respecto a mapas que reflejan tanto prevención como evaluación sobre inundaciones, por un tema de claridad en la leyenda, prácticamente la mayoría de los países no se emplea el método de semáforo (Rojo, amarillo y verdes en sus leyendas), sino que emplea el color celeste para determinar lo que se ha inundado en al menos el último episodio o en el más grave registrado.

¿A qué se denomina RIESGO?. No existe una sola (o única), definición de riesgo. Entre el propio mundo científico existen diferentes acepciones. Y esas definiciones no siempre son registradas por la percepción de las sociedades, puesto que en la percepción entran a jugar un bagaje cultural, religioso y de identidad, además del conocimiento formal o informal de la sociedad a la cual se le pregunta qué entiende por riesgo.

Para este artículo se entiende como Riesgo, a la probabilidad de que ocurra un accidente humano ó que ocurra un desastre natural, y que debido a estos dos últimos eventos la población o parte de la población se vea afectada con daños que hasta pueden llegar a hacerle perder desde sus bienes materiales hasta su propia vida (García; M. 2015).

Si consultamos la bibliografía tanto publicada en papel como la disponible en on line podremos observar las diferentes definiciones científicas sobre RIESGO.

El CIIFEL (de Ecuador), explica que *El riesgo se define como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas* (en UNISDR; 2009). Para los autores del informe ecuatoriano, los factores que intervienen o que componen al RIESGO son la amenaza y la vulnerabilidad.

AMENAZA es un fenómeno natural, sustancia introducida por el hombre en la naturaleza, o actividad humana que establece una condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

Por la propia definición ya estamos clasificando o diferenciando a dos tipos de amenazas. Una amenaza natural en la que se incluyen a todas aquellas cosas que pueden ocurrir causadas por la naturaleza (por ejemplo: un volcán en erupción, una tormenta con lluvias ininterrumpidas y vientos acelerados, un terremoto (aún cuando hoy se desconfía del método de fractura para obtener hidrocarburos), una inundación, los tsunamis y los tornados).

En cambio una amenaza antrópica o tecnológica es aquella condición de peligro que se produce en la sociedad o en el medio a partir de cambios y o construcciones realizados por el hombre. Se trata de instancias o situaciones de peligro creadas por el hombre. Aquí los ejemplos son infinitos, y cada vez que aumenta la tecnología en formas de extraer recursos, pareciera que abundáramos en mayores ejemplos, entre los que se pueden mencionar: la explosión de bombas, las emisiones de gases de invernadero, experimentos con cepas de virus bacterias que mutan, derrumbes de laderas por explosivos o por haber taladrado su interior en estructuras de túneles no sustentados, inundaciones ante la rotura de un dique.

La amenaza se gradúa (considera en grados de importancia mayor a menor), lo cual se determina en función de la intensidad (fuerza y o tamaño, por ejemplo de una exposición, ó fuerza de una erupción y tamaño de dispersión de cenizas y de lava, ó metros cúbicos por segundo en el que crece un río que produce inundaciones) y la frecuencia (cantidad de veces por unidad de tiempo, a la cual se evalúa como repitencia o posibilidad de repetirse esa misma amenaza). La amenaza también debería incluir un tema GEOGRÁFICO: dónde se ha repetido y con qué fuerza lo ha hecho.

VULNERABILIDAD se podría definir como las características y las circunstancias de una parte de la sociedad o comunidad, o parte del sistema natural que son susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza. Por tanto desde la propia definición ya hablamos de dos tipos diferentes de vulnerabilidad o susceptibilidad ante una amenaza: una por las propias características del medio físico afectado por la amenaza. Otra debido a las características socioeconómicas y culturales de la población afectada por la amenaza.

Una parte de la sociedad que vive en un mismo barrio sometido a inundaciones, tendrá a su vez diferencia a la vulnerabilidad. Quienes disponen de vehículo automóvil para huir con su familia y parte de sus pertenencias, son socialmente menos vulnerables ante aquella porción de la población que sólo puede alejarse a pié. A esa diferencia se la define como Vulnerabilidad social desde la Teoría Social del Riesgo (Natenzon, C.; 1995), desde la que los riesgos y desastres pasan de ser considerados como una responsabilidad de falta de previsión.

En este caso los desastres y el riesgo no ocurren por poder divino, y por tanto debe estudiárselos para que no afecten a la población. Si existe riesgo es porque hubo una comunión entre actores que desconocieron la dinámica natural y actuaron irresponsablemente, o directamente no actuaron para prevenir las consecuencias.

Un suelo totalmente poroso (por ejemplo suelo francoarenoso o suelo poco desarrollado sobre un horizonte C totalmente diaclasado), son más vulnerables ante el derrame y la presencia de contaminantes tanto orgánicos (presencia de vida o coliformes nocivos para la salud) como inorgánicos en aguas (Nitratos, Nitritos, Cianuro, Mercurio, Arsénico; entre otros).

Ahora bien: Quienes viven o se ubican por ejemplo en una zona baja, o de planicie inundable, o los campos de cultivos en zonas bajas e inundables, por su propia ubicación en el terreno, estarán en desventaja ante una amenaza como es la inundación. Por ello cuando hablamos de VULNERABILIDAD también nos referimos a la posibilidad de EXPOSICIÓN y o exposición concreta de comunidades o de terrenos ante un fenómeno de amenaza. En este caso nos referimos a inundaciones o anegamiento. Pero en otras amenazas la exposición está representada por la ubicación de comunidades o terrenos respecto a la dinámica o forma de “moverse” o exponer parte de la tierra a la amenaza. Por ejemplo en riesgo a efectos volcánicos, juega un papel importante la Estructura y fallamientos de la zona cercana al volcán que entre en erupción, el viento predominante en el momento de la erupción, ya que hacia ese destino se movilizarán, serán transportadas y luego depositadas cenizas y piroclastos (aunque estos en terrenos más cercanos al volcán, por una cuestión de menor dispersión en distancia por el peso de materiales), el relieve en torno a salidas de lava del cráter del cono o caldera de antiguo volcán (ya que en el caso de extruir lava sale por gravedad afectando a los sitios que directamente el relieve le permite movilizar pendiente abajo su salida de magma-ahora lava).

