

Comprensión de la resiliencia local y su evaluación ante incendios forestales

Understanding and Assessing Local Resilience in the Occurrence of Forest Fires

Virginia Hardy Casado^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-8575-1193>

Carlos Manuel Vilariño Corella¹ <https://orcid.org/0000-0003-4143-6655>

Any Flor Nieves Julbe¹ <https://orcid.org/0000-0001-8714-2797>

¹Departamento de Desarrollo Local, Facultad de Ciencias Empresariales y de Administración, Universidad de Holguín, Cuba

*Autor de correspondencia: vhardy767@gmail.com, hardy@uho.edu.cu

RESUMEN

Objetivo: Determinar los componentes de la resiliencia local que permitan su evaluación ante incendios forestales.

Métodos: Se utilizaron métodos teóricos como el histórico-lógico, análisis y síntesis; en el orden práctico se desarrollaron cuestionarios para la valoración de percepciones, y herramientas de la estadística descriptiva e inferencial como el análisis factorial, estudios de centralidad de redes y se recurrió a la lógica difusa compensatoria para determinar los componentes del índice de resiliencia local.

Principales resultados: Se realizó un análisis crítico de la literatura para identificar aspectos teórico-metodológicos sobre la resiliencia. Se logró la conceptualización de la resiliencia local y se propuso un conjunto de indicadores para su evaluación para el caso de los incendios forestales.

Conclusiones: La resiliencia local es un concepto multidimensional que toma en consideración capacidades y procesos, donde la robustez constituye una capacidad básica del sistema y el atributo que imbrica a la vulnerabilidad con la resiliencia. En correspondencia con lo anterior, el índice de resiliencia local propuesto se conforma por la resiliencia intrínseca —asociada a la robustez socioambiental— y la resiliencia específica. La lógica difusa compensatoria resulta una herramienta valiosa para

poder evaluar indicadores compuestos por criterios de naturaleza tan diversa, como los que integran la resiliencia específica.

Palabras claves: resiliencia local, riesgo de desastres, robustez, incendios forestales.

ABSTRACT

Aim: To determine the components of local resilience that permit its assessment in the occurrence of forest fires.

Methods: Theoretical methods like the historical-logical and analytical-synthetic were used, along with empirical methods, such as questionnaires to assess perceptions, and tools for descriptive and inferential statistics, like factorial analysis, network centrality studies, and compensatory fuzzy logic to determine the components of the local resilience index.

Main results: A critical analysis of the literature was performed to identify the theoretical-methodological aspects of resilience. The study conceptualized local resilience, and set a number of indicators for assessment in the occurrence of forest fires.

Conclusions: Local resilience is a multidimensional concept that considers capacities and processes, where robustness is a basic capacity of the system, and the attribute that articulates vulnerability and resilience. Consequently, the local resilience index suggested is made of intrinsic resilience —linked to socio-environmental strength— and specific resilience. Fuzzy logic is a valuable tool to assess indicators made of diverse criteria, such as the ones that form specific resilience.

Keywords: local resilience, risk of disaster, robustness, forest fires.

Recibido: 17/01/2021

Aprobado: 29/12/2021

INTRODUCCIÓN

En los años transcurridos en el presente siglo, la producción científica sobre el tema de la resiliencia ha sido amplia y diversa, en disciplinas como la psicología, la ingeniería y las ciencias naturales, por lo que su uso se extiende a la agenda de políticas públicas, de las que se hacen eco los principales organismos internacionales como son, el Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo, la Organización Mundial de Meteorología y la Organización Mundial de la Salud. Como

generalidad, en el centro de sus metas se ubica la elevación de la resiliencia de las naciones y comunidades ante los desastres a través del trabajo interdisciplinario, intersectorial y colegiado entre los gobiernos y los actores locales, además de la movilización de los ciudadanos.

El énfasis en el enfoque de la resiliencia para la gestión del riesgo es reconocido por la Organización de Naciones Unidas en la implementación del Marco de Acción de Hyogo 2005-2015 (PNUD, 2005) y más recientemente con la entrada en vigor del Marco de Sendai (PNUD, 2015). Como resultado, las evoluciones teóricas del concepto nos develan un amplio diapasón de conceptualizaciones, clasificaciones, dimensiones y tipologías que resultan vagas para su aplicación en el nivel local. En tal sentido, el presente estudio tiene como objetivo determinar los componentes de la resiliencia local que permitan su evaluación.

La investigación se desarrolló en el marco del proyecto Fortalecimiento de transformaciones ambientales para la adaptabilidad al cambio climático desde comunidades cubanas, que se ejecuta, coordinado por el Centro *Félix Varela*, en cuatro provincias del país, una de ellas Holguín. Esta es reconocida como una de las cinco donde se concentra el 62 % de ocurrencia de incendios forestales y el 75 % del área quemada en el territorio nacional Consejo de Ministros (2018). Por esta razón y debido a la estrecha relación entre el cambio climático y el incendio forestal, se decide particularizar el cálculo de la resiliencia local hacia este tipo de peligro.

Se utilizaron métodos teóricos como el histórico-lógico, análisis y síntesis; en el orden práctico, se desarrollaron cuestionarios para la valoración de percepciones, y herramientas de la estadística descriptiva e inferencial como el análisis factorial, estudios de centralidad de redes y se recurrió a la lógica difusa compensatoria para la determinación de los componentes del índice de resiliencia local.

DESARROLLO

El vocablo resiliencia irrumpe en el mundo académico aproximadamente en la segunda mitad del siglo XX; su origen etimológico es del latín *resiliens* que significa volver atrás, volver de un salto o rebotar (McAslan, 2010). Las primeras aplicaciones del término se observaron en el campo de la física, la siderurgia, la metalurgia y otras ciencias ingenieriles, asociadas a las propiedades físico-mecánicas de algunos

materiales de retornar a sus condiciones de partida u originales, después de ser sometidos a deformaciones. Con el paso del tiempo, el término fue adoptado por las ciencias sociales para caracterizar aquellas personas que, a pesar de nacer y vivir en situaciones de riesgo, se desarrollan psicológicamente saludables.

Con el trabajo de Holling (1973), el concepto elevó su connotación cuando se introdujo en el campo de la teoría de sistemas socioecológicos. Desde esa fecha, sus postulados han evolucionado, transitando desde la comprensión de la resiliencia como la capacidad de retorno al equilibrio único y a la normalidad; hacia el reconocimiento de varios estados multi-equilibrios; y finalmente vista desde la perspectiva de los sistemas adaptativos complejos, que consideran a la transformación como un escalón superior hacia nuevas cualidades del sistema.

