



SELPER 2016

Geotecnologías, herramientas para la construcción de una nueva visión del cambio global y su transformación para un futuro sostenible



**Libro de Actas del
XVII Simposio Internacional
en Percepción Remota y
Sistemas de Información
Geográfica**

Editores:

Walter F. Sione

Francisco M. Viva Mayer

Miriam E. Antes

M. Cristina Serafini

**Libro de Actas del
XVII Simposio Internacional en Percepción Remota y
Sistemas de Información Geográfica**

Puerto Iguazú Misiones –Argentina 7 al 11 de noviembre de 2016

Instituciones Organizadoras

Universidad Nacional de Luján (UNLu)

Facultad de Ciencia y Tecnología / Universidad Autónoma de Entre Ríos (FCyT/UADER)

Sociedad de Especialistas Latinoamericano en Percepción Remota y Sistemas de
Información Espacial (SELPER) -Capítulo Argentino

Apoyo Institucional

Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)

Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Créditos

© Editores: Walter F. Sione, Francisco M. Viva Mayer, Miriam E. Antes y M. Cristina Serafini

© De los textos y las imágenes, sus autores

© Universidad Nacional de Luján / Universidad Autónoma de Entre Ríos / SELPER Argentina

Los nombres de productos o corporaciones que aparecen en el texto pueden constituir marcas registradas y se emplean sin otro afán que el meramente identificativo.

Primera Edición

Archivo Digital: descarga y online

ISBN: 978-987-3941-14-6

SELPER 2016: Geotecnologías, Herramientas para la construcción de una nueva visión del cambio global y su transformación para un futuro sostenible: Libro de Actas de XVII Simposio Internacional en Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica; editado por Walter F. Sione [et al.]. - 1a ed. - Luján: EdUnLu, 2017. Libro digital, PDF



LA SINERGIA DE RIESGOS, A TRAVEZ DE MAPAS DINÁMICOS DE RIESGOS MÚLTIPLES. UN APORTE METODOLÓGICO PARA LA PREVENCIÓN, MITIGACION Y RESPUESTA A DESASTRES EN UN CONTEXTO DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

ActisDanna, Ruben^{1,2}; Seminara, Paola¹; Francisco, Nicolás¹; Galiano, Florencia¹; Bustos, Marina¹; Saavedra, Carlos¹

¹Departamento de Geografía de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba (FFyH-UNC) – Casa Verde - 1º piso - Ciudad Universitaria - Córdoba (5000), Argentina
actisdannar@gmail.com

²Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Geoprocesamiento de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba (LASIG-UNC) – Av. Velez Sarsfield 1611 - X5016GCA - Ciudad de Córdoba – Córdoba – Argentina

RESUMEN

En el presente trabajo se proponen nuevas herramientas y metodologías, en las estrategias para la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático, y se presentan a modo de ejemplo los avances realizados al respecto en la Localidad de Salsipuedes, de la Provincia de Córdoba, República Argentina. La propuesta metodológica empleada, con aplicaciones de sistemas de información geográfica, teledetección y geoposicionamiento, se centró en lograr rescatar y complementar las potencialidades de los Mapas Dinámicos de Riesgos Múltiples, con el convencimiento de que los mapas de riesgo tradicionales, no contemplan la dinámica de los procesos involucrados en componentes sinérgicos de riesgos. Se explicitarán la combinación, implementación y sinergias de mapas de distintos tipos de riesgos, tales como hidrometeorológicos, de incendios, tecnológicos, etc, como insumos principales en Mapas Dinámicos de Riesgos Múltiples. A su vez, en un contexto de Cambio Climático, la incertidumbre de los efectos de la Variabilidad Climática, basados en criterios probabilísticos que inciden drásticamente en la percepción del riesgo, quedan incorporados en un contexto de gestión de riesgos múltiples al incorporar la dinámica y multiplicidad del riesgo, a través de Mapas Dinámicos de Riesgos Múltiples. Los mapas dinámicos de riesgos múltiples, son instrumentos indispensables para la prevención y respuesta a fenómenos extremos de origen natural o antrópico, o ante cualquier situación que afecte individual o colectivamente a los miembros de una comunidad.

PALABRAS CLAVE: MAPAS DE RIESGOS, DESASTRES NATURALES, GESTIÓN DE RIESGOS, AMENAZAS Y VULNERABILIDADES.

ABSTRACT

In this paper new tools and methodologies, strategies for reducing disaster risk and adaptation to climate change, are proposed and presented by way of example the progress made in this regard in the locality of Salsipuedes, Province of Cordoba, Argentina. The methodology used, with applications of geographic information systems, remote sensing and geo-positioning, focused on achieving rescue and complement the potential of Dynamic Maps Multiple Risk, convinced that maps traditional risk do not consider the dynamics of the processes involved in synergistic components of risk. The combination, implementation and synergies of maps of different types of risks, such as hydro, fire, technological, etc. as main inputs in Multi-Hazard Maps Dynamical made explicit. In turn, in a context of climate change, the uncertainty of the effects of Climate Variability based on probabilistic criteria that affect dramatically in risk perception, are incorporated in the context of managing multiple risks by incorporating dynamic and multiplicity risk through Dynamic Multi-hazard maps. Dynamic multi-hazard maps are indispensable tools for prevention and response to extreme events of natural or human origin, or in any situation that affects individually or collectively to members of a community.