Otros temas vinculado a Vulnerabilidad, son la Susceptibilidad y la Resiliencia:

SUSCEPTIBILIDAD es el grado de fragilidad interna de un sujeto, objeto o sistema natural para enfrentar una amenaza y recibir un posible impacto debido a la ocurrencia de un evento adverso. El tema SUSCEPTIBILIDAD es muy subjetivo cuando se trata de sujetos humanos (ya sea por conocimientos adquiridos por educación formal, educación familiar y tradición, identidad y o religión). Lo cual se vincula con la percepción de la sociedad. No todos percibimos el peligro y la amenaza vinculada al peligro de la misma manera.

Por otro lado también se encuentra la capacidad de poder resistir, mutar, y cambiar para sobrevivir y recuperarse. A ello la bibliografía científica lo denomina RESILIENCIA, a lo cual define como la capacidad de un sistema natural, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas.

Un ejemplo de sistema natural resiliente: los bosques de Ginkgo biloba (plantas que desde el pérmico, ante explosiones atómicas de asteroides –y ojo no son meteoritos, son partes de rocas incandescentes mayores a 0.500 km!!!-, y aún durante la explosión de la bomba H en Japón, ha logrado subsistir). El problema para los seres Humanos, es que no hemos adquirido aun posibilidades de resiliencia ante este tipo de eventos como los antes mencionados.

METODOLOGIA Y HERRAMIENTAS:

El trabajo se ha organizado a fin de realizar una presentación y discusión de términos incluidos en el título del trabajo, y a fin de arrojar claridad a la hora de mostrar ya sea diagnósticos o resultados a partir del empleo de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

En una introducción se han intentado resumir y con la mayor claridad posible, toda una serie de definiciones de conceptos fundamentales que hacen a los SIG, Riesgo, los componentes del riesgo y las formas de representarlo. Para ello se apelaron a trabajos tanto teóricos como aportes de trabajos aplicados, realizando una selección de autores y organismos, así como citando a trabajos anteriores de la autora (presentados ante reuniones científicas y cursos que se llevaron a cabo, entre otras instancias, en las Jornadas Internacionales Medio Ambiente y Calidad de Vida –denominadas también de Desastres Naturales a partir del año 2010- en la ciudad de Talca). De estos trabajos cabe mencionarse especialmente a los de García, 2004; García y Martín, 2005; García, 2006; García y Martín, 2007; García, 2008, García, 2009, García, 2010, García, 2014 y García, 2015.

Para intentar conseguir el objetivo aquí propuesto, se continuó con un desarrollo de ejemplos de casos concretos en los cuales tanto para estudios de diagnósticos, o en los de evaluación de un riesgo concreto, se ha empleado SIG.

Por último se señalan conclusiones con las principales cuestiones a tener en cuenta, para diferenciar términos que si bien son aceptados por la comunidad en general, no siempre son coincidentes con las definiciones científicas. Para este tema se discute acerca de la objetividad-subjetividad acerca de la percepción de la población sobre su situación y exposición al riesgo.

SIG Y APLICACIONES A ESTUDIOS DE RIESGO:

Con las definiciones y concepciones de la introducción acerca de Mapas de Riesgo en SIG, y Riesgo, lo primero que se puede tratar de poner en claro es que en la fórmula de medición del riesgo deben considerarse medidas de Amenaza y Vulnerabilidad :

Con los factores mencionados se compone la siguiente fórmula de riesgo.

RIESGO = AMENAZA x VULNERABILIDAD. Por tanto Riesgo se calcula matemáticamente (cuestión muy viable dentro de la unidad espacial de SIG), considerando la amenaza multiplicada por la vulnerabilidad.

Y además teniendo en cuenta que:

VULNERABILIDAD = EXPOSICIÓN x SUSCEPTIBILIDAD / RESILIENCIA

Si operamos en forma objetiva para estimar riesgo, primero deberíamos a ciencia cierta tratar de disponer de información acerca de estos valores: Exposición, Susceptibilidad y Resiliencia. Y recién allí calcular VULNERABILIDAD.

Luego analizar las características y dinámicas de la AMENAZA (mapeando zonas afectadas al menos).

