

ALGUNAS CONSIDERACIONES METODOLOGICAS PARA LA EVALUACION DE LOS DESASTRES.

Miguel Sánchez Celada.

Los desastres de cualquier génesis o magnitud representan por lo general años humanos y materiales, con la consiguiente afectación económica, de aquí la importancia de establecer una "herramienta" eficaz para su evaluación. Es evidente que los países subdesarrollados son mucho más vulnerables a estos fenómenos, debido al daño económico que ocasionan y que con una economía endeble les resulta muy difícil solventar, "los desastres no son naturales, sino el resultado de fenómenos naturales en áreas vulnerables" (Jose Luis Gándara, Univ. de San Carlos). Un ejemplo de esta afirmación lo constituye que "En Ciudad México, el terremoto del 19 de septiembre de 1985, los daños se concentraron en un sector que cubre menos del 5% del área urbana ocupada. En ese mismo sector se concentraron los daños en los sismos de 1957 y 1979, debido a las desfavorables condiciones del sitio, dadas por el suelo fangoso que corresponde al fondo del antiguo lago Texcoco." (Seminario Regional de desastres naturales y Planificación de asentamientos Humanos, Quito-Ecuador 3-8 Octubre 1988). Por esta y otras razones de tipo económico la gran mayoría de estos desastres afectan con mucha mayor profundidad a los países del Tercer Mundo, debido a su lenta recuperación y dentro de estos mayormente a las grandes masas empobrecidas. Para que el diagnóstico y pronóstico de los desastres sea lo más cercano a la realidad, se deben tener en cuenta para su manejo una serie de conceptos, mucho de ellos definidos por Corburn (1991), como son Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo; así como, disponer de una aceptable información del fenómeno, no sólo precedente, sino también de sus características. Por ejemplo, no son los mismos criterios a seguir para la evaluación de una inundación pluvial que para un terremoto, puesto que ambos fenómenos no sólo tienen una génesis y un comportamiento espacial distintos, sino que también difieren las consecuencias de sus acciones.

Se pretende lograr un acercamiento a la realidad a partir de la evaluación de las características físico - geográficas de un territorio determinado para valorar el riesgo de éste ante el desastre evaluado. Sabiendo el nivel de riesgo del territorio, a partir de su vulnerabilidad y susceptibilidad, es mucho más objetivo establecer su pronóstico ante un desastre específico.

Conceptos fundamentales vinculados al diagnóstico y pronóstico de los desastres. En este caso es posible responder a varias interrogantes que pueden surgir en el establecimiento de esta evaluación ante un fenómeno natural adverso, a partir de la metodología utilizada en el Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba para determinar el riesgo por inundación pluvial para el Occidente y Centro de Cuba, la que puede ser aplicada tanto para el diagnóstico y pronóstico de otros eventos naturales adversos, como para otros territorios. La exactitud de esta metodología está estrechamente vinculada con la escala de trabajo que se escoja para desarrollarla, mientras mayor sea esta escala, mayor será la exactitud resultante. La misma está diseñada para que su "salida" sea estrictamente gráfica, aunque no es descartable otro tipo de salida. Se trabaja fundamentalmente con los

conceptos antes aludidos de Peligro Vulnerabilidad y Riesgo , los que deben tenerse muy claros, dado que estos generalmente suelen confundirse.