La resiliencia es definida en UNISDR (2009, p. 18) como la “capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de los efectos de manera oportuna y eficaz”. Esto incluye la preservación y restauración de las estructuras y funciones básicas.

Uno de los debates más recurrentes en la actualidad se centra en la relación entre resiliencia y vulnerabilidad, que es tratada desde tres posiciones. En la primera, se privilegia la vulnerabilidad y la resiliencia es parte y lo opuesto a ella —es la más utilizada—; en la segunda se jerarquiza a la resiliencia; en la tercera, ambos elementos se solapan (Lei, Wang, Yue, Zhou & Yin, 2014). Sobre la última se posicionan los autores de esta investigación.

En esta relación de solapamiento, la vulnerabilidad refleja la situación de un sistema antes del desastre, por tanto, la exposición y la sensibilidad son sus dos aspectos más relevantes; mientras que la resiliencia abarca, principalmente, las etapas de entradas y salidas de un desastre, lo que ayuda a mejorar las capacidades del sistema para resistir y recuperarse de los peligros (Lei *et al.*, 2014). A consideración de los autores esta postura respecto a la resiliencia no toma en consideración otras capacidades como la de absorción (que incluye el afrontamiento) y la adaptación, que están presentes en el impacto del peligro, por tanto, el desarrollo de la resiliencia está presente en todo el ciclo de reducción del riesgo.

En opinión de Engle (2011) los conceptos separados de vulnerabilidad y resiliencia están vinculados de forma única a través de la capacidad de adaptación; sin embargo, siguiendo a Tellman *et al.* (2018) son la robustez y vulnerabilidad los que resultan inversamente proporcionales. Por tanto, para esta pesquisa se considera

que la robustez del sistema, es la cualidad que realmente describe el campo de convergencia de vulnerabilidad y resiliencia. La robustez es entendida como la fuerza, o la habilidad de elementos, sistemas y otras medidas de análisis para resistir, de manera sostenida, un nivel dado de tensión o demanda sin colapsar o sufrir pérdida de las características, procesos y funciones principales (Flores & Sanhueza, 2018; Keating *et al.*, 2017; Torres *et al.*, 2018).

Coincidiendo con Foster (2006), la resiliencia es también un descriptor de las dinámicas sociales, económicas y ambientales, y por tanto puede ser desarrollada. Se distinguen dos tipos de resiliencia: intrínseca o básica y específica (Folke *et al.*, 2010). La primera se caracteriza por un conjunto de variables asociadas, las cuales son: la robustez social y ambiental del sistema; mientras que la específica se relaciona con el peligro o amenaza cuyos riesgos se gestionan. Tanto la intrínseca como la específica se desarrollan en un contexto y tiempo particular, tienen un carácter dinámico pero el nivel de cambios que se opera en el caso de la segunda, es mucho mayor y a más corto plazo.

El enfoque de resiliencia implica analizar y comprender la multiplicidad de causas que parcial o estrechamente vinculadas unas con otras, provocan el comportamiento del sistema socioecológico con un nivel de incertidumbre que debe ser considerado en la gestión del riesgo (Baggio y Calderón, 2017). Se centra en que los seres humanos son parte activa e integrante del sistema ecológico, así como el sistema ecológico es un activo y parte integrante del sistema social a través de múltiples escalas espaciales, entre ellas la territorial y local (Baggio, Brown & Hellebrandt, 2015).

En las aplicaciones del enfoque de la resiliencia desde una perspectiva territorial, se distinguen dos direcciones: los trabajos que la abordan en los sistemas socioecológicos, y los centrados en la capacidad de los individuos y las comunidades para afrontar y superar acontecimientos de carácter traumático (Sánchez, Gallardo y Ceñas, 2016).

En la teoría de los sistemas adaptativos complejos (sistemas socioecológicos), la resiliencia posee características como: comportamiento autoorganizado, interacciones coevolutivas entre sus elementos y componentes, capacidades de adaptación y transformación que le permiten reorganizar su estructura interna (Sánchez, *et al.*, 2016); y reajustes de los umbrales y no-linealidad (Baggio y

Calderón, 2017). Desde este enfoque, la resiliencia posee un carácter evolutivo, por tanto, no es solo una característica o una propiedad, sino también un proceso.

Estos postulados vinculados a los sistemas adaptativos complejos se han denominado enfoques de pensamiento de resiliencia (*resilience thinking*) desarrollados ampliamente en los trabajos de (Davidson *et al.*, 2016). Los siete principios de este pensamiento se expresan en: el sostenimiento de la diversidad y la redundancia, la gestión de la conectividad, el manejo de las variables lentas y la retroalimentación, el fomento del pensamiento de sistemas adaptativos complejos, el aprendizaje activo, la amplia participación y la promoción de sistemas policéntricos de gobierno (Simonsen *et al.*, 2015).

Lo expresado con anterioridad ofrece un panorama de múltiples concepciones y categorías que se interconectan y solapan. Se evidencia, entonces, la necesidad de clarificar los componentes de la resiliencia para poder realizar su análisis y definir un conjunto de indicadores que permitan su evaluación en el contexto local.

Resultados

La revisión de las fuentes bibliográficas consultadas permitió reconocer, en coincidencia con los planteamientos de Aguilar, Gallegos y Muñoz (2019) y Sánchez *et al.* (2016), que la resiliencia se aborda desde dos enfoques principales, el desarrollo de capacidades que le asignan rasgos propios del sistema (el más extendido); y como procesos, vinculados a los sistemas adaptativos complejos. Elementos de ambas perspectivas, son empleados en este estudio.

Con relación al primero, en la revisión de los postulados, los autores consultados evidencian el uso indistinto de varios tipos de capacidades. En la Fig. 1 se representan aquellas que superan más del 5 % de representatividad; las más citadas por estos autores y asumidas para este estudio resultan: recuperación (24 %), adaptación (21 %) y absorción (18 %). En este análisis resultaron significativas las aportaciones de Norris, Stevens, Pfefferbaum, Wyche, & Pfefferbaum (2008) quienes se adscriben al uso de los capitales humano, social, físico, tecnológico, económico, institucional y comunitario.

