

INFORMACIÓN GEOESPACIAL PARA LA GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRE URBANO: EL CASO COMODORO RIVADAVIA (CHUBUT, ARGENTINA) 2008-2017

Massera Cristina Beatriz

Instituto de Investigaciones Geográficas de la Patagonia (IGEOPAT)

Laboratorio en SIG y Teledetección - Departamento de Geografía

Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB)

cristinamassera@gmail.com

RESUMEN

El problema de riesgo urbano en Comodoro Rivadavia está vinculado a tres componentes relacionadas: la componente de los factores causales, que tienden a aumentar, y explican el riesgo en la ciudad y su naturaleza cambiante; segundo, la componente de la respuesta social a los desastres una vez ocurridos, y los condicionantes impuestos por las diversas características de la ciudad como los entornos de acción y, tercero, la componente de la reconstrucción en el ambiente urbano. A lo largo de su historia las circunstancias económicas, sociales y políticas de la ciudad se han transformado y han actuado en la configuración de su morfología como resultado del modo de producción dominante: la actividad petrolera. Desde su formación hasta la actualidad, atravesó un proceso de urbanización desordenado y no planificado. Como resultado, el riesgo se transformó en situaciones de desastre, tanto en la población como en el desarrollo normal de las actividades de la ciudad. En relación a los sistemas informáticos y desarrollo de tecnología geoespacial, no existe en la localidad una aplicación de datos georreferenciados relacionada con la temática. El objetivo de la presente investigación es desarrollar una aplicación de consulta de datos georreferenciados bajo plataforma SIG para la gestión de riesgo de desastres urbano en Comodoro Rivadavia que permita la toma de decisiones. Dicho desarrollo se propone a partir de la inquietud de los actores que intervienen durante y después de las catástrofes. Los datos contenidos en geobases, son incorporados en un servidor de mapas para su consulta.

PALABRAS CLAVE: Vulnerabilidad, ambiente, producción económica.

1. INTRODUCCIÓN

Es imposible evitar totalmente la ocurrencia de cierto tipo de eventos y, en ocasiones los costos de las medidas preventivas no pueden ser justificados dentro del contexto social y económico de la comunidad amenazada. Sin embargo, debe buscarse la posibilidad de reducir las consecuencias de dichos eventos sobre los elementos expuestos a su acción. Todas las herramientas disponibles deben ser utilizadas para prevenir la ocurrencia de un desastre, mitigar las pérdidas, prepararse ante probables consecuencias y alertar la inminencia de un evento.

El problema del riesgo de desastre en entornos urbanos, una de las temáticas prioritarias en la agenda global, es tan amplio y complejo que existen numerosas perspectivas para intentar explicitar los retos que supone dicha complejidad.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), constituyen herramientas poderosas de gran alcance dentro de la informática que proporcionan un marco alrededor del cual podemos analizar el espacio geográfico (Massera, 2016). Los SIG han introducido nuevos conceptos relacionados al análisis y modelaje de datos complejos, mapas interactivos y la suma de gran variedad de datos con información geoespacial. Además permiten integrar formatos de visualización y de procesamiento de datos georreferenciados. Los SIG son una herramienta de gestión y planificación que facilita la toma de decisiones en procesos complejos de desarrollo.

Para atenuar las consecuencias devastadoras, algunas organizaciones científicas y agencias estatales han incorporado las tecnologías de información existentes como los SIG y la percepción remota en la mitigación de los desastres naturales y antrópicos.

Los datos espacialmente referenciados confiables y actualizados, son importantes en el diagnóstico y la evaluación de riesgos, pero las tareas se tornan limitadas, en última instancia, por la disponibilidad y la calidad de los mismos.

Es importante destacar que el análisis espacial de los SIG con sus variados métodos y técnicas, tienen la habilidad de integrar los datos ambientales y socioeconómicos en el análisis de riesgo.

Una de las ventajas dominantes de usar los SIG en la toma de decisiones es el uso eficiente de hacer múltiples análisis variando parámetros y generando panoramas alternos en un contexto geoespacial. La generación y la consideración de soluciones alternativas permite la investigación de resultados con variedad de impactos entre los factores multivariados y/o que están en conflicto, resultando en la identificación de

características potencialmente indeseables de las soluciones a los panoramas variados de la decisión (Buzai, 2010).

Consecuentemente, las geobases de datos (geodatabase) se han establecido como una herramienta esencial para cualquier investigación cuyo objetivo es determinar el riesgo. Las bases de datos temáticos, los inventarios digitales y los archivos cartográficos se han convertido en una parte importante de estrategias integradas para evaluar el riesgo de amenazas naturales o aquellos generados por el hombre.