La **Vulnerabilidad** ante un desastre dado es la capacidad de respuesta ante el fenómeno, es decir, que un objeto sea vulnerable a un fenómeno natural determinado es, en primera instancia, que sea susceptible de sufrir daños por la acción de este fenómeno; ahora bien, si se entiende como objeto cualquier objetivo social o económico, entonces la vulnerabilidad estará en dependencia de las características específicas del fenómeno, así como del objeto cuya vulnerabilidad se desee evaluar. La vulnerabilidad no es estática, sino un proceso dinámico en dependencia de las condiciones tanto naturales como sociales. Es evidente que no presenta la misma vulnerabilidad un edificio ante una inundación que ante un terremoto, sin embargo, para este último la vulnerabilidad no será la misma en un área rural que en una ciudad, de ahí la importancia de definir el objeto de evaluación. Ilustremos con el ejemplo antes mencionado: se estudia el posible riesgo de una ciudad ante movimientos bruscos de la corteza terrestre, por tanto serán más vulnerables (por su altura) los edificios que las casas, "el período del movimiento del suelo es uno de los factores que más influyen en las repercusiones de las fuerzas sísmicas en los edificios y las obras de ingeniería civil, cuanto más alto son los edificios, tanto mayor es su período natural. Por ello, si un edificio de muchos pisos u otra estructura alta y esbelta está situado sobre una capa espesa de depósitos no consolidados que tienen un periodo predominantemente largo, toda la estructura puede empezar a vibrar por simpatía con el suelo" por tanto: De ellos serán más vulnerables los que no presenten protección antisísmica. Dentro de estos últimos la vulnerabilidad aumentará en aquellos, en que las características constructivas, así como los materiales, sean de menor calidad, se debe tomar en consideración las condiciones ingeniero - geológicas del terreno, pues no será igual un sismo en una zona donde la litología sea una roca solidamente compacta que en un lugar donde los suelos sean blandos sedimentarios o aluviales, y así sucesivamente.

Es comprensible que la profundidad de estudio del fenómeno, conjuntamente con la información que se tenga del objeto y de sus peculiaridades, condicionan lo exhaustivo del análisis. Por tanto, para la evaluación de la vulnerabilidad debe tenerse en cuenta una serie de parámetros en función del tipo de desastre a evaluar, las características del objeto y el territorio en que está enclavado. Es importante puntualizar que en la vulnerabilidad siempre tendrá un peso importante el factor socioeconómico, pues un desastre solamente entraña un riesgo cuando encuentra condiciones vulnerables, que afectan al hombre y su hábitat en primera instancia, ya sea porque el hombre ha modificado el medio o sencillamente porque se encontraba expuesto a la ocurrencia del fenómeno. Solamente cuando existe esta coincidencia estamos en presencia de un desastre. Esto no implica de ningún modo que el concepto de vulnerabilidad sea eminentemente económico - social, solo que en un territorio será más substancial la determinación de la vulnerabilidad en la medida que el hombre este presente en el mismo o haya influido en él de alguna manera. El **Peligro** es la susceptibilidad que presenta un territorio ante un desastre, por tanto este depende en primera instancia de las características físico - geográficas del mismo, y éstas a su vez del desastre que sea factible que ocurra. Se toman en cuenta las características específicas del territorio, dándole una

mayor importancia a los atributos socio -económicos si el mismo es eminentemente urbano. Al llegar a esta etapa de trabajo, previamente se habrán definido los indicadores o parámetros a tomar en consideración para la evaluación del peligro. Deben ser indicadores que favorezcan la ocurrencia, o condicionen la existencia del fenómeno, mientras mayor sea la cantidad de indicadores tomados en cuenta, y mientras más exhaustivos seamos en su análisis (condicionados por la escala), más objetivos serán los criterios para la evaluación del peligro. Para lograr este propósito es imprescindible ponderar los indicadores, en función de las particularidades del desastre objeto de estudio. Por ejemplo, si nos interesa evaluar el peligro de un territorio dado ante las inundaciones de tipo pluvial, se toman determinados indicadores físico – geográficos tales como:

- Característica de los suelos del territorio.
(tipo genético y propiedades físico - mecánicas)
- Pendiente topográfica del terreno.
- Litología.
- Hipsometría.
- Disección Vertical y Horizontal.
- Precipitación.
(intensidad y frecuencia)
- etc.