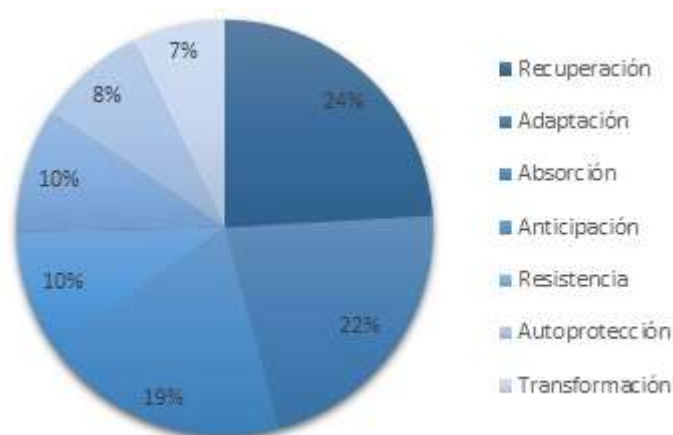


Fig.1 Representación de los tipos de capacidades en la resiliencia

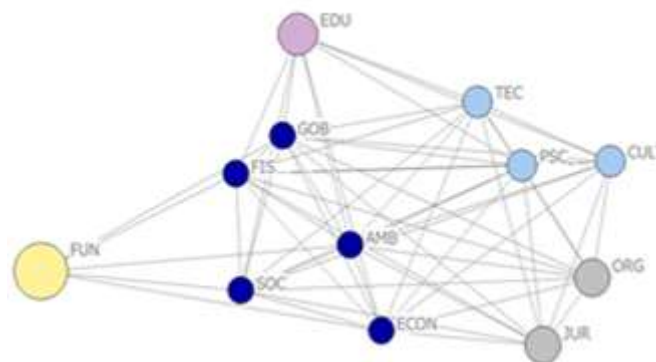
Fuente: elaboración propia.

En las fuentes estudiadas son diversas las tipologías de resiliencia que se describen. Para Davidson *et al.* (2016) son cinco las más reconocidas en la esfera académica y en la práctica: la ecológica, socioecológica, la urbana, de desastre y comunitaria. Se coincide con estos autores cuando consideran que esa subdivisión y tratamiento atomizado, no conduce a realizar un análisis integral de los elementos que componen el constructo para comprender cómo en el espacio local todas concomitan, siendo borrosas sus fronteras.

Con el objetivo de reformular la resiliencia local con carácter adaptativo-transformativo, a partir de la información consultada se identificaron 12 dimensiones: social, ambiental, económica, tecnológica, educativa, física, psicológica, organizacional, funcional, jurídica, cultural y de gobernanza. Mediante el uso del SPSS v. 20 y del software UCINET V.6 se realizó un estudio de centralidad de las propuestas y se logran reducir a cinco las dimensiones de la resiliencia: social, económica, ambiental, física y de gobernanza (Fig. 2).

Fig. 2. Dimensiones de la resiliencia en la gestión local del riesgo

Fuente: elaboración propia.



De las conceptualizaciones aportadas por diversos autores, acerca de estas cinco dimensiones y su aplicabilidad en la gestión del riesgo se identificaron los criterios que caracterizan a cada una de ellas y se realizó la selección de las variables. Para este último propósito, se elaboró en una hoja de cálculo Excel una matriz binaria donde 1 representa la presencia de la variable en los postulados de cada autor y 0 la ausencia. Con la ayuda del software SPSS v. 20 se efectuó una primera reducción

de las variables y la asociación en factores latentes. Las variables seleccionadas en cada dimensión y los estadísticos obtenidos se exponen en la Tabla 1.

Tabla 1. Variables asociadas a cada dimensión

Dimensión	VARIABLES	Estadísticos
Ambiental	Diversidad, clima, recursos ambientales, servicios, sostenibilidad, cultura y memoria ecológica, resistencia, adaptabilidad, transformación, robustez, rapidez de recuperación, capacidad de absorción, capacidad de enfrentamiento, auto-organización, aprendizaje, renovación, redundancia y conectividad	KMO: 0,521; Prueba de esfericidad de Bartlett: Chi cuadrática: 509,552; df: 136; Sig. 0,000; 7 factores con varianza acumulada de 67,2 %
Estructural-tecnológica	Robustez, rapidez, innovación, adaptabilidad, resistencia, SAT, servicios básicos, infraestructura física, redundancia, conectividad, información y comunicaciones, capacidad de refugio y alojamiento, normas técnicas	KMO: 0,527; Prueba de esfericidad de Bartlett: Chi cuadrática: 114,295; df: 78; Sig. 0,05; 5 factores con varianza acumulada de 58,3 %
Económica	Diversidad de fuentes de ingresos, medios de vida, el empleo, financiamiento disponible para la reducción de riesgos, capital financiero	KMO: 0,621; Prueba de esfericidad de Bartlett: Chi cuadrática: 96,328; df: 10; Sig. 0,00; 2 factores con varianza acumulada de 62,2 %
Sociocultural	Innovación social, redes, educación, recursos y competencias comunitarias, demografía, salud, capacidades humanas, capacidades de los actores sociales, identidad cultural, robustez	KMO: 0,510; Prueba de esfericidad de Bartlett: Chi cuadrática: 137,682; df: 36; Sig. 0,00; 4 factores con varianza acumulada de 62,2 %
Gobernanza	Equidad, participación, responsabilidad, consenso, transparencia, eficacia, legitimidad, sensibilización	KMO: 0,520; Prueba de esfericidad de Bartlett: Chi cuadrática: 44,167; df: 28; Sig. 0,027; 4 factores con varianza acumulada de 62%

Fuente: elaboración propia.