En la ciudad de Comodoro Rivadavia son escasos los estudios orientados a la investigación del riesgo y su aplicación a la gestión. Los existentes no abundan en análisis integrales que incluyan la componente vulnerabilidad; la mayoría se focalizan en el estudio de la amenaza. No existe en la localidad una aplicación SIG relacionada con la temática. (Massera, 2017)

En el presente trabajo se integra información geoespacial en plataforma SIG que permite construir un modelo ambiental de riesgo en la localidad de Comodoro Rivadavia para ser aplicado en la gestión dentro del municipio.

2. MODELO AMBIENTAL DE RIESGO URBANO Y APLICACIONES SIG

El modelo que se plantea es deducir o inferir escenarios posibles tomando como base el escenario actual. De allí que por un lado, el modelo es descriptivo, basado en la interpretación del escenario actual, a partir de la experiencia observada en el comportamiento del contexto urbano. Por otro lado se aplica el modelo de predicción con fines exploratorios, relacionando variables dependientes e independientes, para la interpretación de un escenario previsible a partir de tendencias producidas históricamente.

En la fase de síntesis se estudian de forma simultánea los resultados del análisis. Esto permite vislumbrar el modelo de relaciones que mantienen unos elementos con otros a partir de sus coincidencias en el espacio y de su participación en determinados tipos de procesos. De la combinación de elementos surgen distintas estructuras espaciales que son identificadas como áreas en las que los diferentes componentes del territorio se mueven dentro de parámetros determinados y presentan un funcionamiento concreto. Dicho funcionamiento es resultado del modelo de relación que se establece entre los elementos, así como el tipo de procesos que ello genera.

El proceso de síntesis de la información o diferenciación de unidades territoriales complejas se aborda mediante una jerarquía que posiciona a cada elemento en un nivel diferente.

En el diseño, generación, edición del SIG, y la composición de salidas cartográficas posterior, se emplea el programa Arc Gis 10 (versión académica), Q GIS, PostgreSQL, PostGIS, pgAdmin, QGIS CLOUD.

Toda la información se almacena en el SIG mediante una base de datos georreferenciados conocidos como geobases de datos (geodatabase). Estas bases de datos contienen la información geográfica, numérica y alfanumérica en varios formatos digitales. La información almacenada se compila en diversas escalas geográficas y temporales.

La metodología para lograr alcanzar el objetivo general, se sustenta en recursos orientados al uso de herramientas SIG que permitan analizar y evaluar las diferentes variables relacionadas con la identificación de los contextos expuestos y la construcción de escenarios de riesgo urbano a partir de un modelo ambiental. El método de trabajo, guiado por un enfoque mixto, complementa las técnicas cualitativas con técnicas cuantitativas.

2.1. Variables y criterios

En la componente de los factores causales, el modelo contiene:

- ✓ Modelo de estimación de amenaza o peligrosidad
- ✓ Modelo de evaluación de vulnerabilidad

El modelo de estimación de riesgo se desarrolla mediante el método de superposición ponderada y reclasificación.

Se consideran las variables independientes (biofísicas y socio demográficas) que se manifiestan a mayor escala dimensional y resultan más estables en el tiempo, luego se continúa avanzando hasta las variables dependientes (peligrosidad o amenaza y vulnerabilidad) con una manifestación más reducida, matizada en el espacio y menor estabilidad en el tiempo.

En primer lugar se procede al trabajo temático individual de la componente amenaza o peligrosidad analizando las variables bio-físicas teniendo en cuenta los procesos de amenaza de flujos de barro, deslizamientos, inundaciones, fenómenos meteorológicos adversos (vientos intensos, precipitaciones fuertes en poco tiempo), erosión y tormentas costeras. Se realiza un análisis específico de geomorfología, pendiente, cursos de agua y

drenaje, viento, precipitaciones, uso y cobertura del suelo generando nueva información para aplicar en el modelo.

La información de suelo, geomorfología, vegetación y geología se generan en formato vectorial a partir de los datos de la Carta Geoambiental de Comodoro Rivadavia obtenida en formato digital como imagen jpg.

La variable viento se obtuvo a partir del uso del modelo de NOAA con el programa ZYGRYB 2-8.0.1, datos de registros convertidos a formato vectorial. El método se aplica por velocidad del viento (120 km/h) e interpolación numérica de datos.

El proceso de amenaza o peligrosidad antrópica por exposición a ciertas estructuras susceptibles (Caloni, 2010) de producir impacto como las estaciones de servicio, grandes depósitos de combustible y petróleo, oleoductos, distribución de pozos petroleros dentro del área urbana.