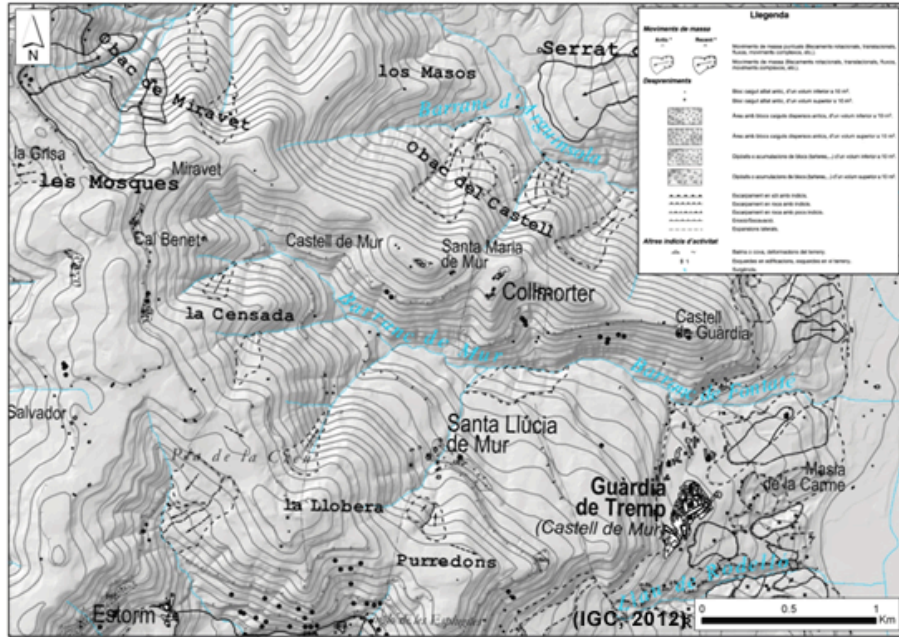
Solo habiendo Amenaza y Vulnerabilidad puedo hablar de hacer un cálculo aproximado al RIESGO. Si sólo dispongo de un mapa de área inundada...solo es eso, mientras que no pueda conjugarlo espacialmente con datos de la cantidad de población expuesta, las características sociales de dicha población y posibilidades de salir evacuados. Calculando primero todos los factores tanto de riesgo como sus posibilidades de que el riesgo sea mayor o menor en partes del territorio y o de la Sociedad.

A continuación se enuncian principales características de trabajos realizados en SIG, en los cuales se han intentado abordar en forma científica la medición de riesgo. En ellos se hacen observaciones acerca de la forma de mostrar la medición o representarla desde sus referencias.

Pasos para tener en cuenta a la hora de realizar un mapa de riesgo en SIG.

Se debe comenzar por el trabajo más tedioso, el de **inventario**. Las formas del terreno se mapean sobre una carta topográfica y teniendo en cuenta información de imágenes de satélite (en el caso que mostraremos el mapeo sobre una base topográfica y corresponde a un trabajo de riesgo debido a inundaciones).

Figura 2: Cartografía de Curvas de Nivel, con mapeo áreas cubiertas por inundaciones.



Fuente: IGC

En la figura además de líneas de talweg obsérvese se han marcado pequeños sectores con flechas de posibles deslizamientos, ya que ante vibraciones fuertes como el que ocurre en inundaciones o ante movimientos sísmicos, parte de los terrenos se deprenden y son movidos pendiente abajo por la fuerza de la gravedad (y cuando existen lluvias pronunciadas ello también es posible que ocurra).

Determinación de la peligrosidad

Las áreas susceptibles se clasifican según su peligrosidad en base al análisis de la intensidad y la frecuencia de los fenómenos observados o potenciales. Para cada fenómeno la determinación de la intensidad varía y se determina en base a las dimensiones y energías esperadas, mientras que la frecuencia se determina a partir del inventario de fenómenos y de indicios de actividad. La peligrosidad se clasifica en 3 grados: bajo, medio y alto, representados en color amarillo, naranja y rojo, respectivamente (Método de semáforo de acuerdo con la Escuela de Santander). La peligrosidad no identificada se deja sin color.

En este caso se muestra una grilla para el cálculo de GRADO DE PELIGROSIDAD POR LA FRECUENCIA E INTENSIDAD DE UN FENOMENO. Las áreas susceptibles se clasifican según su peligrosidad en base al análisis de la intensidad y la frecuencia de los fenómenos observados o potenciales. Para cada fenómeno (tornados, sismos, inundaciones, tsunamis, corrientes de barro, cumulo de piro clastos, bajada de lavas, erosión de suelos, etc.), la determinación de la intensidad varía y se determina en base a las dimensiones y energías esperadas, mientras que la frecuencia se determina a partir del inventario de fenómenos y de indicios de actividad (esto es buscando archivos históricos).

La peligrosidad se clasifica en 3 grados: bajo, medio y alto, representados en color amarillo, naranja y rojo, respectivamente. La peligrosidad no identificada o en casos de los que no se tiene información para conformar dato exacto, como ya se ha expresado, se deja sin color.

Figura 3: Cálculo de Actividad Peligrosa x Frecuencia

		Frequència / Activitat		
		Baixa	Mitjana	Alta
Intensitat	Baixa	Perillositat baixa	Perillositat baixa	Perillositat baixa
	Mitjana	Perillositat baixa	Perillositat mitjana	Perillositat mitjana
	Alta	Perillositat mitjana	Perillositat alta	Perillositat alta

(IGC, 2012)

Cómo se trabaja: Primero en Cartografía en Papel en escalas pequeñas (más cercanas a escala 1:1), se digitalizan (y se unen si son varias), luego y se trabaja en forma de capas y mapas temáticos para cada riesgo.

Cada hoja de carta topográfica consta de varias vistas o ventanas donde la información se visualiza y representa a diferentes escalas. El elemento central de la hoja corresponde siempre al mapa principal, pero se puede hacer vista en cualquier sector a escala de acercar el terreno.

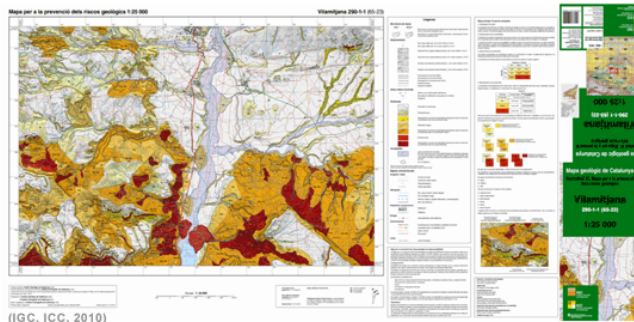
Se debe realizar un mapa temático principal para la zona de estudio, sin embargo normalmente para llegar a explicarlo se cuenta con todo un conjunto de elementos periféricos que corresponden a los mapas complementarios y a los mapas adicionales de peligrosidad, así como sus leyendas y textos explicativos.