KEYWORDS: RISK MAPS, NATURAL DISASTERS, RISK MANAGEMENT, THREATS AND VULNERABILITIES.

INTRODUCCIÓN

Cuando un área está expuesta a más de una amenaza, un mapa de riesgos múltiples (MRM) ayuda al equipo de planificación a analizarlos todos respecto a la vulnerabilidad y el riesgo. El propósito principal del MRM es presentar la información relacionada con diferentes amenazas para un área en estudio en un sólo mapa, ofreciendo un cuadro compuesto de las amenazas naturales y antrópicas de diferentes magnitudes, así como de su frecuencia y área de impacto. Asimismo, puede decirse que el MRM considera las interconexiones y los efectos en cadena que los riesgos pueden producir.

Un MRM se convierte entonces en una herramienta analítica en la evaluación de amenazas y vulnerabilidades, poseyendo un alto potencial como medio que colabora en la mitigación de la amenaza, al crear conciencia con respecto al medio en donde se asienta la vida social.

Si decimos que la gestión de riesgo es un proceso, como proceso se encuentra en permanente cambio y ajuste. Esta característica se acentúa aún más dado que, la propia naturaleza del Riesgo es dinámica, por lo cual podemos concluir que éste varía con el contexto a través del tiempo.

Por esta razón este equipo de investigación ha decidido trabajar con mapas dinámicos que permitan responder a tal realidad; mapas que a la vez de dinámicos son de riesgos múltiples.

En el presente trabajo se muestran los avances realizados en la localidad de Salsipuedes, Provincia de Córdoba, República Argentina, en la elaboración de Mapas Dinámicos de Riesgos Múltiples (MDRM).

En esta localidad, desde el año 2012, se han realizado diversos talleres de mapas de riesgos múltiples, en los que se introdujeron nuevas herramientas y metodologías, vinculadas a los



Sistemas de Información Geográfica (SIG) en tiempo real, y lográndose a través de los mismos, un Mapa Dinámico de Amenazas Múltiples de la localidad, cuya metodología fuera desarrollada en trabajos anteriores por el presente grupo de investigación.

De la experiencia de dichos trabajos, se hace indiscutible que el Riesgo debe estudiarse, con la visión del especialista en la temática de la amenaza o fenómeno desencadenante del desastre, pero simultáneamente con la visión interdisciplinaria que surge de la interrelación con otros especialistas en distintas temáticas.

A continuación, profundizamos sobre este tipo de mapas aunque sin pretensión de realizar un abordaje exhaustivo y acabado, dado el amplio abanico de metodologías utilizadas y la complejidad que ello implicaría.

En el siguiente informe, se describe la elaboración de mapas de Riesgo de Incendios Forestales e Interfase, como uno de los insumos principales en la elaboración de Mapas Dinámicos de Riesgos Múltiples (MDRM).

ANTECEDENTES

La ciudad de Salsipuedes se localiza en el Departamento Colón, 35 kilómetros al norte de la ciudad capital de la provincia de Córdoba; inserta en el complejo geológico conocido como Sierra Chica, formando parte del conglomerado urbano del Gran Córdoba.

El crecimiento poblacional de la localidad presenta un fuerte ascenso en lo que fueron los dos últimos períodos intercensales; entre 1991 y 2001 el crecimiento fue de 56% y en el período 2001-2010 el porcentaje es de 52,86% mientras que a nivel nacional esa cifra representaba para el primer corte el 10,8% y para el segundo 10,6%. Dicho crecimiento no responde a un aumento de la natalidad, sino a la incorporación de nuevos habitantes provenientes de la Ciudad de Córdoba en su gran mayoría. El proceso de importante inmigración provocó no sólo el crecimiento poblacional antes mencionado sino también modificaciones en los ámbitos urbanístico y ambiental, lo cual a su vez trajo aparejado cambios en la dinámica socio-cultural de la localidad. Una de las tantas problemáticas ambientales que afectan a la región de Sierras Chicas, son los incendios forestales, sumado a los incendios de interfase, cada vez más frecuentes, debido a la expansión urbana antes mencionada.