El método de evaluación multicriterio empleado es el de combinación lineal ponderada, que permite obtener un mapa continuo con probabilidad de ocurrencia, que se adapta a una variable continua como es la amenaza o peligrosidad.

La componente vulnerabilidad se analiza integrando las variables socio demográficas.

La información sobre vulnerabilidad se crea por medio de los datos de población (índice de pobreza, densidad y cantidad de población, tipos de vivienda, y de actividad económica por radio censal) con estadísticas del municipio, de la Dirección de Estadísticas y Censos de la Provincia de Chubut y del INDEC por medio del uso del programa REDATAM.

De este modo la integración de capas de información temática cualitativa nos conduce a la definición de unidades integradas de riesgo donde existen unidades menores que corresponden a estados de inestabilidad en los que se encuentra el área de estudio. La escala analizada corresponde a la unidad espacial barrio.

2.2. Modelo de estimación de amenaza o peligrosidad

El modelo se desarrolla aplicando el método de reclasificación, superposición ponderada, donde cada una de las variables se trabaja bajo el supuesto que, mientras una zona esté más alejada de la restricción, su condición de aptitud será mayor.

La estimación de amenaza o peligrosidad está asociada a procesos de remoción en masa, inundaciones, vientos fuertes, marejadas y tormentas-erosión costeras. (Figura 1)

2.3. Modelo de estimación de vulnerabilidad

La clasificación multivariada se aplica a los indicadores de evaluación de vulnerabilidad para el análisis socio-espacial utilizando la matriz de datos geográfica.

La construcción de la vulnerabilidad se genera bajo las condiciones socio demográficas de población, viviendas y hogares. (Figura 1)

2.4. Modelo ambiental de riesgo urbano

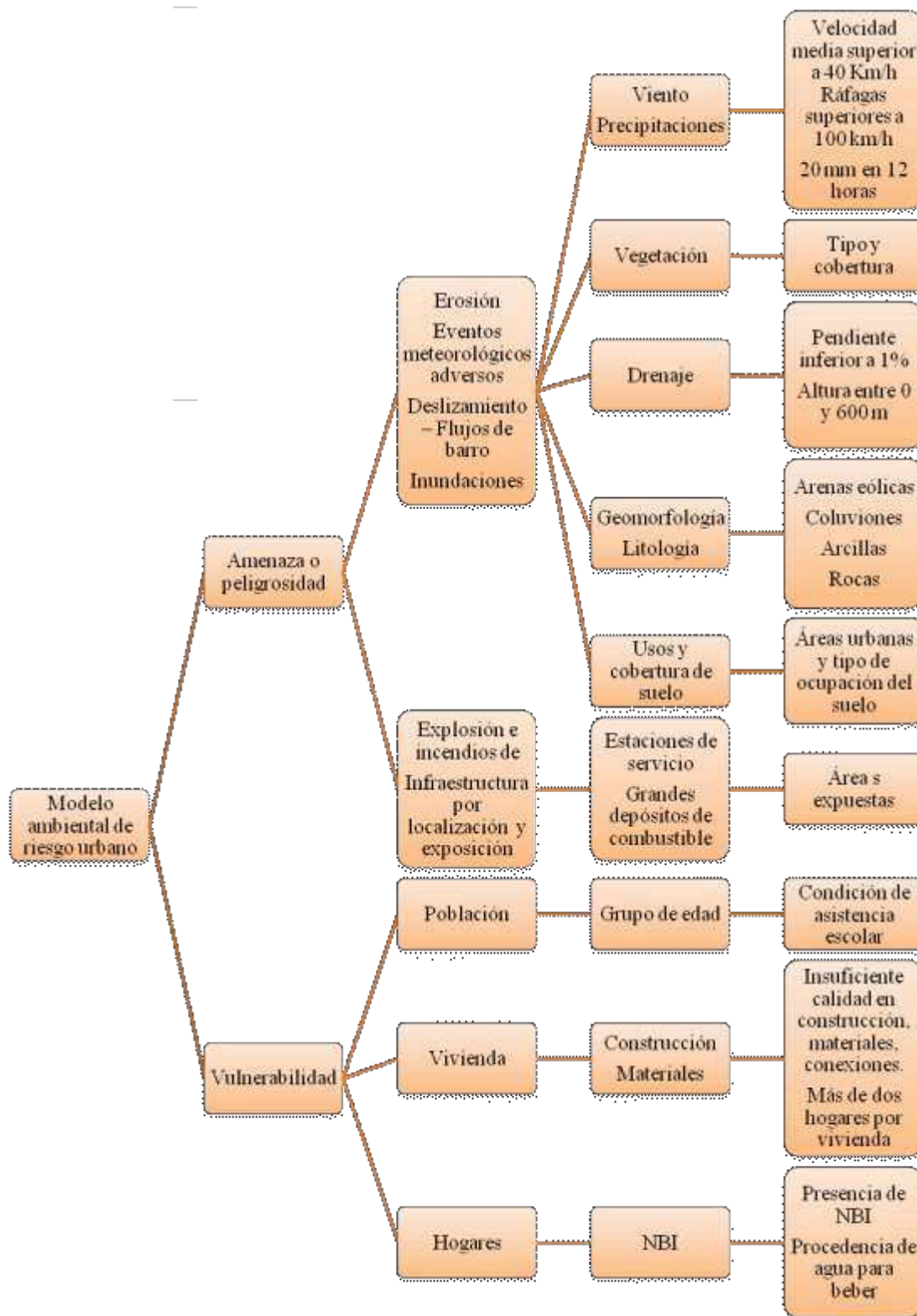
La espacialidad del riesgo queda representada a través de zonificación por evaluación multicriterio destacando el tipo de contexto expuesto y el impacto negativo asociado, y por el método de superposición ponderada, donde cada una de las variables se trabaja bajo el supuesto que, mientras una zona esté más alejada de la restricción, su condición de aptitud será mayor. Por lo que se hace necesario asignar valores a las áreas no restringidas dependiendo de la distancia a la restricción. (Figura 1)