La cantidad y calidad de los indicadores estará en dependencia del objetivo del análisis. Por supuesto, el fenómeno debe conocerse al menos en su generalidad. Si tenemos en cuenta para el ejemplo anterior que el requisito principal para que una zona se inunde, es la inexistencia de suficiente gradiente para que el agua escurra superficialmente, y esto se condiciona en, primer lugar, a través del grado de pendiente; es lógico que se pondere este indicador. Teniendo esta condicionante aceptada se pasa a la siguiente en importancia: Si el agua no escurre por la poca pendiente, el otro requisito para que ocurra la inundación en el territorio, es que ésta no se infiltre; para ello la superficie sobre la que se deposite debe ser impermeable, por tanto es imprescindible ponderar las características del suelo y así sucesivamente. Se hace hincapié en esta etapa pues de la objetividad en el análisis para la evaluación del peligro a partir de los indicadores escogidos, depende en gran medida la precisión del trabajo en su conjunto. Por supuesto no se utilizarán los mismos parámetros para evaluar un terremoto que para un deslizamiento de tierra, aunque uno pueda contemplar al otro. Está es la clave del problema, en la medida que se conozca el fenómeno a estudiar, la evaluación sera más cercana a la realidad. Habiendo evaluado el Peligro y la Vulnerabilidad se puede pasar a la etapa final del trabajo; la evaluación del **Riesgo**, pues éste no es más que la combinación de los dos primeros. El riesgo es la capacidad de respuesta que presenta un objeto dado, enmarcado en un territorio con una susceptibilidad determinada ante un peligro específico, es decir, "el riesgo de sufrir un desastre surge de la probabilidad de ocurrencia de fenómenos naturales peligrosos en zonas donde se presentan condiciones vulnerables" (Andrew Maskrey 1985). Las áreas de riesgo estarán en dependencia, en primera instancia del objeto al cual se le ha evaluado la vulnerabilidad y, en segunda instancia del peligro que presenta el territorio al cual se le determinará el riesgo. Este, por tanto, se evalúa para un territorio y un objeto determinado y las características

evaluativas estarán condicionadas por lo exhaustivo del análisis anterior. Si un objeto con alta vulnerabilidad se encuentra en una zona de alto peligro, según apuntan los parámetros seleccionados, entonces el riesgo de ese objeto ante determinado fenómeno adverso es alto. Por ejemplo, al evaluar el riesgo de una ciudad ante las penetraciones e inundaciones marinas, puede considerarse que una vivienda cercana al litoral cuya construcción se encuentre por debajo del nivel de la calle, es una vivienda altamente vulnerable. Pero si además, se encuentra situada en una zona de baja pendiente y altura, donde la protección costera y el alcantarillado es insuficiente, es decir, una zona donde según los parámetros escogidos presenta alto peligro de inundación, entonces por consiguiente, esa vivienda presenta un alto riesgo de inundación ante las penetraciones marinas.

El SIG como herramienta para la evaluación de los desastres El primer SIG de que se tienen noticias fue creado en el año 1964 por el Departamento de Agricultura de Canadá y estuvo orientado al inventario y planificación del territorio y sus recursos naturales, años después el Harvard Laboratory of Computer Graphics and Spatial Analysis elaboró uno de los primeros productos de la cartografía automatizada, estas dos potentes herramientas con el paso de los años se fusionaron y en la actualidad los SIG presentan no sólo un módulo de análisis, sino también un módulo de salida altamente satisfactorio. El cúmulo de información y lo engorroso de su manejo complica la aplicación de esta metodología sin un soporte automatizado, pues en la medida que se incrementen no sólo la cantidad sino la calidad de los indicadores, en estrecha relación con la escala, se dificulta el trabajo manual, ya que la base de toda la metodología está en la superposición de mapas areales y/o temáticos. En el Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba este proceso automatizado se ha realizado con un módulo de trabajo que se encuentra dentro del Sistema de Información Geográfica de Cuba (SIGC), denominado OSU-MAP. El análisis se realiza de forma "raster" (cuadrícula), lo que representa alguna reducción en la calidad del mapa de salida en cuanto a la resolución espacial, sin embargo, esto se ha mejorado notablemente disminuyendo el tamaño de la cuadrícula de trabajo y reduciendo la escala, pues en la medida que se logre reducir el tamaño de la cuadrícula (incluso a nivel de "pixel") la salida final será mucho más presentable. El OSU MAP presenta amplias posibilidades para esta metodología pues permite el cruzamiento de información y su ponderación en los casos que esta sea requerida. Sin embargo, la automatización puede ejecutarse con cualquier sistema que lo permita, sin tener que estar sujeto a uno en específico. Incluso en otros sistemas con herramientas mucho más potentes las posibilidades de análisis se duplican y la entrada de la información necesaria en el ordenador se viabiliza, un ejemplo es el sistema ILWIS, cuya entrada de datos es totalmente automatizada, y su salida de una excelente resolución. Las posibilidades de un Sistema de Información Geográfica son prácticamente inagotables para el análisis y evaluación de estos fenómenos, desde el tratamiento digital de imágenes aéreas y cósmicas, hasta la diferenciación cuantitativa de cualquier parámetro del mismo, por lo que es recomendable la utilización de esta técnica, no sólo por su efectividad sino también por su rapidez. La metodología ha sido aplicada con éxito para la evaluación del riesgo agrícola ante las inundaciones pluviales en el Occidente y Centro de Cuba, y más recientemente en el riesgo de algunos de los