Con el objetivo de jerarquizar y realizar una segunda reducción del número de variables se realiza un estudio de centralidad con el uso del software UCINET versión 6. Finalmente, se concretaron las variables que permiten caracterizar la resiliencia local y desarrollar el índice de resiliencia local ante incendios forestales (*Relif*) que se basa en las cinco dimensiones determinadas anteriormente, identifica

la resiliencia específica ante los incendios forestales (*Resp*), y la robustez (*Ro*), que se asume como la resiliencia intrínseca del sistema socioecológico. Este indicador establece una escala de niveles de resiliencia local que repercute positivamente sobre el riesgo por incendios forestales. Mediante el método analítico jerárquico se calcularon los pesos para cada componente.

$$Relif = (0,3 * Ro) + (0,7 * Resp) \quad (1)$$

$$\text{Donde: } Ro = \frac{Ros + Roamb}{2} \quad (2)$$

Ros: robustez de la red social, dada en la habilidad para resistir y soportar presiones sin degradación o pérdida de funciones de las estructuras sociales (Torres *et al.*, 2018). Para esta investigación se asume que la densidad y la centralidad son suficientes para el cálculo de la robustez.

$$Ros = \frac{Drs + Cgf}{2} \quad (3)$$

Donde: *Drs*: densidad de la red social; *Cgf*: centralidad del grafo de Freeman, que expresa la variabilidad en los grados de los actores de la red observada en porcentaje del de la red estrella del mismo tamaño.

Roamb: robustez de la red ecológica, se refiere a dos aspectos esenciales de la estructura y función de los ecosistemas: la pérdida de biodiversidad ligada a la eliminación de especies y la fragmentación de la red ecológica (Salinas, Cordone, Marina, y Momo, 2016).

$$Roamb = Dramb = 2L / (S(S - 1)) \quad (4)$$

Donde: *Dramb*: densidad de la red trófica; *S*: número de nodos o especies tróficas; *L*: número total de conexiones.

La resiliencia específica (*Resp*) asociada a las cinco dimensiones definidas en el modelo se define por la ecuación

$$Resp = (0,35 * Rs + 0,33 * Ramb + 0,08 * Rec + 0,08 * Retec + 0,16 * Rgob) \quad (5)$$

Donde: *Rs*: resiliencia social; *Ramb*: resiliencia ambiental; *Rec*: resiliencia económica; *Retec*: resiliencia estructural-tecnológica; *Rgob*: resiliencia de gobernanza; *W*: peso para cada tipo de resiliencia.

Los pesos se calcularon con el método analítico jerárquico, a partir de la información que brindaron los expertos consultados. Para el análisis se utilizó el *software* libre *AHP On line Calculator*. La razón de consistencia obtenida fue de $8,9 < 10 \%$ por lo que se asumieron los resultados como adecuados.

Por las características de los factores asociados a los diferentes tipos de resiliencia, la determinación de Rs , $Ramb$, Rec , $Retec$, $Rgob$ se efectúa a través de la lógica difusa (LD o matemática borrosa basada en la teoría de conjuntos borrosos). La LD ofrece un marco formal que permite el tratamiento y la manipulación de la incertidumbre presente en las variables e indicadores que caracterizan a la resiliencia local.

Siguiendo a los autores que aplican la LD en la evaluación del riesgo, y en base a Vega, Marrero & Pérez (2020) se establecen las ecuaciones de cálculo por lógica difusa compensatoria. Si X es la localidad en la que se desarrolla la gestión local del riesgo por incendios forestales con enfoque de resiliencia, entonces se cumplen los criterios para el cálculo de la $Resp$ que se exponen en la Tabla 2.

Tabla 2. Componentes de la resiliencia específica

Dimensión	Variables	Indicadores	Operación
RS (X): una localidad X tiene buena resiliencia sociocultural	$INS(X)$: fomentan y desarrollan procesos de innovación social $RCOM(X)$: cuenta con recursos comunitarios que le permiten reducir los riesgos $RCUL(X)$: valoran y ponen en uso los recursos culturales	$PIN(X)$: Potencial innovador $COS(X)$: Conocimiento social=2 $APC(X)$: Aprendizaje colectivo $SNC(X)$: Socialización del conocimiento $RSL(X)$: Recursos de salud pública $RED(X)$: Recursos educativos $AUO(X)$: Auto-organización $AUE(X)$: Autoestima colectiva $ICU(X)$: Identidad cultural=2 $PCU(X)$: Potencial cultural	$RS(x) = INS(x) \wedge RCOM(x) \wedge RCUL(x)$ $INS(x) = PIN(x) \wedge COS^2(x) \wedge APC(x) \wedge SNC(x)$ $RCOM(x) = RSL(x) \wedge RED(x) \wedge AUO(x) \wedge AUE(x)$ $RCUL(x) = PCU(x) \wedge ICU^2(x)$
Una localidad X tiene alta $RAMB(X)$ si:	$DIV(X)$: Cuenta con una alta diversidad ecológica $CAB(X)$: Alta capacidad de absorción $ADA(X)$: El ecosistema presenta alta adaptabilidad ecológica	$DIB(X)$: diversidad de biomas $DIP(X)$: diversidad de paisajes $DIH(X)$: diversidad de hábitat=2 $MPI(X)$: medidas de protección $AGA(X)$: fuentes de abasto de agua =3 $RGN(X)$: regeneración natural=2 $RGI(X)$: regeneración inducida	$RAMB(x) = DIV(x) \wedge CAB \wedge ADA(x)$ $DIV(x) = DIB(x) \wedge DIP(x) \wedge DIH^2(x)$ $CAB(x) = MPI(x) \wedge AGA^2(x)$ $ADA(x) = RGN(x) \wedge RGI(x)$
Una localidad X tiene alta $REC(X)$ si:	$FNG(X)$: Sus habitantes acceden a buenas fuentes de ingresos económicos $MDV(X)$: se cuentan con medios de vida para el desarrollo	$SLM(X)$: Salarios $CSG(X)$: Acceso a créditos y seguros $FMA(X)$: Capacidad para movilizar ayudas=2 $BGI(X)$: Bienes que generan ingresos $SGI(X)$: servicios que generan ingresos	$REC(x) = FNG(x) \wedge MDV(x)$ $FNG(x) = SLM(x) \wedge CSG(x) \wedge FMA^2(x)$ $MDV(x) = BGI(x) \wedge SGI(x)$