3. COMODORO RIVADAVIA: ESCENARIO DE CONSTRUCCIÓN DE RIESGO URBANO

La ciudad de Comodoro Rivadavia es cabecera del Departamento Escalante, en la Provincia del Chubut. Ubicada entre los 45° 43' 36'' y 45° 59' 47'' latitud Sur y los 67° 20' 44'' y 67° 46' 32'' longitud Oeste, se conforma como el punto medio del semicírculo que forma el litoral del Golfo San Jorge. Se extiende entre el nivel del mar y no más allá de los 260 msnm, sobre niveles aterrizados y semi inclinados entre la línea de ribera marítima y las altas Pampas: Salamanca al Norte, Pampa del Castillo al Oeste y Meseta Espinosa al Sur. Con un ejido que tiene una superficie de 548,2 km² y un frente de costa de aproximadamente 36 km², se constituye como la localidad más importante de la Patagonia Austral influyendo de forma directa a partir de múltiples interacciones funcionales, económicas, sociales y culturales sobre las ciudades del sur de la Provincia de Chubut y del norte de la provincia de Santa Cruz. (Figura 2)

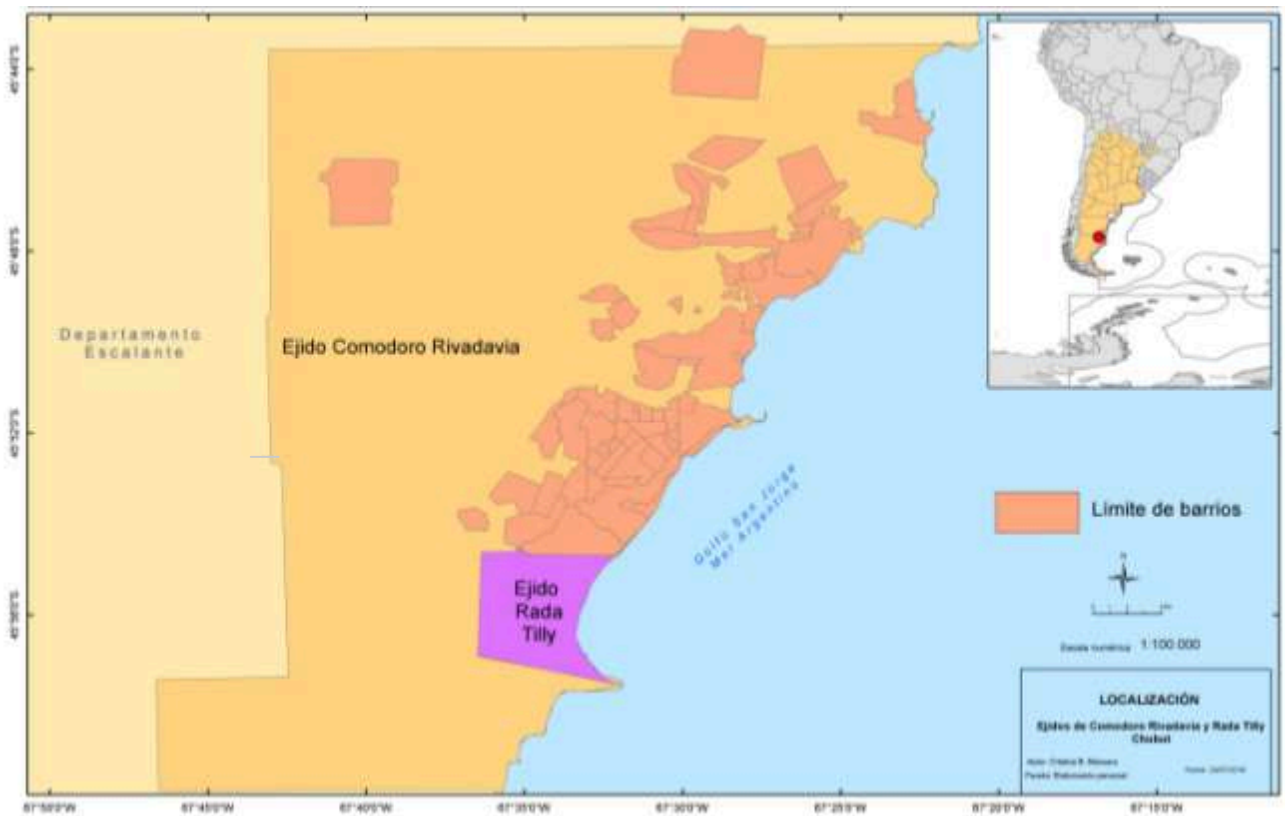
Su espacio urbano puede diferenciarse en dos áreas: el área central, al Sur del Cerro Chenque constituida por 31 barrios que albergan el 75,7% de la población total de la ciudad y la Zona Norte integrada por 30 barrios localizados de manera dispersa que en su mayoría han sido originariamente campamentos petroleros, localizados a lo largo de los cañadones que se forman entre las mesetas que bajan desde el oeste hacia el mar.