principales objetivos turísticos del litoral norte de Ciudad de la Habana ante las penetraciones marinas.

Aplicación metodológica en el caso concreto de las inundaciones pluviales y la determinación del riesgo agrícola ante este fenómeno. Se propuso, en primer término la elaboración de un mapa de peligro por inundación, teniendo en cuenta criterios de "influencia integrada" y la correlación de los principales factores físico - geográficos que provocan las mismas, lo que se logró a partir de la superposición de los mapas siguientes:

- 1.-Altura sobre el nivel del mar (hipsometría).
- 2.-Agrupamiento de tipos de suelos.
- 3.-Geología.
- 4.-Pendiente del terreno.
- 5.-Precipitaciones máximas diarias del 1% de probabilidad.

El resultado, después de procesados estos cinco indicadores, es un mapa de peligro de inundaciones para el 1% de probabilidad. Con un sexto indicador (mapa del uso de la tierra), se introduce el concepto de vulnerabilidad conociendo la capacidad de respuesta de los distintos cultivos ante este desastre, por supuesto, no presenta la misma vulnerabilidad una plantación de café ante las inundaciones que una de arroz. A cada mapa se le dio un "tratamiento previo" para la posterior utilización del método de superposición y los correspondientes cruzamientos y correlaciones, este está condicionado por la escala de trabajo. Para una mayor comprensión se ilustrará con algunos ejemplos.

- 1.-Altura sobre el nivel del mar.

En el proceso de estancamiento de las aguas, así como la cantidad de precipitación, influye considerablemente la altura del lugar, es lógico que los terrenos bajos estén más propensos a inundarse que los altos, por lo que se propuso la siguiente categoría para el trabajo entre los mapas:

| <u>Altura(m)</u> | <u>Características</u> |
|------------------|------------------------|
| más de 150 | No inundable |
| 20 - 150 | Medianamente inundable |
| 1 - 20 | Inundable |

- 2.-Agrupamiento de tipos de Suelos.

La porosidad, permeabilidad, compactación y otras características de los suelos determinan la presencia o no de una lámina de agua durante cierto período de tiempo. Es imposible considerar todos los suelos, por tanto, éstos fueron agrupados de acuerdo a la posibilidad de que contribuyan a la inundación del terreno, es decir, atendiendo a sus propiedades físico - mecánicas.

| <u>Agrupamiento de Suelos.</u> | <u>Características</u> |
|-----------------------------------|------------------------|
| Poco evolucionado, Carso desnudo. | No inundables |

| | |
|---|-------------------------|
| Ferralíticos, Fersialíticos. | Poco inundables |
| Ferralíticos, Pardos y Húmicos Calcimórficos. | Medianamente Inundables |
| Halomórficos, Aluviales. | Inundables |
| Vertisuelos, Hidromórficos. | Muy inundables |

Este tratamiento se siguió para cada indicador, dejando las características particulares que favorecieran la inundación en cada uno de ellos. Mientras mayor sea el número de indicadores a tomar en consideración mayor acercamiento a la realidad será posible. Por ejemplo, al interrelacionar la geología con la altura, pueden resultar unos territorios inundables cuya litología es impermeable y que presenten alturas menores de los 150 m. pero esto por si solo no se ajusta a la realidad, pues es posible que un territorio con estas características no se inunde por tener una elevada pendiente. Por esta razón es importante definir el número de indicadores y la calidad de los mismos, ya que el resultado a obtener estará en dependencia de la integración y la participación de todos ellos en el fenómeno analizado.