Una localidad X posee alta $RETE(X)$ si:	<p>$CAF(X)$: Se tiene un alto capital físico en la comunidad</p> <p>$INT(X)$: se desarrollan procesos de innovación tecnológica para la reducción de riesgos</p> <p>$RAP(X)$: se reduce el tiempo de respuesta al incendio forestal (RAP)</p>	<p>$ACC(X)$: vías de acceso=2</p> <p>$EVA(X)$: capacidades de evacuación=2</p> <p>$IFT(X)$: infraestructura tecnológica</p> <p>$MAR(X)$: materiales resistentes al fuego</p> <p>$SAT(X)$: Sistemas de Alerta Temprana=2</p> <p>$TEF(X)$: tecnologías de enfrentamiento</p> <p>$REF(X)$: rapidez de enfrentamiento</p> <p>$RUC(X)$: rapidez de recuperación=3</p>	<p>$RETE(x) = CAF(x) \wedge INT(x) \wedge RAP(x)$</p> <p>$CAF(x) = ACC^2(x) \wedge EVA^2(x) \wedge IFT(x)$ (2.</p> <p>$INT(x) = MAR(x) \wedge SAT^2(x) \wedge TEF(x)$</p> <p>$RAP(x) = REF(x) \wedge REC^3(x)$ (2.42)</p>
Una localidad X posee buena resiliencia de gobernanza $RGO(X)$ si:	<p>$PAR(X)$: Es alta la participación ciudadana en la gestión comunitaria y del riesgo</p> <p>$RESP(X)$: Es alta la responsabilidad gubernamental ante la reducción de riesgos</p> <p>$EFI(X)$: Es elevada la eficacia de la gestión del riesgo</p>	<p>$MOV(X)$: Movilización ciudadana=2</p> <p>$PIF(X)$: Procesos de información</p> <p>$PCN(X)$: Procesos de consulta</p> <p>$PCC(X)$: Prácticas de concertación=2</p> <p>$RRG(X)$: Inclusión de la reducción de riesgos en la gestión gubernamental=3</p> <p>$RSA(X)$: Responsabilidad socioambiental</p> <p>$POT(X)$: Cumplimiento del plan de ordenamiento territorial</p> <p>$PRR(X)$: Cumplimiento del plan de reducción de riesgos</p>	<p>$RGOB(x)$</p> <p>$= PAR(x) \wedge RESP(x) \wedge EFI(x)$</p> <p>$PAR(x)$</p> <p>$= MOV^2(x) \wedge PIF(x) \wedge PCN(x) \wedge PCC^2(x)$</p> <p>$RESP(x) = RRG^3(x) \wedge RSA(x)$</p> <p>$EFI(x) = POT(x) \wedge PRR(x)$</p>

Fuente: elaboración propia.

Para lograr coherencia con el posicionamiento teórico asumido, y en correspondencia con la clasificación de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos en Cuba, los autores consideran valorar la resiliencia local ante incendios forestales (*Relif*) de: baja si $0 < Relif < 0,25$; media cuando $0,26 < Relif < 0,5$; alta $0,51 < Relif < 0,75$; y muy alta $0,76 < Relif < 1$.

Análisis y discusión

En el estudio se pudo apreciar la importancia de esclarecer las distinciones entre los tres tipos de capacidades identificadas como las más frecuentes (Fig. 1), a decir: absorción, recuperación y adaptación. La capacidad de absorción según Uriarte (2010) está vinculada con la resistencia intrínseca del sistema y aumenta cuando los recursos son robustos y redundantes (Norris *et al.*, 2008). Esta capacidad depende

de las condiciones inherentes que posibilitan hacer frente a los eventos (Ainuddin & Routarie, 2012) y permite mantener las mismas poblaciones o variables pre-declaradas como esenciales (Singh-Peterson & Underhill, 2016), es decir, aquellas que se deben preservar antes de que pase a ser caracterizado por un conjunto diferente de procesos y estructuras (Sánchez *et al.*, 2016). Además de la resistencia, la capacidad de absorción incluye las capacidades de amortiguamiento y de afrontamiento. La primera de estas dos últimas, está descrita en Adger (2000) como la aptitud o la habilidad de un sistema de atenuar perturbaciones para evitar cambios en estructuras, variables y procesos que lo caracterizan.

Por su parte, "la capacidad de afrontamiento tiene en cuenta la habilidad de la población, las organizaciones y los sistemas para enfrentar y gestionar condiciones adversas, situaciones de emergencia o desastres mediante el uso de los recursos y las destrezas disponibles" (UNISRD, 2009, p.10). A nivel comunitario, la resiliencia se eleva al asumir aptitudes de afrontamiento efectivo por los grupos humanos ante los traumas, conflictos colectivos puntuales o crónicos, desastres socionaturales en los cuales influyen diversos aspectos psicosociales además de la respuesta individual (Uriarte, 2010).

La capacidad de recuperación se expresa "en el potencial de un sistema de permanecer en una configuración particular y para mantener sus funciones; o sea, en la capacidad para reorganizarse después de un cambio impulsado por una perturbación" (Walker *et al.*, 2002, p.2). También hace referencia a la capacidad para volver al estado original, tener una vida significativa, productiva, de normalidad, después de alguna alteración notable o daño debido a alguna situación adversa, e incluye la dimensión temporal en la superación de las dificultades (Uriarte, 2010).

La capacidad integrada de recuperación de desastres es una conceptualización interesante desarrollada en base a una revisión del tratamiento conceptual de la capacidad de recuperación en los campos de la ecología, la psicología y la ingeniería y de su aplicación a interpretaciones más recientes en el campo de estudios de desastres y ayuda humanitaria. Los tres elementos más importantes de esta capacidad son: las características de desarrollo sostenible, las de reducción del riesgo de desastres y de la comunidad. En el contexto de los desastres, las actividades efectivas de construcción de la capacidad integrada de recuperación de la resiliencia deben dirigirse a las diferentes etapas o procesos de reducción del riesgo de desastre (conocimiento del riesgo, mitigación, preparación, gestión de

emergencia y de recuperación y reconstrucción). En todos estos esfuerzos, la comunidad debe ser considerada como un agente activo de cambio, ya que los efectos del desastre se determinan a nivel local y en un contexto específico (Djalante, Holley, Thomalla & Carnegie, 2013).

La vaguedad¹ en el tratamiento de la capacidad de recuperación se corrobora en Strunz (2013) y se evidencia en los estudios de Adger, Hughes, Folke, Carpenter & Rockström (2005) quienes vinculan la recuperación con la capacidad de absorción, mientras que Walker *et al.* (2002) entienden a la adaptación y la transformación como parte de la recuperación. Por lo tanto, la pérdida de la capacidad de recuperación ecológica y social es frecuentemente crítica (Adger *et al.*, 2005).