Figura 1: Modelo ambiental de riesgo urbano: variables y criterios



Fuente. Elaboración propia

Figura 2: *Ejido y barrios de Comodoro Rivadavia. Provincia del Chubut.*



Fuente: Elaboración propia con datos descargados de geoservicios WFS www.labsig.unp.edu.ar

El problema de riesgo urbano en Comodoro Rivadavia está vinculado a las tres componentes: de los factores causales, de la respuesta social a los desastres, de la reconstrucción en el ambiente urbano. (Massera, 2019)

El modelo responde al concepto de las componentes relacionadas donde las actividades humanas ejercen presiones sobre el medio ambiente y modifican la calidad y calidad del mismo. La sociedad responde a estos cambios a través de políticas, macroeconómicas y sectoriales. Éstas últimas producen una retroalimentación dirigida a modificar las presiones a través de las actividades humanas. (Gallopín, 2006)

3.1. Componente de los factores causales

La ciudad de Comodoro Rivadavia, se configura en el marco de los problemas ambientales que la misma refleja y específicamente, aquellos asociados a condiciones actuales y procesos históricos que favorecieron los escenarios de construcción de riesgo urbano.

Siguiendo a Lavell (2010), “tal vez la característica más definitoria de lo urbano se relaciona con el grado de concentración y densidad de la economía y de la población

que significa, con predilección para las funciones económicas y sociales relacionadas con los sectores de la industria, el comercio, los servicios, la cultura y la política. La centralización significa que los centros urbanos, en distintos grados, dominan en el ámbito local, regional, nacional e internacional esas mismas funciones concentradas”.

Tanto la concentración como la centralización son productos de modalidades de desarrollo económico y político que las han favorecido en los contextos históricos, de los últimos dos siglos. Tales contextos de concentración y centralización bajo modalidades de alta densidad significan una vulnerabilidad de altas proporciones en lo que se refiere a los peligros de daños extensos a la economía y población en el caso de desastre. La densidad de población, economía e infraestructuras concentrados en espacios limitados, garantizan elevadas pérdidas en caso de impactos de grandes proporciones. En la medida en que un centro urbano particular centraliza las funciones económicas, sociales y políticas de una región, zona, país o internacionalmente, la vulnerabilidad se ve acentuada ante tal concentración, por el impacto que la destrucción o daño sufrido podría tener para el espacio mayor en su conjunto (Lavell,2010).

3.1.1. Amenaza o peligrosidad

La amenaza o peligrosidad se manifiesta a través de la erosión y tormentas costeras, deslizamiento y flujos de barro, inundaciones, fuertes vientos, como fenómenos naturales.

En cuanto a los antrópicos, la ciudad está situada en un marco de distribución de pozos petroleros identificados geográficamente y otros que no cuentan con la información de exacta ubicación, sumados a las playas de tanques y estaciones de servicio de combustible.