Por ejemplo se representan los fenómenos e indicios de actividad (puede ser sísmica, remoción en masa o movimientos de laderas, inundaciones, etc), y la peligrosidad natural de los procesos generados por la geodinámica externa (dinámicas de laderas, dinámica torrencial, dinámica nival, dinámica fluvial y dinámica litoral) y la geodinámica interna (terremotos).

En el mapa de riesgos geológicos que se muestra a continuación como ejemplo, no consideran aquellas zonas susceptibles a que se generen peligrosidades por causas antrópicas. Los fenómenos considerados son: movimientos de ladera (desprendimientos, deslizamientos, flujos torrenciales, movimientos complejos,...), hundimientos (subsidiencias y colapsos), aludes, inundabilidad y sismicidad.

En el mapa principal, a escala 1:25.000, se representan los movimientos de ladera, los hundimientos, los aludes y la zona potencialmente inundable determinada a partir de criterio geomorfológico (ZPISCG). En los mapas complementarios, a escala 1:100.000, muestran la peligrosidad de cada uno de los fenómenos representados en el mapa principal, por separado, para facilitar la comprensión. En función del número de tipologías de los fenómenos representados en el mapa principal, los mapas complementarios pueden variar entre 1 y 5. Los mapas adicionales de peligrosidad tienen entidad propia y corresponden a los mapas de peligrosidad por inundabilidad y de peligrosidad sísmica, ambos a escala 1:50.000. El mapa de peligrosidad por inundabilidad contiene las modelizaciones hidráulicas (posibilidad que se logra en una conexión en serie de varios mapas o series), para los diferentes periodos de retorno considerados (10, 50, 100 y 500 años) y la zona inundable según criterios geomorfológicos (ZPISCG).

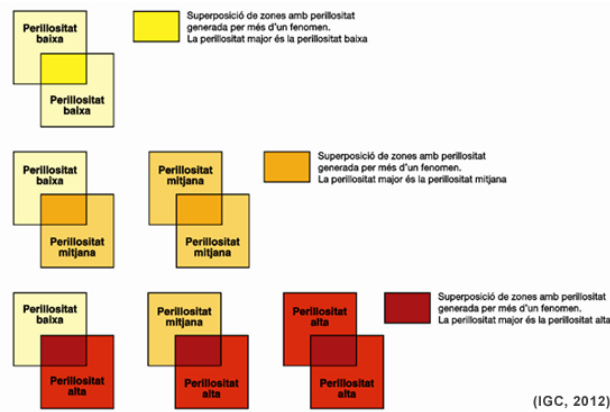
Figura 4: Mapa de Riesgos geológicos 1:25.000. Hoja de Vilamiñana 290-1-1 (65-23)



Fuente: Extraído desde página del IGC-

Cómo se interpreta este Mapa de peligros? La leyenda del mapa de prevención de riesgos geológicos nos permite conocer los diferentes tipos de fenómenos que se encuentran en el territorio y su peligrosidad. La peligrosidad se clasifica en 3 grados: bajo, medio y alto, representados en color amarillo, calabaza y rojo, respectivamente. La peligrosidad no identificada se ha dejado sin color. Y debe recordarse que aquí el peligro es donde hay una actividad....pero no se ha considerado población afectada. *Dado que puede haber superposición de peligrosidades se establece un código de color que permite de identificar que hay superposición, indicando cual es la peligrosidad mayor superpuesta.* (IGC 2012). Se representa como se indica en la siguiente figura

Figura 5; Diagrama de cálculo de superposición de peligro



Fuente: Instituto de Cartografía Geológica de Catalunya; 2012.

En ningún caso no se suman peligrosidades, sólo se indica que hay superposición. Para identificar a qué fenómeno y qué peligrosidad corresponde cada una de las zonas de susceptibilidad se ha establecido una codificación por epígrafes que identifican los fenómenos superpuestos y su peligrosidad.

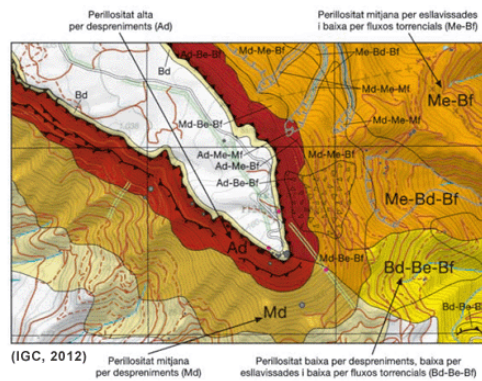
El epígrafe que define la peligrosidad es: **B**: Baja **M**: Media **A**: Alta.

Los epígrafes que definen los fenómenos son: **d**:desprendimientos **e**:deslizamientos **f**:flujos **a**:aludes

es:hundimientos. La combinación de los epígrafes de peligrosidad y del tipo de fenómeno indican las clases de peligrosidad y superposición de estas.

Cómo queda esa combinación en un ejemplo:

Figura 6 : Clasificación de peligrosidad



Fuente: Instituto de Cartografía Geológica de Catalunya; 2012.

Algo seguramente muy aplicado en Chile (lugar donde se edita la revista de Geografía Nadir), es el Mapa de Peligrosidad sísmica (o como también se lo suele denominar : de Seguridad Sísmica; pues lo que se intenta es ver en realidad zonas seguras hasta donde intentar llevar o evacuar a la población).

Mapa de peligrosidad sísmica: El Mapa de peligrosidad sísmica se obtiene siempre tomando características geológicas de estructura (ver por ejemplo si hay fallas además de sismicidad reiterada), y considerando el tipo de suelo que hace de soporte a las estructuras de edificios, viviendas y construcciones.