Los incendios que afectan a superficies forestales y de interfase han reducido significativamente los bosques nativos de la Provincia de Córdoba, sumado a la creciente deforestación y cambios de uso de suelo por la extensión de las fronteras agropecuarias y urbanas. Estudios recientes indican que entre 1999 y 2013, los incendios degradaron el 27,1 % de la superficie de bosques de los principales sistemas serranos de nuestra provincia (Grupo Idea, CONICET, 2015). De esa superficie quemada 294.174 ha, se quemaron dentro del corredor de Sierras Chicas, superficie que representa un 36,2% del total en Córdoba, el mayor de los cuatro sistemas serranos. Esta zona posee una estacionalidad de los incendios correspondientes a los meses invernales (julio-septiembre), aunque estudios más recientes indican que estos periodos se han extendido, siendo los periodos comprendidos entre los meses de junio y noviembre, como los meses más críticos en la cantidad de incendios registrados. Estos meses coinciden con los

picos de bajas temperaturas y precipitaciones que se registran a partir del mes de mayo hasta agosto.

A los incendios se los puede dividir en diversas clases, de acuerdo al contexto geográfico donde se lleven a cabo: urbanos, de interfase, forestales y rurales. Los primeros son aquellos que se llevan a cabo sobre áreas de servicios, viviendas, comercios o sobre artefactos como automóviles siempre dentro de una continuidad urbana, aunque su delimitación es difusa.

En lo que respecta a la localidad de Salsipuedes, según registros recolectados de los bomberos voluntarios de dicho lugar, en los últimos años (datos solamente disponibles desde el año 2011), se han registrado un promedio de 22,5 incendios forestales-interface anuales, siendo el año 2013 el año de mayor ocurrencia de incendios con 54 incendios registrados.

El riesgo de incendios a su vez puede ser definido como el potencial o la probabilidad de ocurrencia de un incendio en un lugar determinado. Para Nieto Solana et al., (2008) además se debe considerar la vulnerabilidad que hace referencia al daño potencial que el fuego supondría para un lugar. Para determinar el riesgo de incendios, se puede calcular el riesgo de ignición, que significa el potencial de inicio de un incendio, y el riesgo de propagación que sería la probabilidad que tiene un incendio de extenderse o propagarse por diferentes sectores. Ambos utilizan diferentes variables o factores para su determinación, por ejemplo, para calcular el riesgo de ignición, un factor clave es la vegetación y la proximidad a centros urbanos, ya que de estos depende que un fuego se inicie, a diferencia del riesgo de propagación, donde se vuelven casi determinantes las condiciones meteorológicas como el viento, precipitaciones o humedad del suelo y la presencia de cortafuegos, como ríos, arroyos o carreteras.

MATERIALES Y MÉTODOS

ESTRUCTURA DE LOS MODELOS DE RIESGOS

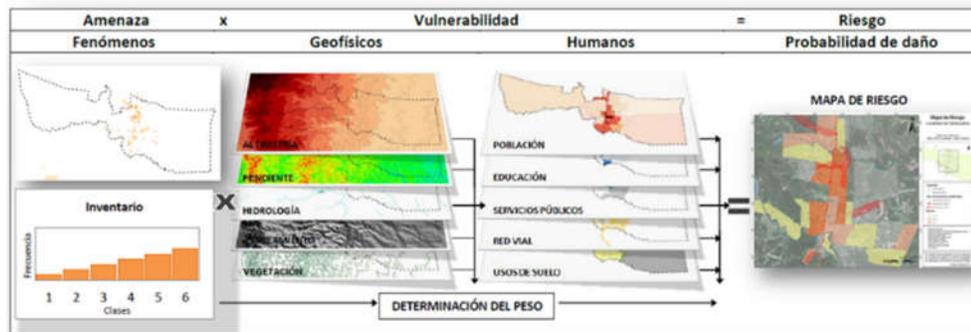
Ya presentado el contexto regional y local de Salsipuedes, en el siguiente apartado daremos cuenta de las características de la implementación del modelo de riesgo de incendios y de una Infraestructura de Datos Espaciales Locales de Riesgo. Dada la diversidad de interpretaciones que se pueden suscitar entre diversos autores, vamos a explicitar el marco de donde surge la propuesta metodológica, ocupándonos también de dar cuenta de aquellos aspectos que ayuden al entendimiento propio concepto de Riesgo.

Consideramos al riesgo como la probabilidad de que ocurran consecuencias dañosas o pérdidas esperadas (muertos, heridos, edificaciones destruidas y dañadas, etc.), como resultado de interacciones entre una amenaza y de las condiciones de vulnerabilidad local.

De forma simplificada, riesgo es la probabilidad mensurable de que una amenaza se transforme en desastre.

Cuando ambas condiciones concurren, la amenaza y la vulnerabilidad, entonces hablamos de la existencia de un grado o nivel de riesgo. En otras palabras no podemos ser afectados por una amenaza que no existe y si ésta existe y no somos vulnerables, entonces no podrá afectarnos. En cualquiera de los dos casos anteriores no consideraremos la presencia del riesgo. Esto obedece a que en forma simplificada, se ha planteado la fórmula: $RIESGO = AMENAZA \times VULNERABILIDAD$.

En este contexto, el mapa de Riesgo de Incendios Forestales e Interfase, se transforma en un insumo del Mapa Dinámico de Riesgos Múltiples, representado como una capa de la figura siguiente.