3.1.2. Vulnerabilidad

La degradación ambiental agudiza el riesgo y el crecimiento desmedido de la ciudad y ello implica una transformación sustancial de las condiciones naturales de los ecosistemas locales entre los elementos del medio soporte y el ambiente socialmente construido. La vulnerabilidad en elementos de su infraestructura expuestos sumado al surgimiento y acumulación de vulnerabilidades de distintos tipos a partir de las condiciones de crecimiento y la evolución de los sectores sociales, especialmente los marginados son dimensiones analizadas en el contexto de la ciudad.

3.1.3. Cálculo de riesgo

Una vez estimada la amenaza y evaluada la vulnerabilidad, se procedió a calcular el riesgo, es decir estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados (personas, bienes materiales, recursos económicos) ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural y/o antrópico.

- Urbanización en zonas con pendiente crítica.
- Urbanización en zonas deslizadas.
- Urbanización en zonas con arcillas expansivas
- Áreas expuestas a riesgo de instalación de estaciones de servicio y grandes depósitos de combustible.

En la Tabla 1 se indican los datos básicos y datos fundamentales que se integraron en la geodatabase para lograr el análisis espacial mediante el método por superposición ponderada sobre amenaza o peligrosidad y vulnerabilidad. En el sistema se incluyó información geográfica que permitió contextualizar espacialmente la información sobre riesgo.

Tabla 1: Descripción de información geoespacial de base y temática, contenida en geobases

Componente	Capa/cobertura	Descripción
Información de base	Calles Ruta	Muestra las calles con nivel de riesgo
	Ejido	Muestra los límites del ejido de Comodoro Rivadavia y de Rada Tilly
	Barrios	Muestra el área de los barrios según MCR
	Usos del suelo	Detalla los usos por tipo de actividad
	Fuerzas de seguridad	Bomberos Policía FFAA Defensa civil
	Efectores de salud	Muestra los puntos donde se localizan hospitales, centros de salud públicos.
	Escuelas	Muestra los puntos donde se localizan escuelas.
	Economía Social	Muestra la localización de uniones vecinales, asociaciones civiles
	CPB	Muestra la localización de Centros de Promoción Barrial.
	Geología	
	Geomorfología	
	Suelo	
	Pendiente	Muestra las pendientes altas medias y bajas en % según sean mayores a 20% o menores a 10%
	Vegetación	
Cursos de agua	Localización de cursos de agua y cañadones	
PDG	Localización de puntos de interés geográfico con altura superior a los 200msnm	
Dirección de flujo	Tipo de escorrentía indicando su dirección	