El mapa que aquí se muestra fue obtenido tomando como base el Mapa de zonas sísmicas para un suelo tipo medio (confeccionado por el Instituto de Cartografía de Catalunya –ICC-, en 1997), para un periodo de retorno de 500 años, y teniendo en consideración la amplificación por efectos de suelo, entendiendo suelo desde el punto de vista de la ingeniería sísmica.

Para cuantificar la amplificación del movimiento sísmico debido de a los suelos blandos, se han clasificado las litologías del Mapa Geológico de Cataluña 1:25.000 siguiendo la clasificación geotécnica propuesta por Fleta et. al. (1998). Esta clasificación está asociada a la velocidad que tienen las olas S al atravesar diferentes materiales.

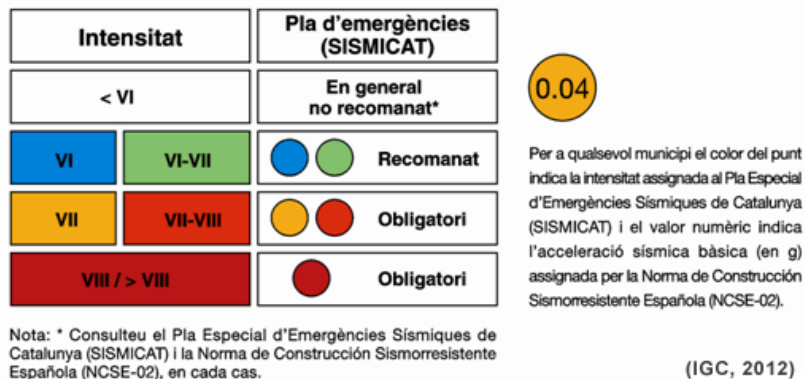
Se definen los siguientes tipos de suelos: **Tipo R:** corresponde a una roca dura (ejemplo: rocas paleozoicas y mesozoicas); **Tipo A:** corresponde a rocas o suelos compactos (ejemplo: rocas peleógenas y neógenas); **Tipo B:** corresponde a materiales semi-compactados (ejemplo: niveles evaporíticos y cuaternarios antiguos) y **Tipo C:** corresponde a material no cohesionado (ejemplo: materiales no consolidados con contenido orgánico).

En función del tipo de suelo se producirá o no amplificación de las ondas S. Esta amplificación consiste en sumar 0.5 grados de intensidad a la intensidad del Mapa de zonas sísmicas para un suelo tipo medio para los materiales del tipo B y C. Para los tipos R y A no se suma ningún grado de intensidad, puesto que no se produce amplificación (a lo sumo se quiebra al no resistir fuerzas y frecuencias entre sismos). La intensidad final obtenida determina el grado de peligrosidad sísmica.

El mapa final es el Mapa de peligrosidad sísmica considerando el efecto de suelo para un periodo de retorno de 500 años.

En el mapa también se representan los valores de la aceleración sísmica básica de la Norma de Construcción Sismorresistente Española, por un emplazamiento en roca (de obligado cumplimiento), y la intensidad considerada en el Plan Especial de Emergencias Sísmicas de Catalunya (SISMICAT). Por ello en este tipo de mapas, además de hablar de la intensidad de terremotos en zonas, se agrega una leyenda recomendando construcciones antisísmicas.

Figura 7: Leyenda de la peligrosidad sísmica



Fuente: Instituto de Cartografía Geológica de Catalunya; 2012.

Como ya se ha explicado desde las definiciones, uno de los mapas de riesgo más empleados o utilizados, son los que corresponden a la posibilidad o riesgo inundaciones. En mapas de riesgo a inundaciones, normalmente se constata las zonas que aparecen graficadas con inundación mediante el empleo de forma espacial obtenida desde imágenes de satélite, aunque también se combinan datos atributos de registro y

aforo. Una medición más completa incluiría además los días en los que permanece inundada la zona, y hasta inclusive su posibilidad de repitencia (lo cual permitiría otra combinación posible para reconocer desde colores de la leyenda), y en este último caso hablar de inundabilidad.

Para la elaboración de un **mapa de inundabilidad** se procede calculando sobre el territorio concreto inclusive la posibilidad de repitencia potencial.

Figura 8: Mapa de peligrosidad por inundabilidad y repitencia.



Fuente: Instituto de Cartografía Geológica de Catalunya; 2012.

Así estas referencias (utilizadas en el mapa de peligrosidad por inundabilidad, a escala 1:50.000 de Catalunya), muestran en tonos de celeste más claros la *zona potencialmente inundable* (asignada en este caso para aquella en la cual no aparece periodo de repitencia). Esto se corresponde a aquellos cursos de orden menor y en terrenos de terrazas más antiguas que se interpretan como no inundables (Instituto de Cartografía Geológica de Catalunya; 2012).

Ahora trataremos de definir un término aun más complejo: la Calidad de Vida de la Población.

Entiéndase por tal a un conjunto de indicadores de: Educación de la Población, Tipo de Vivienda en la que vive, Condiciones de Vivienda por espacio y disponibilidad de servicios y equipamientos esenciales, Salud y posibilidades de atención a la salud, acceso a Alimentación adecuada en nutrientes y a un trabajo digno. Y por tanto en su conjunto con estos indicadores se puede establecer un índice (0 a 1; 1 a 10; 1 a 100), donde se reúna condiciones de vida de la población y permita clasificarla en (al menos) tres categorías o niveles: Calidad de Vida Alta (o mejor posición en cuanto a condiciones), Calidad de Vida Media o intermedia y Calidad de Vida Baja (en aquellos estratos de población donde faltan condiciones de vida de acuerdo a los indicadores seleccionados o al menos no todos dan valores favorables).