Las mejores formas de manejar los impactos de los peligros y de la resiliencia a nivel local, son la respuesta de la comunidad y la capacidad de adaptación (Ainuddin & Routray 2012). La adaptación, la vulnerabilidad y la resiliencia son conceptos integradores que caracterizan y permiten comprender cómo los sistemas reaccionan a las perturbaciones, por lo que una gestión efectiva debe basarse en la comprensión de las relaciones internas entre los tres elementos, y sus vinculaciones con los riesgos de desastre (Lei *et al.*, 2014).

En el análisis de varias definiciones de adaptación, en ellas resultan elementos clave los ajustes ante los cambios del sistema, ya sea en términos de corto o largo plazo (Lei *et al.*, 2014). De esta manera "la capacidad de adaptación es aquella que permite realizar ajustes graduales e intencionales en anticipación o en respuesta al cambio, de manera que creen mayor flexibilidad en el futuro" (Turnbull y Sterrett, 2017, p.53).

La capacidad de adaptación refleja el aprendizaje, la flexibilidad para experimentar y adoptar soluciones novedosas, y el desarrollo de respuestas generalizadas a amplias clases de desafíos (Gunderson, 2000). Esta capacidad nutre y preserva los elementos que permiten al sistema renovarse y reorganizarse después de un cambio y reside en aspectos de la memoria, la creatividad, la innovación, la flexibilidad y la diversidad de los componentes ecológicos y capacidades humanas (Walker *et al.*, 2002). A nivel local se relaciona con la diversidad de los sistemas socioecológicos, en la cartera de sustento económico, el establecimiento de estructuras de gobierno

¹ Vista como una característica de los fenómenos o conceptos que tienen tanto en común, que es difícil separarlos (Tuggy, citado por [Strunz, 2013, p.113](#))

legítimos e inclusivos que establezcan redes horizontales con la sociedad civil para el aprendizaje y el desarrollo del capital social (Adger, *et al.*, 2005).

En el enfoque de capacidades, la absorción, la recuperación y la adaptación poseen una estrecha interrelación, se yuxtaponen y tienen cambios en temporalidades diversas, lo que sugiere que la resiliencia y sus capacidades se desarrollan de forma dinámica y procesual.

Varios investigadores distinguen a la resiliencia como proceso (Gifreu, 2018; Hardoy, Gencer, y Winograd, 2018; Martín y del Valle, 2019; Norris *et al.*, 2008; Riva de la Ibarra, Montorio y Rodrigues, 2015; Sellberg, Ryan, Borgström, Norström & Peterson, 2018). Desde esta perspectiva, para Norris *et al.* (2008) es un proceso de vinculación de un conjunto de capacidades de transformación a una trayectoria positiva de funcionamiento después de una perturbación. Mientras que Van der Merwe, Biggs & Preiser (2018) consideran que su contribución es sostener los procesos cruciales del sistema, dentro de un régimen socialmente deseable y ecológicamente viable. Estos procesos incluyen, entre otros, a la regeneración, reconversión, reorganización personal y social (Uriarte, 2010), es decir, a la innovación social.

La necesidad de introducción de las innovaciones tecnológicas y sociales para el manejo de los recursos naturales, la adaptación a condiciones climáticas, los cambios rápidos y extremos y la incertidumbre relacionada con el clima y los peligros socioambientales, es reconocida por estudiosos de la resiliencia (Torrico, 2018). En este sentido, la innovación es uno de los procesos del cambio social que conduce al desarrollo resiliente (Turnbull y Sterrett, 2017).

La vinculación del concepto innovación a la resiliencia es capital, ya que hace que los socioecosistemas no sean agentes pasivos, sino proactivos en su propia configuración (Escalera y Ruiz, 2011). Por tal razón los procesos de innovación son las vías para evolucionar a medida que lo hacen las circunstancias y el contexto económico, social y ambiental, es decir, hacia una resiliencia evolutiva (Gifreu, 2018).

Los sistemas socioecológicos están en constante transformación; sufren desde pequeñas modificaciones hasta cambios drásticos (Villasante y Martín, 2007). Los procesos de transformación están en estrecha relación con el desarrollo de las capacidades transformadoras. Turnbull y Sterrett (2017) manifiestan:

Estas capacidades son las que permiten hacer cambios intencionales para detener o reducir los factores del riesgo, vulnerabilidad y desigualdad, y asegurar una distribución más equitativa del riesgo para que no sea cargada en forma injusta sobre los más vulnerables". (p. 53)

Los procesos de transformación se relacionan con el aprendizaje, la creatividad, la orientación hacia el futuro (Uriarte, 2010) y se caracterizan por tener múltiples soluciones y una limitada predictibilidad (Folke *et al.*, 2004). Apunta al alcance de un nuevo estadio por la confluencia de innovaciones tecnológicas, reformas institucionales, cambios conductuales o culturales, cuando las condiciones sociales, económicas y ecológicas son inaceptables para sostener el sistema en el estado previo (Singh-Peterson & Underhill, 2016).

Los límites entre las capacidades de adaptación y las de transformación son borrosos porque ambos conceptos se refieren a la capacidad de efectuar cambios en el sistema. Las primeras apuntan hacia cambios pequeños y las segundas, hacia grandes cambios; sin embargo, esas magnitudes son imprecisas. Por estas razones, los autores consideran pertinente asumir la transformación como un proceso sistemático de modificaciones de estructuras, funciones e interrelaciones de los componentes del sistema que lo conducen hacia un nuevo nivel de desarrollo. Las transformaciones no deben considerarse solo como metas a largo plazo (Turnbull y Sterrett, 2017), ellas tienen lugar de maneras superpuestas y simultáneas con las capacidades de absorción, recuperación y adaptación, y son concurrentes a los procesos de innovación, durante todo el ciclo de reducción del riesgo.

El término de resiliencia local se expone en la investigación de Mileti (1999) para entender cómo una localidad puede resistir un acontecimiento natural extremo sin sufrir pérdidas devastadoras, disminución de la productividad o calidad de la vida sin recibir una gran asistencia del exterior. Este concepto reproduce el enfoque neoliberal de la resiliencia y resulta ambiguo al condicionar la cualidad de lo local, a la ayuda externa, y se limita a la capacidad de resistencia. Más adelante, la llamada resiliencia comunitaria o social comenzó a utilizarse para hacer referencia a los espacios micro o locales, pero estas concepciones se restringen al análisis de las dimensiones socioeconómicas.