Fuente: Adaptación de Marcelino, 2008, julio de 2013

La dinámica asociada a los fenómenos de incendios, tanto a la etapa temporal como a la espacial, generan cambios en los usos de suelos, transformando bosques y pastizales, en superficies libre de coberturas vegetales y suelos impermeabilizados.

Este cambio de coberturas, produce la consecuente variabilidad en un sistema de escurrimiento y drenaje natural en las cuencas de aporte en donde se producen. (Actis Danna, 2009). Al momento de confeccionar distintos mapas de riesgo, esta variabilidad debe tenerse en cuenta, como es el caso de los mapas de riesgo hidrodinámicos, en donde un mapa dinámico de riesgo de incendio sinergiza con un mapa de riesgo hídrico.

Para el mapa de riesgo de incendios de Salsipuedes se utilizó la metodología de Evaluación Multi Criterio (EMC). Esta es una técnica que permite evaluar factores de afectación de incendios (criterios) aplicando para cada uno una valoración objetiva (mediciones de campo) o subjetiva (percepciones, observaciones o teorías). La ventaja de los métodos de EMC es que facilitan los procesos participativos y ayudan en la toma de decisiones en presencia de conflictos. Por ello es que resulta importante el trabajo previo de definición de las variables (criterios) que se van a tomar en cuenta para la definición del modelo que se quiera aplicar. En el caso nuestro, se llevó a cabo una extensa búsqueda documental y una serie de entrevistas para poder determinar de la manera más aproximada posible que factores son los que inciden en la generación de los incendios de forma general y buscar esas particularidades para nuestra área de estudio (ver tabla 1).

Además la EMC se suele combinar con otra técnica de carácter empírico, proveniente del área de la psicología y la economía, como lo es el Proceso Analítico Jerárquico, Analytic Hierarchy Process (AHP) desarrollado por Saaty (1978), esta “permite trasladar la realidad percibida por el individuo a una escala de razón en la que se reflejan las prioridades relativas de los elementos considerados” (Moreno-Jiménez et al, 1998:5). El AHP es una herramienta que se utilizó para ponderar las variables o criterios seleccionados, ya que entendemos que cada uno posee un peso diferente en cuanto a la concepción de la potencialidad de riesgo que se le asignaron a cada uno.

Para la elaboración de cada capa criterio, primero se llevó a cabo una búsqueda de antecedentes y una serie de entrevistas para tener en cuenta la información en la elaboración del mapa de riesgo de ignición de incendios y otro para el riesgo de propagación y que sea

representativo del área de estudio correspondiente a la localidad de Salsipuedes. Aquí utilizamos como fuentes los trabajos de Argarañaz et al. (2014;2015) para determinar cuáles eran las variables tanto topográficas, humanas, climáticas y de vegetación que había que tomar en consideración para esta zona de las Sierras de Córdoba y el trabajo de Jaiswal et al (2012) “*Forest fire risk zona mapping from satellite imagery and GIS*”, ya que pese a haberse llevado a cabo en un contexto geográfico diferente, utilizaron una metodología similar de solapamiento de capas en un SIG, detallando cada paso hasta la construcción de su mapa de riesgo de incendios. También fue importante la bibliografía y datos estadísticos de la Secretaria de Gestión de Riesgos del Gobierno de la Provincia de Córdoba, que tiene a cargo el Plan de Manejo del Fuego, encargado de elaborar los informes anuales y diarios sobre la situación de riesgo en toda la provincia.

Luego de elaborada cada capa, se procedió a su evaluación de acuerdo a la clasificación de riesgo utilizada (tabla 2) y de esa manera realizar cada mapa para luego ser ponderados. El valor de riesgo se decidió a partir de la consulta a especialistas, entre los cuales destacamos la experiencia de los Bomberos Voluntarios de Salsipuedes y profesionales de la comunidad académica.

Tabla 1: Capas criterio para mapa de incendios y fuentes utilizadas a partir de metodología EMC. Fuente: Francisco (2016)