Las cartografías de Calidad o Condiciones de Vida de la población, también se pueden referenciar en su simbología empleando colores del método de semáforo o riesgo establecido desde la metodología de cartografía Geocientífica de la Universidad de Santander.

Otro ejemplo para tener en cuenta para ver Vulnerabilidad ante el riesgo que significa una amenaza o peligro, es considerar que ante la presencia de población es imprescindible contar no solo con cuanta población vive en la zona donde existe riesgo, sino las condiciones de vida de esta población.

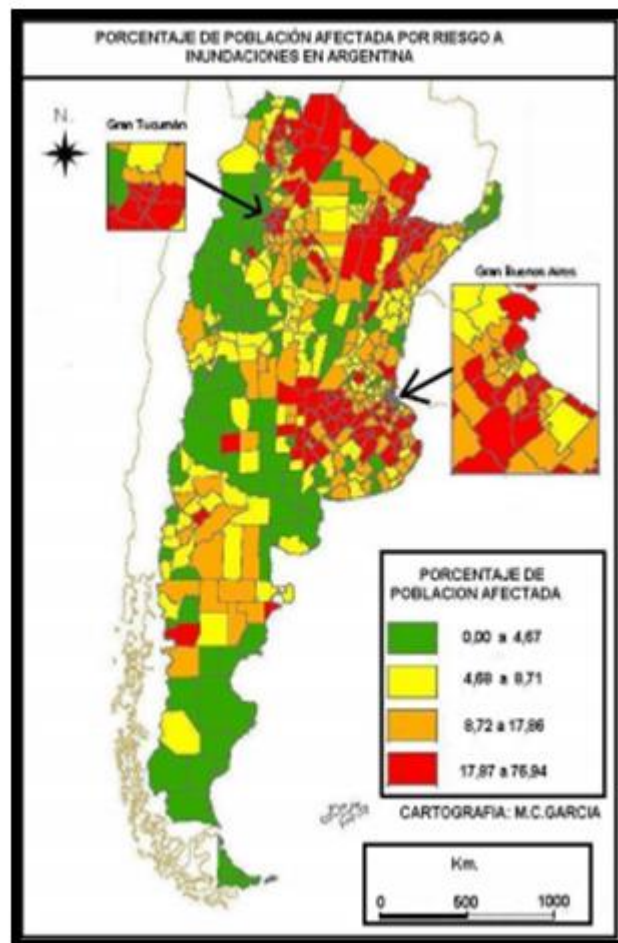
Para ejemplos de cálculos de Calidad de Vida o Condiciones de Vida de la población, se pueden citar trabajos a escala nacionales como el de Argentina (García, 2010), o trabajos a nivel urbanos como el que corresponde a la localidad de San Martín de los Andes en Argentina (trabajado con una tesista, ya Licenciada en Geografía: Lucía Chaparro), o a las condiciones de vida de la población de localidades del Partido de Hurlingham (del trabajo de tesis de Licenciada en Geografía de María Victoria Alves de Castro). En estos casos los datos de los censos nacionales de población y vivienda, se hallan cargados como datos atributos de ya sea departamentos a nivel de Argentina, o radiofracciones de localidades a nivel de estudios urbanos. Los índices de condiciones de vida se calculan para cada unidad del territorio según la escala del trabajo. Y se

calculan en base a datos seleccionados desde el censo, que caracterizan socialmente a la población que allí vive (con indicadores objetivos de salud, educación, tipo de vivienda y características de sus hogares respecto a acceso a equipamientos y servicios).

Mapa de riesgo a inundaciones de Argentina en SIG. Con datos del censo de población, viviendas y hogares del censo oficial 2001 de Argentina, se realizó una carga de datos de población por departamento y de indicadores y valor índice de Calidad de Vida de la población, y en cada forma geográfica (y gráfica) de departamento se le superpuso una capa espacial de las áreas inundables de años 1982 y 2001. Para ello se trabajó con varios mapeos desde imágenes de satélite Landsat corregidas.

Luego se definieron la cantidad y porcentaje de población afectada por esa amenaza por departamento. Así se llegó a la confección de un mapa de Riesgo, donde se puede además hablar de vulnerabilidad de la población, ya que en primera instancia se realizó una valoración de las condiciones de vida de esa población.

Figura 9: Mapa de cálculo de población afectada por riesgo inundaciones en Argentina.



Fuente: García, M. (2010).

En este tema de la construcción de índices con variables de censos oficiales, debe traerse a colación un tema muy importante: en el índice en lo posible no se consideran valoraciones subjetivas o de percepción de la calidad de vida (por parte de la propia población sujeta a medición). Ello se escoge ya que en una evaluación de Calidad de Vida en la ciudad de Tandil (en la que participaron colegas y alumnos), pudimos comparar la Calidad de Vida obtenida a partir de un índice (en el cual incluimos como indicadores a valores del Censo

Nacional y último oficial disponible en 1996), respecto a un Índice de Calidad de vida percibido. En este caso valores de percepción no son precisamente coincidentes, sino únicamente comparables, ya que las sociedades, perciben su propia situación en base a valores, costumbres, conocimientos, y hasta creencias religiosas. Tal vez el barrio hace más de 10 años se les inunda, no disponen de agua ni de cloaca. Pero toman esa realidad como la que hay y que nada de eso es mejorable o posible de que mejore para ellos. En este caso García y Velázquez (1999), realizan un importante aporte acerca de mediciones con variables que ellos denominan “objetivas” respecto de las “subjetivas”.