A partir de esta etapa se establece una relación espacial de estos mapas (superposición), con criterios muy bien definidos y dando un peso a cada uno de los indicadores tratando de que en la conjunción de los mismos, aunque siempre predominan unos sobre otros, se represente la ocurrencia real del fenómeno analizado.

Después de realizado el mapa de peligro, a partir de la integración de todos los indicadores tomados en consideración, este se integró (cruzó) con el mapa de vulnerabilidad, obteniéndose como resultado el mapa de riesgo agrícola por inundación para el 1% de probabilidades. La utilidad de un mapa de estas características son ilimitadas, su aplicación puede ser desde la planificación territorial hasta el seguro en caso de desastres, de una forma u otra esto permite una determinada seguridad a la hora de tomar decisiones, que estará en dependencia de la seriedad del análisis.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

RECOMENDACIONES:

- 1- Es conveniente definir el objeto al que se le evalúa el riesgo, ya que de ahí parte todo el análisis ulterior.
- 2- Es indispensable disponer y conocer de una amplia gama de información del fenómeno que se desea evaluar es, y este conocimiento debe ser tanto precedente como de las características específicas del mismo.
- 3- Para una evaluación de la vulnerabilidad deben tenerse muy en cuenta los factores económico - sociales que condicionan la misma a partir de el fenómeno a tratar, y determinado por las característica del área de estudio.
- 4- Los indicadores deben ser seleccionados con sumo cuidado en dependencia del desastre que se desee evaluar y de las características del área de estudio.

5- En la "ponderación" de los indicadores se debe tener en cuenta, el objeto a evaluar, la información que se posea del fenómeno y sus características.

6.- Se recomienda continuar con la aplicación de la metodología para escalas mayores en territorios claves. Hasta el momento se han obtenido resultados satisfactorios para la evaluación del riesgo por inundación de origen pluvial para los cultivos agrícolas de las regiones Occidental y Central de Cuba, realizada básicamente con trabajo de gabinete, y posteriormente corroborada por la información suministrada por el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil de Cuba, observándose una adecuada correspondencia.

CONCLUSIONES.

1.- Mediante la metodología propuesta es posible definir territorios bajo riesgos, siguiendo la técnica de superposición automatizada de la información cartográfica disponible.

2.- Esta metodología puede ser una guía de utilización para la evaluación de riesgos de cualquier tipo y en diversos territorios, independientemente de la escala a emplear.

3.-El procedimiento propuesto no está dirigido a un Sistema de Información Geográfica específico, por el contrario, es universal para aplicar en cualquier SIG.

Bibliografía

1.- AGID (1992): La contribución del Hombre a los desastres Naturales (Forum, News Letter, Jan-Feb, Ediciones geociencias Cochabamba, Bolivia Año 9, No.33 Julio-Septiembre 1992.

2.- Batista, J.L. Sánchez M. (1992): Riesgo por inundación en la Región Occidental, (Inédito) 30 pp.

3.- Botkin, D. B, Keller, E. (1987): "Environmental Studies, Earth as a living planet." pp 507.

4.- CIED, PREDES (1985): Huaycos e inundaciones en el Valle del Rimac, Lima, Perú, 56 pp.

5.- El Lloc dels riscos Naturals Als Annales de Géographie (1891 - 1991) / A. Ribas - Documents d'Anàlisi Geogràfica, 22: 31-45, 1993 CT-196.

6.- Maskrey, Andrew (1985): La vulnerabilidad de los Centros poblados en la cuenca del Rimac, pp. 7-15.

7.- Oficina del coordinador de las Naciones Unidas para el socorro en casos de desastres (UNDRO) (Oct-1976 Feb-1977) ANALISIS DE VULNERABILIDAD COMBINADA Metodología y estudio de la Zona Metropolitana de Manila, pp.74

8.- Pereña Guimet Jordi (1992): Introducción conceptual a los Sistemas de Información Geográfica, Estudio Gráfico Madrid, Madrid, 136 pp.