| Tipo de Riesgo | Tipo de Factor | Variables/Resolución Espacial y Temporal | Fuentes |
|----------------|----------------|---|---|
| IGNICIÓN | Humanos | Distancia de carreteras (<i>Radio pretendido/2015</i>) | Capa vectorial construida a partir de vectores de calles y rutas provistos por la Dirección de Catastro de la Municipalidad de Salsipuedes. |
| | | Distancia de centros urbanos (<i>Radio pretendido/2015</i>) | Capa vectorial construida a partir de la interpretación visual de imágenes de centros urbanos en Salsipuedes en Google Earth y observaciones en campo. |
| | | Presencia de basurales (<i>Radio oficial/2015</i>) | Capa vectorial construida a partir de la interpretación visual de imágenes de basurales en Salsipuedes mediante Google Earth y observaciones en campo. |
| | Biológicos | Coberturas combustibles de suelo (<i>Radio pretendido/Periodo mayo a octubre 2013-2015</i>) | Elaboración propia de capas raster utilizando índices NDVI de imágenes LANDSAT OLI (mayo a noviembre 2013-2015) de METI y NASA, información documental (Gravier, 2012 y Argarañaz et al, 2015) e interpretación visual a partir de fotos tomadas en campo (2015). |
| | Topográficos | Orientación de laderas (<i>Radio pretendido/2003</i>) | Capa raster derivada de DEM ASTER GLOBAL de METI y NASA (2003). Incluye 8 clases: N, NE, E, SE, S, SO, O, NO. |
| PROPAGACIÓN | Humanos | Cortafuegos: Carreteras (<i>Radio pretendido/2015</i>) | Capa vectorial construida a partir de vectores de calles y rutas provistos la Dirección de Catastro de la Municipalidad de Salsipuedes. |
| | Biológicos | Coberturas combustibles de suelo (<i>Radio pretendido/Periodo mayo a octubre 2013-2015</i>) | Elaboración propia de capas raster utilizando índices NDVI de imágenes LANDSAT OLI (mayo a noviembre 2013-2015) de METI y NASA, información documental (Gravier, 2012 y Argarañaz et al, 2015) e interpretación visual a partir de fotos tomadas en campo (2015). |
| | | Cortafuegos: Hidrografía (<i>Radio pretendido/2015</i>) | Capa vectorial de cauces obtenidos del servidor SIG250 del IGN (2013) y actualizados mediante interpretación visual de imágenes Google Earth (2015) y observaciones en campo. |
| | Topográficos | Pendiente (<i>Radio pretendido/2003</i>) | Capa raster derivada de DEM ASTER GLOBAL de METI y NASA (2003). Valores en porcentajes (0 a 100%) |



Tabla 2: Valores pixeles correspondientes a cada clase de riesgo

| Riesgo de Incendio | Codificación |
|--------------------|--------------|
| Muy Alto | 4 |
| Alto | 3 |
| Moderado | 2 |
| Bajo | 1 |
| Nulo | 0 (Null) |

Posteriormente a las capas criterios ya finalizadas y clasificadas según el riesgo de cada una, fueron ponderadas mediante la metodología de Evaluación de Jerarquías Analíticas (AHP) antes descrita y utilizada en los trabajos de Blas Morato y Nieto Massot (2008) y Abarca y Quiroz (2005). En este paso, se realizó la consulta a especialistas en incendios tanto de la comunidad científica, como de la comunidad local, tales como: representantes de la comunidad académica, personal de Defensa Civil Provincial, personal del Plan del Manejo del Fuego (PMF) y a los Bomberos Voluntarios de Salsipuedes, entre otros. Además se utilizó la siguiente escala de valores estándar para esta metodología de ponderación:

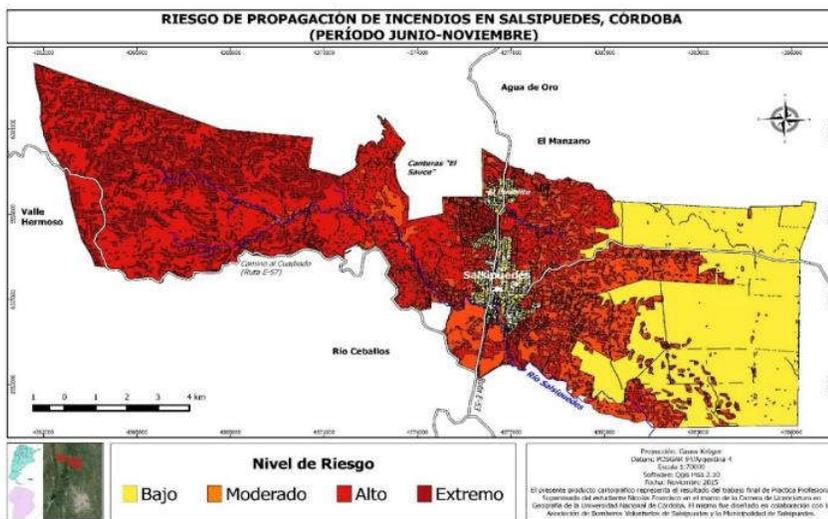
Tabla 3: Tabla de valores para criterios de ponderación.

| Importancia | Definición | Explicación |
|-------------|-----------------------|--|
| 1 | Igual importancia | Dos elementos contribuyen idénticamente al objetivo |
| 3 | Dominancia débil | La experiencia manifiesta que existe una débil dominancia de un elemento sobre otro |
| 5 | Fuerte dominancia | La experiencia manifiesta que existe una fuerte dominancia de un elemento sobre otro |
| 7 | Demostrada dominancia | La dominancia de un elemento sobre otro es completamente demostrada |
| 9 | Absoluta dominancia | Las evidencias demuestran que un elemento es absolutamente dominado por otro |
| 2,4,6,8 | Valores intermedios | Son valores intermedios de decisión |