Respecto a la percepción del riesgo, ocurre algo similar. Para ese estudio de García y Velázquez (Ibidem), observaron que del 80% que decían vivir en zonas inundables (de una muestra estratificada de 300 encuestas), sólo un 5% correspondían a pobladores residentes en barrios amenazados por este flagelo. Por tanto por más cuidado que se ponga ante las herramientas (cálculo de muestreo, significación estadística y diseño de encuestas), la percepción depende de otras cuestiones subjetivas (creencias, nivel educativo, sapiencia y experiencias, objetivos en la vida, recuerdos, etc.), que pueden llevar los resultados de un análisis a ser confusos y nada reales.

A MODO DE CONCLUSIÓN:

No toda la cartografía denominada del Riesgo realmente mide Riesgo, ya que la mayoría sólo cartografía la extensión de la amenaza. Calculando primero todos los factores de riesgo como sus posibilidades de que el riesgo sea mayor o menor en partes del territorio y o de la Sociedad, es cuando se puede afirmar que se hizo una cartografía de riesgo.

Lamentablemente existen muchos trabajos que miden Riesgo luego de un desastre, y prácticamente no se realizan trabajos de prevención. Sin embargo con los SIG, y sistemas satelitales para informar en tiempo real el avance de un riesgo, sistematizar estadísticas y prevenir sobre futuros momentos riesgosos, ya no cabrían más exclusas para organismos estatales de contar con SIG de prevención del Riesgo.

Por otro lado existen diferencias en la concepción y percepción del Riesgo, tanto dentro de la comunidad científica, como entre la población en general respecto de comunidad científica. Riesgo es un término que si bien es aceptado por la comunidad en general, no siempre es coincidente con la definición científica, y hasta llega a confundirse con la percepción del riesgo. Por tanto es preciso considerar que la percepción de la población acerca de su situación no siempre es coincidente respecto a lo que realmente se puede medir dentro de un SIG.

BIBLIOGRAFIA:

- ASSESSORATO ALLA SANITK REGIONE EMILIA ROMAGNA (1978). Coordinamento dei Servizi di Medicina del Lavoro della provincia di Bologna: Mappa territoriale di rischio. Bologna: Regione Emilia-Romagna, 1978.
- AYUNTAMIENTO DE SESTO S. GIOVANNI (1978). Contributto alla stesura d'un mappa di rischio knitorialc. Sesto S. Giovanni: Ayuntamiento de Scsto S. Giovanni, 1978.
- FOSCHIATTI, A.M. Y RAMÍREZ, M.L. (2006). “Descripción del Proyecto Escenarios e Imágenes de la Vulnerabilidad del Nordeste argentino: Dimensiones críticas, estrategias y propuestas de mejoramiento”. En Formulario de Presentación de proyectos de Investigación y Desarrollo 2007-2009 de la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste. Instituto de Geografía FH-Resistencia, Chaco.Pp 1. y 4-45.
- GARCÍA, M. (2015). Curso Taller “**SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO Y ESTUDIOS DE RIESGOS**” Universidad Autónoma de Chile – Sede Talca. FACULTAD DE EDUCACIÓN, PEDAGOGÍA EN HISTORIA, GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES. TALCA. - 28 DE MAYO
- GARCÍA, M. y UBOLDI; J. Diciembre de 2012: “DETECCION, UBICACION Y VALORACION DEL RIESGODE INCENDIOS FORESTALES, DE PASTURAS Y DE INTERFACE. LAS GEOTECNOLOGIAS AL SERVICIO DEL MEDIO AMBIENTE”, en Libro de TRABAJOS COMPLETOS de las I Jornadas Nacionales de Ambiente 2012. Parte RIESGO AMBIENTAL. Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Editores. Ulberich, A. Del Fresno, M y Labornia, J., Primera edición. ISBN 978-950-658-306-4. Tandil. 2012. Pp. 907-1006
- GARCÍA, M.C.; CHAPARRO, L. (2012).EMPLAZAMIENTO URBANO Y EVALUACION DE RIESGO EN BARRIOS DE SAN MARTIN DE LOS ANDES, NEUQUEN, ARGENTINA. En **IX Jornadas Nacionales de Geografía Física**. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, 19 a 21 de abril de 2012.
- GARCÍA, María Celia (2012). RIESGO Y VULNERABILIDAD SOCIAL A CONSECUENCIA DEL MANEJO NO SUSTENTABLE DE RECURSOS TURISTICOS EN ARGENTINA. En **V JORNADAS INTERNACIONALES DE MEDIO AMBIENTE CALIDAD DE VIDA Y DESASTRES NATURLES**. Organizadas por Universidad Autónoma de Chile Sede Talca y ADNUMA Chile. 1 de junio de 2011.