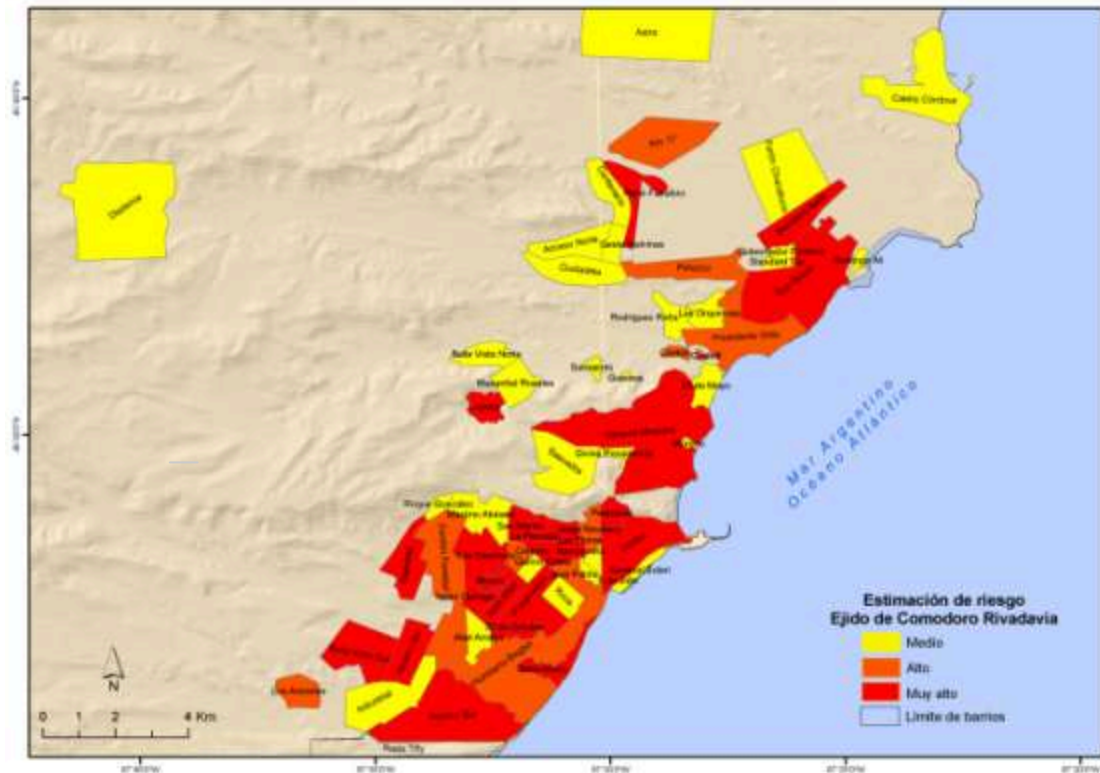
Amenaza o Peligrosidad		
	Deslizamiento, flujo de barro	Muestra las zonas que son propensas a deslizamientos. Se clasifica en nulo, bajo, medio, alto.
	Inundaciones	Muestra las zonas propensas a inundaciones
	Viento	Muestra las zonas de mayor velocidad del viento clasificadas en bajo, medio, alto
	Erosión	Indica los diferentes grados de erosión. Se clasifica en bajo, medio, alto.
	Ductos Estaciones de servicio Plantas de combustible	Recorrido de ductos y ubicación de estaciones de servicio dentro de la ciudad. Localización de las plantas de combustible en Caleta Córdova, General Mosconi, Ciudadela, Diadema.
Vulnerabilidad		
	Población	Indica la cantidad de población por radio censal
	Sexo	Indica el valor estandarizado de población en relación a sexo por radio censal
	Edad	Indica la edad como valor estandarizado por radio censal
	Asistencia escolar	Indica la asistencia escolar como valor estandarizado por radio censal
	Alfabetismo	Indica el alfabetismo como valor estandarizado por radio censal
	NBI	Indica el NBI como valor estandarizado por radio censal
	Agua de pozo	Indica la población que consume agua de pozo como valor estandarizado por radio censal
	Vivienda	Indica calidad de construcción, calidad de materiales, cantidad de hogares por vivienda
	Asentamientos informales	Indica la cantidad aproximada de asentamientos
Riesgo		
	Riesgo	Indica el riesgo de acuerdo a las variables analizadas

4. RESULTADOS

Para poder estimar el riesgo se utilizó el método de superposición ponderada y reclasificación. Los resultados se observan en el siguiente mapa logrando la zonificación por unidad espacial barrio. (Figura 3)

El mapa obtenido indica que los barrios más comprometidos por causas naturales y/o antrópicos son en la zona norte, barrios Laprida, General Mosconi, Caleta Córdova y Standard. Mientras que en la zona sur, los barrios Máximo Abásolo, Juan XXIII, 30 de Octubre, Isidro Quiroga son los que presentan áreas de alto peligro.

Figura 3: Estimación del riesgo en Comodoro Rivadavia por unidad espacial barrio



Fuente. Elaboración propia

Tabla 2: Descripción de las zonificación, contextualizada en el mapa de riesgo, por unidad espacial barrio. Comodoro Rivadavia, Chubut. Año 2018.

	ZONAS	RIESGO
	Muy alto	Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días. Amenazados por flujos repentinos de piedra y lodo. Sectores amenazados por erosión resultado de tormentas costeras. Edificaciones e infraestructura mal construidas con procesos de hacinamiento, sin cobertura de servicios, sin gestión ambiental, sin cultura de prevención, comunidad poco organizada y preparada.
	Alto	Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días. Deslizamientos y erosión costera Edificaciones e infraestructura no bien construidas, en mal y regular estado de construcción, procesos de hacinamiento en marcha, baja cobertura de servicios, baja gestión ambiental, sin cultura de prevención, comunidad poco organizada y preparada.
	Medio	Suelo de calidad intermedia, inundaciones muy esporádicas. Edificaciones e infraestructura de regular construcción, escasa cobertura de servicios, regular gestión ambiental, población con ingresos medios a bajos, con estudios secundarios incompletos y escasa cultura de prevención, comunidad escasamente organizada y preparada.

El SIG riesgos_cr <https://crbemassera.wixsite.com/riesgo-comodoro-copy>, funciona bajo una plataforma web quedando integrado así el visualizador de datos geográficos con carpetas que contienen información sobre amenazas o peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo.

5. CONCLUSIONES

El modelo ambiental de riesgo urbano admite resolver problemas de cuantificación, de representación espacial y temporal, de escala y de complejidad; permite analizar la ocurrencia de un desastre desde la evaluación, interrelación y síntesis de los datos y con ello anticiparse y contribuir al manejo de los mismos.