Luego de ponderadas estas variables, se utilizó una matriz de comparación por pares de criterios, construida a partir de una base de datos Excel, que fue utilizada para saber el algoritmo de ponderación en base a las consultas realizadas y el radio de consistencia (CR). El radio de consistencia es una función que se calculó a partir de valores previamente calculados tales como: algoritmos de ponderación, medición de consistencia, índice de consistencia y el índice aleatorio (este último es un valor estándar que va a corresponder según el número de variables utilizadas). El radio de consistencia a su vez nos permite saber si nuestra ponderación posee un criterio razonable en cuanto a las comparaciones y se entiende que este no debe ser mayor a 0.1 (Saaty 1998, En: García et al 2006). Posteriormente luego de conocer cada algoritmo de ponderación y ser respaldado por el radio de consistencia se procedió a utilizar la herramienta “Calculadora Raster” del SIG, generando un mapa de riesgo para cada objetivo. Este se obtiene a partir de la suma del valor de cada pixel, que a su vez depende de la clasificación antes asignada en cada capa (1-4) y de la multiplicación de cada uno de estos valores por el algoritmo de ponderación calculado. Así el SIG suma mediante pixeles superpuestos a todas las capas en consideración, otorgándonos como resultado el mapa ya finalizado.

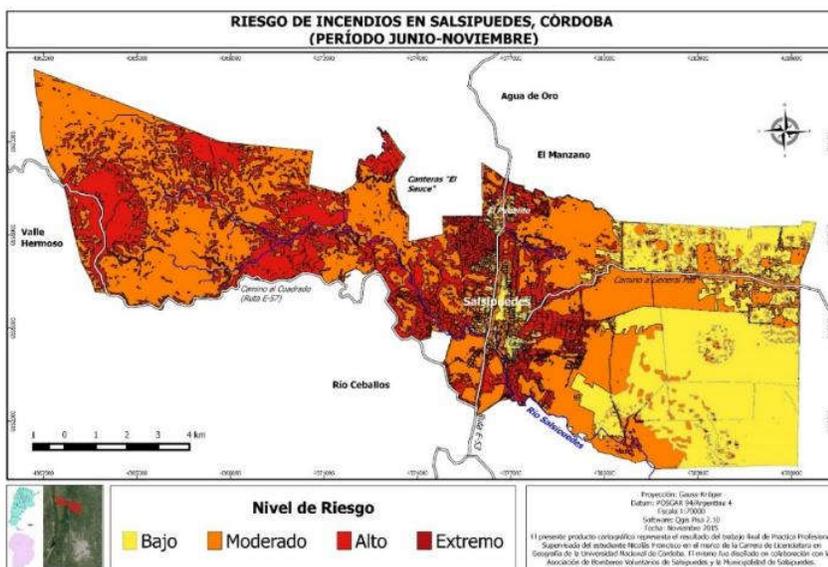
RESULTADOS

Luego de haber elaborado las capas criterio con su respectiva clasificación de riesgo correspondiente a las cinco variables consideradas (coberturas de combustibles, proximidad a asentamientos urbanos y caminos, orientación de laderas y presencia de basurales) y de haberle asignado el algoritmo de ponderación correspondiente a través de la matriz de comparación por pares de criterio, se obtuvieron como resultados los mapas de riesgo de ignición y propagación de incendios con el correspondiente análisis de cada uno:



Mapa 3: Riesgo de propagación de incendios en Salsipuedes, Córdoba.

Luego de elaborados los dos mapas anteriores se confecciono el “mapa de riesgo de incendios de Salsipuedes”, para construirlo se necesitó antes de la confección de los mapas de riesgo de ignición y propagación de incendios. Fueron integrados mediante la herramienta “calculadora raster” con un algoritmo de ponderación de 0.50 para cada uno, dando como resultado en una primera instancia la cartografía en datos crudos (formato raster), que luego fue vectorizada:



Mapa 4: Riesgo de incendios en Salsipuedes, Córdoba



A su vez analizando más detalladamente los mapas de incendios construidos podemos decir que las escasas zonas de riesgo de incendios extremos se encuentran concentradas en la zona perteneciente al basural municipal y en un sector extremo oeste del área de estudio. A los valores de riesgo alto los podemos encontrar dispersos en todo el radio de análisis pero agrupados por sectores. Al oeste encontramos tres fragmentos, uno en cercanías a la ruta E-57, en el poblado de “Candongá” el cual se explica por su elevada urbanización en una de las zonas de interfase con mayor presencia de bosques y con una alta circulación de automóviles por la ruta provincial. Otro sector es aquel colindante con el barrio de “Canteras el Sauce” pertenecientes a la localidad de “El Manzano”, en el cual encontramos muchos trazos de caminos, una moderada urbanización y la presencia de un bosque serrano degradado por la histórica actividad minera en el área. El otro sector con riesgo alto se da en el extremo oeste aledaño al radio urbano de la localidad de “Valle Hermoso” y en el sector noroeste. Este se explica por la presencia de pastizales y pendientes mayores a 30 grados, lo que provoca un alto riesgo de propagación como se vio en el mapa anterior y a partir de la presencia de ciertos caminos y urbanizaciones aisladas.