Resulta cercana a la resiliencia local, la categoría conceptual de resiliencia territorial referida a la capacidad de reacción que poseen algunos territorios (ciudades, regiones, áreas rurales, etc.) ante circunstancias socioeconómicas adversas, de

superar los problemas, adaptarse a las nuevas realidades y poder avanzar en sus procesos de desarrollo (Riva de la *et al.*, 2015). Para Hamdouch *et al.* (citados en Sánchez *et al.*, 2016, p.96) significa prepararse, resistir o adaptarse a las situaciones de *shock*. Los autores resaltan la importancia de complementar la visión economicista con otros elementos como la economía del conocimiento, la innovación organizacional y la innovación social. Este concepto resulta limitado porque no especifica los tipos de capacidades a desarrollar y no toma en cuenta la perspectiva de procesos.

En correspondencia con los resultados obtenidos en esta investigación, se considera pertinente definir la resiliencia local como las capacidades de absorción, adaptación y recuperación que se desarrollan en procesos de innovación, transformación y reducción de riesgos en los ámbitos sociocultural, ambiental, económico, estructural-tecnológico y de gobernanza, ante una amenaza en un tiempo y espacio-territorio determinado, donde la robustez es su capacidad básica.

CONCLUSIONES

El índice de resiliencia local propuesto reconoce la pertinencia de delimitar la resiliencia intrínseca —asociada a la robustez socioambiental— de la resiliencia específica, e incorpora un conjunto de indicadores que permiten su operacionalización para el caso de los incendios forestales. Los indicadores pueden ser adecuados para otro tipo de peligro ante el que se desarrolle el estudio y a las características socioculturales del contexto.

La lógica difusa compensatoria resulta una herramienta valiosa para poder evaluar indicadores compuestos por criterios de naturaleza tan diversa, como los que integran la resiliencia específica.

REFERENCIAS

Adger, W. (2000). Social and Ecological Resilience: Are They Related? *Progress in Human Geography*, 24(3), 347–364. doi: 10.1191/030913200701540465

- Adger, W., Hughes, T., Folke, C., Carpenter, S. & Rockström, J. (2005). Social-Ecological Resilience to Coastal Disaster. *Science*, 309(5737), 1036-1039. doi: 10.1126/science.1112122
- Aguilar, S., Gallegos, A. y Muñoz, S. (2019). Análisis de componentes y definición del concepto resiliencia: una revisión narrativa. *RIP*, 2, 77-100. Recuperado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-30322019000200007&lng=es&tlng=es
- Ainuddin, S. & Routray, J. (2012). Community resilience framework for an earthquake prone area in Baluchistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2, 25-36. doi: 10.1016/j.ijdr.2012.07.003.
- Baggio, J. y Calderón, R. (2017). Socioecosistemas y resiliencia. Fundamentos para un marco analítico. En Calderón, R. (Ed). *Los sistemas socioecológicos y su resiliencia: casos de estudio* (pp. 23-38). Ciudad de México, México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Baggio, J., Brown, K. & Hellebrandt, D. (2015). Boundary Object or Bridging Concept? A Citation Network Analysis of Resilience. *Ecology and Society*, 20(2), 2. Recuperado de http://www.researchgate.net/publication/274697139_Boundary_object_or_bridging_concept_A_citation_network_analysis_of_resilience
- Consejo de Ministros (2018). Estrategia y Programa Nacional de Gestión y Manejo del Fuego en los Bosques de la República de Cuba para el periodo 2018-2025. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*. Acuerdo No. 8387. Recuperado de <http://www.gacetaoficial.cu>
- Davidson, J., Jacobson, C., Lyth, A., Dedekorkut, A., Baldwin, C., Ellison, J. y Smith, T. (2016). Interrogating resilience: toward a typology to improve its operationalization. *Ecology and Society*, 21(2), 27. doi: 10.5751/ES-08450-210227
- Djalante, R., Holley, C., Thomalla, F. & Carneg, M. (2013). Pathways for adaptive and integrated disaster resilience. *Natural Hazards*, 69, 2105–2135. doi 10.1007/s11069-013-0797-5
- Engle, N. (2011). Adaptive Capacity and its Assessment. *Global Environmental Change*, 21(2), 647-656. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2011.01.019

- Escalera, J. y Ruiz, E. (2011). Resiliencia socioecológica: aportaciones y retos desde la Antropología. *Revista de Antropología Social*, 20, 109-135. doi: 10.5209/rev_RASO.2011.v20.36264
- Flores, P. & Sanhueza, R. (2018). Community Resilience in the Face of Natural Disasters: Caleta Tumbes, Biobío Region of Chile. *Revista Colombiana de Geografía*. 27(1), 131-145. doi: 10.15446/rcdg.v27n1.59904
- Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Chapín, T. & Rockstrom, J. (2010). Resiliencia thinking: integrating adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 15(4), 20. Recuperado de <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art20>
- Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Elmqvist, T., Gunderson, L. & Holling, C. (2004). Regime shifts, resilience and biodiversity in ecosystem management. *Annual Review in Ecology, Evolution and Systematics*, 35, 557–581. doi:10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105711
- Foster, K. (2006). *A Case Study Approach to Understanding Regional Resilience*. Recuperado de <http://iurd.berkeley.edu/wp/2007-08.pdf>
- Gifreu, J. (2018). Ciudades adaptativas y resilientes ante el cambio climático: estrategias locales para contribuir a la sostenibilidad urbana. *Revista Aragonesa de Administración Pública*, 52, 102-158. Recuperado de http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/189039/Grifeu_Font_Ciudades_cambio_climatico_estrategias_locales_52_2018.pdf
- Gunderson, L. (2000). Ecological Resilience—in Theory and Application. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*, 31, 425–39. doi:10.1146/annurev.ecolsys.31.1.425
- Hardoy, J., Gencer, E. y Winograd, M. (2018). Planificación participativa para la resiliencia al clima en ciudades de América Latina: los casos de Dosquebradas (Colombia), Santa Ana (El Salvador) y Santo Tomé (Argentina). *Medio Ambiente y Urbanización*, 88(1), 29-61. Recuperado de <http://www.iid-al.org.ar>
- Holling, C. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1-23. Recuperado de <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>
- Keating, A., Campbell, K., Szoenyi, M., McQuistan, C., Nash, D. & Burer, M. (2017). Development and testing of a community flood resilience measurement tool.