- GARCIA, M. C. (2010) "Indicadores del medio físico dentro de un SIG, para medir riesgo ambiental y su incidencia en la calidad de vida de la población argentina", en **IV JORNADAS INTERNACIONALES DE MEDIO AMBIENTE CALIDAD DE VIDA Y DESASTRES NATURALES**- Organizadas por Universidad Autónoma de Chile Sede Talca y ADNUMA Chile. 3 de junio de 2010.
- GARCIA M. C. (2008). "ENVIRONMENTAL RISKS AND SOCIAL DEMOGRAPHICS CHARACTERISTICS IN ARGENTINA. PAMPA ARENOSA AND VALLIMANCA SALADO BASIN IN ARGENTINA. A CASE OF SAN CARLOS DE BOLIVAR". En **Environment, Torced Migration & Social Vulnerability Internal Conference Bonn**. Organizado por United Nations University e Institute for Environment and Human Security. Bonn Germany 9 – 11 october 2008
- GARCÍA, M.C (Director) (2004) "**TRANSFORMACIÓN E INNOVACIONES EN MICROEMPRESAS, PYMES Y EL ÁMBITO URBANO DE COMODORO RIVADAVIA. PATAGONIA ARGENTINA Y GLOBALIZACIÓN ECONÓMICA**". ISBN 950-763-060-0 Edición en CD, Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Comodoro Rivadavia, 200p. 50 Ejemplares.
- GARCÍA, M.C. (2002) "Barreras Sociales en la construcción de la ciudad. Barrios Privados y Públicos de Tandil en los últimos diez años". En **Estudios Socioterritoriales**, Revista de Geografía N° 3, ISSN 1515-6206. Centro de Investigaciones Geográficas, FCH UNCPBA. Tandil. Pp.319-331.
- GARCÍA, M. C. (2002). "Brechas de Calidad de Vida y Nivel de Vida para medir sustentabilidad urbana. Un estudio aplicado a seis ciudades bonaerenses". En **Informe de Desarrollo Humano. Integración social en la dimensión del espacio urbano**. (ISBN 987-20585-0-4) **Capítulo V Fragmentación del espacio urbano**. Pp. 171 a 174.
- GARCÍA; M.C. (2001). "Calidad de vida urbana y Gestión de residuos sólidos domiciliarios como parámetros de Sustentabilidad en ciudades intermedias de Argentina". Trabajo de Tesis de Doctorado en Geografía. Departamento de Posgrado. Universidad Nacional del Sur. 2 Tomos. 600p.
- GARCIA, M.C., (1999). "Medición de Calidad de vida urbana. Comparaciones entre variables objetivas y de percepción en la ciudad de Tandil". En **V Jornadas Argentinas de Estudios de Población de 1999**. AEPY y Universidad Nacional de Luján. Luján.
- GARCÍA, M. Y VELÁZQUEZ, G. (1999) "MEJORAMIENTO DE LAS MEDICIONES DE CALIDAD Y SIG. EL CASO DE ARGENTINA"., En **Revista SERIE GEOGRAFICA 8 LA FORMACIÓN DE POSTGRADO EN TÉCNICAS DE ANÁLISIS TERRITORIAL**. ISSN 1136 5277. 1999, Dep. Geografía, Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Alcalá. Alcalá., n°8. 130-120.
- GARCÍA, M. C.; VELÁZQUEZ, G (1999) "PERCEPCIÓN Y 'MEDICIÓN' DE CALIDAD DE VIDA CON SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA". En **Revista SERIE GEOGRAFICA 8 LA FORMACIÓN DE POSTGRADO EN TÉCNICAS DE ANÁLISIS TERRITORIAL**. ISSN 1136 5277. 1999. Dep. Geografía, Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Alcalá. Alcalá., núm 8, 121-128.
- GARCIA, MARÍA CELIA (1997) "5.PROBLEMAS AMBIENTALES". En **Revista Geoespacios-12 Tandil Serie Ciudades Intermedias**. Número 12. Páginas 95-106. Editorial: Hugo Bodini/ Universidad de la Serena Facultad de Humanidades Area de Ciencias Geográficas e Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Comisión de Geografía, Comité de Geografía Urbana. La Serena, Chile. 1997
- GARCIA GÓMEZ, Ma.M. (1994). "Los mapas de riesgos. concepto y metodología para su elaboración. En **Revista Seguridad e Higiene Pública** Número 68. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid. Pp. 443-453.
- INSTITUTO DE CARTOGRAFIA GEOLÓGICA DE CATALUNYA (2012). Qué es el Mapa de la Prevención de Riesgos Geológicos?. Consultado el 19 de Mayo de 2015; disponible en http://www.igc.cat/web/es/engeol_riscosinfotec_gt6.html
- LUCCA, A. Y REY, W. (1999): "Aplicación de SIG a aspectos socio-ambientales del centro de la ciudad de Resistencia 1999" En **Serie Geográfica n° 8. La Formación Postgrado en Técnicas de Análisis Territorial (Cartografía, SIG y Teledetección) Conclusiones de la Red TELESIC –Programa ALFA -UE**. SIN 1136-5277. Servicios de Publicaciones Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá. Madrid. pp137-151.
- MARTÍN, A.V. Y GARCÍA, M.C. (2005). "Servicios básicos urbanos e su incidencia en na calidad de vida de la población. El caso de los servicios de agua y cloacas en dos barrios de Tandil, Argentina". En **Estudios Geográficos**, Rio Claro, 3(1): 23-35, jan-jun - 2005 (ISSN 1678—698X) - www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm
- MEJÍA QUIJANO, R.C. (2010): Mapa de Riesgo en Educación Contable p.1. Consultado 23 de Mayo, disponible en página web <http://www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/consultorio-contable/Documents/Nota%20de%20clase%2016%20Mapa%20de%20Riesgos.pdf>
- NATENZON, C. (1995). Catástrofes, riesgos e incertidumbre. FLACSO. Serie de Documentos e Informes de Investigación. Documento Número 197. Buenos Aires.
- ONEMI (2013). Puerto Constitución e inundaciones. En **Ficheros de Registros Chile Preparado**. Repositorio Digital ONEMI. Disponible en <http://repositoriodigitalonemi.cl/web/bitstream/handle/123456789/1122/Constitucion.pdf?sequence=1>
- ORDÓÑEZ GALÁN, C. Y MARTÍNEZ ALEGRÍA LÓPEZ, R. (2000). "**Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones prácticas al análisis de riesgos naturales y prblemáticas ambientales**". Editorial Ra-Ma. Madrid.España. 226 Páginas.
- UNISDR; (2009). CENTRO INTERNACIONAL PARA LA INVESTIGACIÓN DEL FENÓMENO DE EL NIÑO CIIFEN(2014): Definición de Riesgo. Agencia Estatal de Meteorología. Gobierno de Ecuador y Organización Meteorológica Mundial. Consultado el 20 de Mayo de 2015. Disponible en http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&id=84&layout=blog&Itemid=111&lang=es