También en la interfase entre la mancha urbana continua y el área rural y/o forestal encontramos zonas de riesgo alto que se extienden por toda la Avenida Sabattini (paralela a la ruta E-57). El riesgo aquí se explica por la elevada urbanización en áreas de interfase y por la presencia caminos, con pendientes moderadas y un bosque chaqueño-serrano en regulares condiciones. Se puede decir que no hemos encontrado áreas significativas de riesgo extremo ni alto en todos los sectores pertenecientes al área de cultivos al este del radio.

En cuanto a las áreas de riesgo moderado (aquellas que se repiten en mayor medida) se encuentran distribuidas homogéneamente en casi en todo el radio, a excepción del sector este. En la zona oeste y centro son predominantes junto con los valores de riesgo alto. Los únicos sectores que presentan un riesgo menor a estos, son el área central urbana de la localidad de Salsipuedes, debido a la elevada presencia de cortafuegos y a la baja cantidad de material combustible. Por último las zonas de riesgo bajo vemos que corresponden a todo el sector agrícola-ganadero ubicado al este del radio de estudio, esto se debe a la baja ignitabilidad que tienen los cultivos, escasa urbanización y presencia de caminos, pendientes menores a los 10 grados y la presencia de fragmentos de materiales combustibles correspondientes a un bosque chaqueño degradado.

CONCLUSIONES

De todo lo hasta aquí expuesto quisiéramos resaltar ciertos aspectos que consideramos de elevada relevancia.

Los procesos asociados a cada tipo de riesgo, los cuales no se manifiestan de forma aislada, sino con estrechas interconexiones espacio-temporales, quedan incorporados en un contexto de gestión de riesgos múltiples al incorporar la dinámica y multiplicidad del riesgo, a través de Mapas Dinámicos de Riesgos Múltiples.

Como lo demuestra el trabajo presentado, en la elaboración de Cartografía y gestión del riesgo de incendios forestales e interfase en la localidad de Salsipuedes, se hace indiscutible que el Riesgo debe estudiarse, con la visión del especialista en la temática de la amenaza o fenómeno

desencadenante del desastre, pero simultáneamente con la visión interdisciplinaria que surge de la interrelación con otros especialistas en distintas temáticas.

El uso de los de distintos mapas de riesgo, como insumo del Mapa Dinámico de Riesgos Múltiples de Salsipuedes, permitió dar una visión integral de las amenazas naturales y antrópicas bajo una perspectiva territorial contribuyendo a identificar los riesgos como parte constitutiva del ambiente y no como eventos aislados que pudiesen afectar negativamente sobre el territorio desde un nivel comunal o regional.

Cabe recordar que el proceso de elaboración del Mapa Dinámico de Riesgo Múltiples Salsipuedes aún no ha culminado, y lo presentado con anterioridad da cuenta de las primeras etapas de elaboración. En el momento en que se redacta este informe, especialistas en la temática hídrica y de incendios, están finalizando los mapas dinámicos de amenazas relacionadas, en conjunción con el de vulnerabilidades espacialmente localizadas.

Podemos concluir en que un mapa es un instrumento indispensable para la prevención, mitigación, y respuesta a fenómenos naturales y de origen antrópico extremos o ante cualquier situación que afecte individual o colectivamente a los miembros de la comunidad.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin la participación de la Municipalidad de Salsipuedes, principalmente de su secretaria de coordinación, de Ezequiel Torres, encargado del SIG Salsipuedes, y del gran aporte del Grupo de investigación, como así también a los alumnos de la carrera de Licenciatura en Geografía de la UNC.

BIBLIOGRAFIA

- Abarca O. I. y Quiroz J. G., 200): Modelado cartográfico de riesgo de incendios en el parque nacional Henri Pittier. Estudio de caso: Vertiente sur, área colindante con la ciudad de Maracay. Revista Online Agronomía Tropical, vol.55, n.1, pp.35-62. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002192X200500010003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0002-192X (Fecha de consulta: noviembre, 2014).
- Actis Danna R., Rossetto E., Rojas E., Tedesco J., 2013. Elaboración de la Carta Digital de Riesgo Arqueológico de la Ciudad de Córdoba con el Empleo de los Sistemas de Información Geográfica. Editorial: BAR S2497 - South American Archaeology Series No 18. Edited by Izeta A. D. , Archaeopress Publishers of British Archaeological Reports- Printed in England by CMP (UK) Ltd.
- Actis Danna R., Gutierrez J., Ambrosini A., Herrera A., 2009. Determinación del índice normalizado de estado de cuenca a través de técnicas de geoprocamiento. – Publicación de la II Jornadas Argentinas de Ecología del Paisaje - Córdoba - Argentina.
- Actis Danna R., Capdevila G., Pana S., Bustos M., 2013. Mapas dinámicos de riesgos múltiples. Un aporte para la gestión ambiental del territorio. Publicación del XIV ENCUENTRO DE GEOGRAFOS DE AMERICA LATINA – UNION GEOGRAFICA INTERNACIONAL – Lima – Perú.
- Actis Danna R., 2015 Mapas Dinámicos de Riesgos Múltiples. Un Aporte Metodológico para la Prevención, Mitigación y Respuesta a Desastres en un Contexto de Cambio Climático