- Natural Hazards Earth System Sciences.*, 17, 77–101. doi:10.5194/nhess-17-77-2017
- Lei, Y., Wang, J., Yue, Y., Zhou, H. & Yin, W. (2014). Rethinking the relationships of vulnerability, resilience, and adaptation from a disaster risk perspective. *Natural Hazards*, 70, 609–627. doi 10.1007/s11069-013-0831-7
- Martín, H. y Valle del, E. (2019). Turismo, transformaciones territoriales y resiliencia: Bariloche como evidencia de una ciudad turística intermedia argentina. *REDER*, 3(1), 41-52. Recuperado de <http://www.researchgate.net/publication/340899431>
- McAslan A. (2010). *The concept of resilience: Understanding its origins, meaning and utility.* Recuperado de <http://torrensresilience.org/images/pdfs/resilience%20origins%20and%20utility.pdf>
- Mileti, D. (1999). *Disasters by design: A reassessment of natural hazards in the United States.* Washington DC, EUA: Joseph Henry Press.
- Norris, F., Stevens, S., Pfefferbaum, B., Wyche, K. & Pfefferbaum, R. (2008). Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, and Strategy for Disaster Readiness. *Am. J. Community Psychol.*, 41, 127–150. doi 10.1007/s10464-007-9156-6
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2005). Marco de Acción de Hugo. Recuperado de <http://www.eird.org/mah/marco-deacc-hyogo.pdf>
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2015). Marco de Sendai para la reducción de riesgos de desastres. Recuperado de <http://www.unisdr.org/files/43291>
- Riva de la, J., Ibarra, P., Montorio, R. y Rodrigues, M. (Eds.) (2015). *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación.* Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza-AGE.
- Salinas, V., Cordone, G., Marina T. y Momo, F. R. (2016). *Pérdida de biodiversidad en redes tróficas: una medida de robustez del ecosistema marino de caleta Potter (Isla 25 de Mayo, Antártida).* doi: 10.13140/RG.2.2.27571.02084
- Sánchez, P., Gallardo, R., y Ceñas, F. (2016). La noción de la resiliencia en el análisis de las dinámicas rurales: Una aproximación al concepto mediante un enfoque territorial. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 13(77), 93-116. DOI: 10.11144/Javeriana.cdr13-77.nrad

- Sellberg, M., Ryan, P., Borgström, S., Norström, A. & Peterson, G. (2018). From resilience thinking to Resilience Planning: Lessons from practice. *Journal of Environmental Management*, 217, 906–918. doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.04.012
- Simonsen, S., Biggs, R., Schluter, M., Schoon, M., Bohensky, E., Cundill, G. y Moberg, F. (2015). *Applying resilience thinking: Seven principles for building resilience in social-ecological systems*. Recuperado de www.stockholmresilience.org/download/18.10119fc11455d3c557d6928/1398150799790/SRC+Applying+Resilience+final.pdf
- Singh-Peterson, L. & Underhill, S. (2016). *A multi-scalar, mixed methods framework for assessing rural communities' capacity for resilience, adaptation, and transformation*. *Community Development*. doi: 10.1080/15575330.2016.1250103
- Strunz, S. (2013). *The German energy transition as a regime shift*. Recuperado de <https://ideas.repec.org/p/zbw/ufzdps/102013.html>
- Tellman, B., Bausch, J., Eakin, H., Anderies, J., Mazari, M., Manuel, D. & Redman, C. (2018). Adaptive pathways and coupled infrastructure: seven centuries of adaptation to water risk and the production of vulnerability in Mexico City. *Ecology and Society*, 23(1), 1 -12. doi:10.5751/ES-09712-230101
- Torres, M., Cid, B., Bull, M., Moreno, J., Lara, A., González, C. y Henríquez, B. (2018). Resiliencia comunitaria y sentido de comunidad durante la respuesta y recuperación al terremoto-tsunami del año 2010, Talcahuano-Chile. *REDER*, 2(1), 21-37. Recuperado de <http://www.researchgate.net/publication/324502930>
- Torrico, J. C. (2018). *Marco conceptual para la evaluación de la resiliencia de sistemas agrícolas y naturales*. Recuperado de <http://www.researchgate.net/publication/329521911>
- Turnbull, M. y Sterrett, C. (2017). *Absorber, adaptar, transformar. Evaluación final del programa de creación de resiliencia en Centroamérica-Melanesia*. Recuperado de <http://pdfroom.com/books/absorb-adapt-transform/Zavd93VA2KD>
- UNISDR (2009). *Terminology on disaster risk reduction*. Recuperado de <http://www.unisdr.org/eng/terminology/UNISDRterminology-2009-eng.pdf>

- Uriarte, J. (2010). La resiliencia comunitaria en situaciones catastróficas y de emergencia. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1), 687-693. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/3498/349832324073.pdf>
- Van der Merwe, S. E., Biggs, R. & Preiser, R. (2018). A framework for conceptualizing and assessing the resilience of essential services produced by socio-technical systems. *Ecology and Society*, 23(2), 12. doi:10.5751/ES-09623-230212
- Vega, L., Marrero, F. y Pérez, M. (2020). Evaluation of control activities through diffuse Compensatory Logic in a hospital entity. *AMC*, 24(3), 348-359. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenl.cgi?IDARTICULO=99647>
- Villasante, T. y Martín, P. (2007). Redes y conjuntos de acción: para aplicaciones estratégicas en los tiempos de la complejidad social. *Política y Sociedad*, 44(1), 113-134. DOI: 10.5565/Rev/redes.87
- Walker, B., Carpenter, S., Anderies, J., Abel, N., Cumming, G. S., Janssen, M. y Pritchard, R. (2002). Gestión de la resiliencia en los sistemas socio-ecológicos: una hipótesis de trabajo para un enfoque participativo. *Conservación Ecológica*, 6(1). Recuperado de <http://www.consecol.org/vol6/iss1/art14/>

Declaración de conflictos de interés

Los autores declaramos que el artículo es original y no ha sido enviado a otra revista, asimismo se confirma que todos los autores son responsables del contenido, y que no existe plagio ni conflictos de intereses o éticos.

Declaración de las contribuciones de los autores

Virginia Hardy Casado: Conceptualización (líder), análisis formal, redacción - borrador original redacción - revisión y edición.

Carlos Manuel Vilariño Corella: Conceptualización (apoyo), redacción - borrador original, redacción - revisión y edición.

Any Flor Nieves Julbe: Conceptualización (apoyo), redacción - borrador original, redacción - revisión y edición.