La evidencia general hace notar que la información geoespacial es necesaria en todo momento, pero requiere de un análisis complejo de todas sus variables que superen la simple apariencia del visualizar los datos. Es necesario recurrir a los procesos en los cuales se construyen las causas que le dan origen, para encaminar las acciones hacia su gestión.

La gestión del riesgo de desastres debe ir acompañada de la gestión de la información geoespacial contenida en un servidor que de manera permanente debe mantener los datos actualizados.

Así la producción de conocimiento científico permitirá la formulación de políticas públicas, mediante la construcción de un modelo de gestión integral.

Dicha producción permitirá generar un espacio para localizar los problemas y establecer propuestas de mejora tendientes a la justicia y equidad espacial.

La Municipalidad de Comodoro Rivadavia no posee un desarrollo sobre tecnología geoespacial que permita la organización, mantenimiento y actualización de información geográfica. Es necesario crecer en este sentido para fomentar y capacitar al recurso humano como administradores de base de datos, especialistas en geoservicios, desarrolladores SIG, especialistas en vinculación y relaciones de tablas a través de SQL.

La fragmentación, dispersión, desactualización o inexistencia de información clave para una efectiva y transparente gestión municipal, se debe minimizar en las distintas áreas de la organización para aplicar en la gestión de riesgo urbano de Comodoro Rivadavia.

Es por ello que se plantea la necesidad de lograr la institucionalización del área específica en el municipio a través la creación de una normativa en el ámbito de la estructura orgánica municipal vinculada a la gestión de riesgo urbano.

La construcción del visualizador ha sido posible gracias a las tecnologías de información, que permiten trabajar datos georreferenciados sin necesidad de contar con el software instalado en equipos locales, lo que facilita socializar la información con procedimientos sencillos, tanto de acceso como de consulta, a través de un navegador en Internet.

La página web con el geoservidor será un recurso para emplear en la Municipalidad y Defensa Civil de Comodoro Rivadavia como herramienta de gestión de riesgo de desastres.

La metodología propuesta en el trabajo, junto a los resultados preliminares, son emprendidos por instituciones como los bomberos de la provincia del Chubut y Defensa Civil de Comodoro Rivadavia. Es un trabajo progresivo que permitirá actualizar y mantener la base de datos geográfica para emplear como consulta y análisis espacial antes, durante y después del evento de riesgo y/o desastre.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buzai G. D. (2010) Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones. Editorial Impresiones Buenos Aires. Buenos Aires. Argentina. pp.65-81. 703p.
- De la Beaujardiere, J., (2006), OpenGIS Web Map Server implementation specifications (en línea): Open Geospatial Consortium Inc., actualizado 15 de marzo de 2006, disponible en <<http://www.opengeospatial.org/standards/wms>>, consultado 20 de octubre de 2009.
- Gallopín, G.C., 2006. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 16: 293-303.
- Lavell, A. (2010) Gestión de Riesgos Ambientales Urbanos. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina-LA RED. <http://www.desenredando.org>
- Massera, C. B. comp. (2016) "Los Sistemas de Información Geográfica aplicados a la Gestión de Riesgo Urbano: Teoría y Fundamentos" en el Libro "Transformaciones

- territoriales en Patagonia: El uso de geotecnologías en el análisis del espacio geográfico." EDUPA. UNPSJB. Comodoro Rivadavia. Chubut. Argentina. pp 3-12.
- Massera, C.B. comp. (2017) "Propuesta geo-metodológica para la gestión de riesgo de desastres: Experiencias prácticas en territorio." EDUPA. UNPSJB. Comodoro Rivadavia. Chubut. Argentina.
- Massera, C.B. (2019) "Tecnología de información geográfica aplicada al riesgo de desastres urbano" publicado en "Comodoro Rivadavia y la catástrofe de 2017. Visiones múltiples para una ciudad en riesgo". PP 120-130 Recuperado en <http://www.edupa.unp.edu.ar/comodoro-rivadavia-y-la-catastrofe-de-2017-visiones-multiples-para-una-ciudad-en-riesgo/>
- PostgreSQL Global Development Group, (1996), PostgreSQL 9.0.3 Documentation (en línea): POSTGRE SQL, actualizado 19 de marzo de 2007, disponible en <http://www.postgresql.org/docs/manuals/>, consultado 15 de octubre de 2009.
- Poveda, B. M.; López Vázquez, C. (2012). "Fundamentos de la Infraestructura de Datos Espaciales" UPM Press. Madrid. España.
- Ramsey, P., (2009), Manual PostGIS (en línea): PostGIS, actualizado 8 de febrero de 2009 disponible en <http://postgis.refractory.net/documentation/postgis-spanish.pdf>, consultado 3 de noviembre de 2009.