- Global.– Primer Seminario de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático –
www.cba.gov.ar
- Actis Danna R., Seminara P., 2015. Infraestructura de datos espaciales de riesgo - un aporte para la construcción de mapas dinámicos de riesgos múltiples.– Jornadas Argentinas de Geotecnología.
- Argañaraz J.P., Gavier Pizarro G., Zak M., Landi M.A., Bellis L.M., 2015. Human and biophysical drivers of fires in Semiarid Chaco mountains of Central Argentina. *Revista Science of the Total Environment*, vol 520, 1 Julio 2015, pp 1-15. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969715002338> (Fecha de consulta: Junio, 2015).
- Argañaraz J.P., G. Gavier Pizarro M., Zak, L.M. Bellis. 2015. Fire regime, climate and vegetation in the Sierras de Córdoba, Argentina. *Fire Ecology*, Vol 11, Issue 1, 2015, pp 55-69. Disponible en: <http://fireecologyjournal.org/journal/abstract/?abstract=233> (Fecha de consulta: Junio 2015)
- Blas Morato, R., Nieto Masot A., 2008. Mapa de riesgos de incendios forestales de la provincia de Cáceres. En: Hernández, L. y Parreño, J. M. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial*. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC. Las Palmas de Gran Canaria. Pp. 488-501. Disponible en: http://age-tig.es/gran_canaria08/ponencia_3/Blas%20y%20Nieto.pdf (Fecha de consulta: diciembre, 2014).
- Cambar P. V., (S/D). Mapas de riesgos y recursos comunitarios: Un instrumento para reducir la vulnerabilidad.
- Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales Organización de Estados Americanos con el Apoyo de la Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, 1993. *Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado*, Cap. 6: Cartografía de peligros múltiples, Washington, D.C.
- Francisco, N. R., 2016. Cartografía y gestión del riesgo de incendios forestales e interfase en la localidad de Salsipuedes, Sierras Chicas, Córdoba. Trabajo final de grado de la Licenciatura en Geografía de la Universidad Nacional de Córdoba.
- ISDR, 2004. *Living with Risk. A global review of disaster reduction initiatives* -ONU.
- Jaiswal R. K., Mukherjee S., Raju K. D., Saxena R., 2002. Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 4. Revista Elsevier Science
- Marcano, A., Cartaya, S., 2010. La Gestión de Riesgos de Desastres y el uso de los Sistemas de Información Geográfica. CONHISREMI, *Revista Universitaria Arbitrada de Investigación y Diálogo Académico*, Vol. 6, No. 3.
- Marcelino E. V., 2008. 1ª Escuela de Primavera sobre soluciones Espaciales para el Manejo de Desastres Naturales y Respuestas de Emergencias –Inundaciones – Centro Regional de enseñanza en Ciencia y Tecnología del espacio para América Latina y el Caribe – CRECTEALC – Campus Brasil – UNOOSA – GEO – CEOS – ONU.

- Naudé W., 2009. Discussion Paper No. 2009/01 The Financial Crisis of 2008 and the Developing Countries.
- Nieto Solana H., Chuvieco Salinero E. Aguado I. Yebra Álvarez M., García Alonso M., Salas Rey F. J., Martín I. M., Vilar del Hoyo L., Martínez Vega J., Padrón Paredes D., Martín Fernández S., 2008. Propuesta de un sistema espacialmente explícito para evaluar el peligro de incendios. Serie Geográfica, Numero 14, 2007-2008, pp 109-130. Disponible en: <http://dspace.uah.es/dspace/handle/10017/2079> (Fecha de consulta: Mayo 2015)
- Perles Roselló M. J., Cantarero Prados F., 2010. Problemas y retos en el análisis de los riesgos múltiples del territorio. Propuestas metodológicas para la elaboración de cartografías multi-peligros. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles N.º 52.
- Saaty T., 1998. Método Analítico Jerárquico (AHP): Principios Básicos. En: Evaluación y Decisión Multicriterio. Reflexiones y Experiencias, ed. Por Eduardo Martínez y Mauricio Escudéy, Editorial Universidad de Santiago, pp. 17-46
- Turner B. L., Kasperson R. E., Matsone P. A., McCarthy J. J., Corell R. W., Christensen L., Eckley N., Kasperson J. X., Luerse A., Martello M.L., Polskya C., Pulsipher A., Schiller A., 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. Proc. Nat. Acad. Sci. 100 (14): 8074-8079.
- UNDP, 2004. Reducing Disaster Risk: a Challenge for Development -ONU.