



Tecnología de gestión del riesgo por sequía para la toma de decisiones

Technology of drought risk management for decision making

Nélida Varela-Ledesma^I

 <http://orcid.org/0000-0002-5407-7834>

Elizabeth Mulet-Deulofeu^{II}

 <http://orcid.org/0000-0002-5527-4928>

Lisabeth Rojas-Varela^{III}

 <http://orcid.org/0000-0003-2829-4090>

^I Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey, Cuba.
correo electrónico: nelida.varela@reduc.edu.cu

^{II} Empresa de Proyectos de Ingeniería y Arquitectura #11. Camagüey, Cuba.
correo electrónico: emulet@epiaonce.cu

^{III} Departamento de Comunicación, Mincult. La Habana, Cuba.
correo electrónico: rojasvarelalisy@gmail.com

Recibido: 1 de marzo del 2021.

Aprobado: 16 de abril del 2021.

RESUMEN

La gestión de riesgos medioambientales ofrece una visión preventiva para el desarrollo socioeconómico frente a un clima cambiante. En este trabajo se propone una tecnología de gestión del riesgo en los niveles estratégicos y operativos como soporte esencial de apoyo a la decisión ante sucesos de origen natural como la sequía. Se realizó la simulación dinámica del sistema a partir de la modelación teórica del proceso; además, se emplearon técnicas inteligentes de minería de datos en la concepción de un software a la medida. Se obtuvo como resultado una tecnología compuesta por modelo conceptual, procedimiento hacia la mejora continua sobre bases de ambientes sostenibles, y la plataforma informática SIDecision, que centraliza la gestión. Las interpretaciones de parámetros estadísticos demuestran la calidad alcanzada en la toma de decisiones con respecto a la gestión del riesgo para un estudio de caso en territorio cubano, luego de haberse implementado la tecnología.

Palabras clave: gestión de riesgos, medio ambiente, toma de decisiones, software.

ABSTRACT

Environmental risk management provides a preventive vision for socio-economic development in face of a changing climate. In this paper a technology for risk management at strategic and operational levels is proposed as essential support for decision-making to events of natural origin such as drought. The system dynamic simulation was carried out from the theoretical modeling of process; in addition, intelligent data mining techniques were used in the design of custom software. A technology that consists of a conceptual model, a continuous improvement procedure on

environmentally sustainable bases and SIDecision computer platform, which centralizes management. Interpretations of statistical parameters demonstrate the quality achieved in decision-making regarding risk management for a case study in Cuban territory, after the technology has been implemented.

Keywords: risk management, environment, decision making, software.

I. INTRODUCCIÓN

La reducción de riesgos por situaciones extremas de origen natural como la sequía, que ocasiona escasez de agua, forma parte del trabajo que siguen los países en plena correspondencia con la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas [1]. En tal sentido se promueve la gestión eficaz de los riesgos, la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y el fortalecimiento de programas integrales de protección del medio ambiente, con acciones dirigidas al manejo de las cuencas hidrográficas y la lucha contra la desertificación y la sequía.

En Cuba, el suceso de sequía 2014-2017 cubrió casi la tercera parte del territorio nacional y tuvo una duración de seis períodos estacionales consecutivos; se afectó seriamente la agricultura, particularmente las plantaciones de caña de azúcar [2]. Frente a un clima cambiante se requiere un plan de gestión debidamente fundamentado y explícito, una guía de trabajo en condiciones de escasez de lluvia que contribuya a la reducción oportuna de los riesgos, de manera tal que el enfrentamiento cambie de una conducta reactiva a una actuación proactiva ante una posible crisis [3].

Existe un desconocimiento respecto a la cultura de gestión de riesgo [4]. Palma-De Cuevas (2017) se refiere a la complejidad de las situaciones de riesgo, por lo que se debe considerar el enfoque sistémico, incorporando las amenazas socio-naturales y antrópicas, y las vulnerabilidades sociales y de los ecosistemas, así como las interrelaciones entre estos [5].

Una estrategia de gestión debe generar acciones concretas, para lo cual el uso de la infotecnología ofrece dinámica a la decisión, hasta el punto que se acerque el proceso al conocimiento. Con el uso de la tecnología se mejoran los procedimientos, se pueden crear nuevos productos y/o servicios con valor agregado, se encuentran oportunidades de innovación [6].

En el desarrollo de tecnologías de apoyo a los procesos decisorios asociados a la gestión de riesgos medioambientales se deben tener en consideración métodos de análisis inteligente de procesamiento de los datos para la valoración-planificación y monitoreo que tributen a la mejora continua y contribuyan a incrementar de manera sostenible un desempeño competitivo con responsabilidad social.

La necesidad de soportar las decisiones que se tomen para enfocar las operaciones hacia la reducción de los riesgos exige a los directivos, en un ambiente de consenso, la generación y evaluación sistemática de diferentes escenarios de decisión. La tecnología informática (TI) es clave en la gestión de riesgos [7]; de la misma manera que un software a la medida, es decir, ajustado a las necesidades de usuarios involucrados, favorece la optimización de la gestión [8].

El objetivo de esta investigación es proponer una tecnología de gestión del riesgo por sequía que contribuya al fortalecimiento de la capacidad de respuesta durante el proceso de toma de decisiones. Particularmente de la tecnología se especifican las características fundamentales del modelo que integra a los actores involucrados para actuar sobre los riesgos; sobre esta base conceptual, se conforma el procedimiento desde los enfoques sistémico, estratégico y participativo; y se especifican los elementos del sistema informático desarrollado a la medida para optimizar el proceso. Los resultados se validan mediante su aplicación en un estudio de caso seleccionado.

II. MÉTODOS

Un proceso de gestión que ayude a definir prioridades y a distinguir entre planes de acción diferentes debe implementarse para que los ejecutivos y otros actores tomen decisiones correctas. El estándar NC-ISO 31000:2018 [9] es un punto de referencia reconocido internacionalmente para la definición de gestión del riesgo, al propiciar un enfoque propio en el diseño e implementación de los marcos de trabajo mediante actividades coordinadas para el control de cualquier tipo de riesgo [10].

Esta norma guía propicia la relación entre los factores de riesgo y la incidencia sobre estos de actividades claves dentro de un plan de gestión integral que se encamina hacia la mejora continua

TECNOLOGÍA DE GESTIÓN DEL RIESGO POR SEQUÍA PARA LA TOMA DE DECISIONES

mediante un proceso que implica la comunicación y consulta, el establecimiento del contexto y evaluación, el tratamiento del riesgo, su seguimiento y revisión.

Indicadores y atributos del modelo conceptual

En el ciclo planteado para el proceso de gestión del riesgo los componentes que intervienen en el modelo requieren como variable de entrada las opciones y prioridades que se derivan de la información existente de manera aislada en cada grupo de interés. Por recomendación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) se adecuan los indicadores temáticos medioambientales presión-estado-impacto-respuesta (PEI/R) [11] para medir los riesgos ante sequía.

La identificación de los factores de riesgo se realizó por expertos seleccionados a partir de una muestra inicial intencionada (10), obtenida de forma no probabilística. Se aplicaron las técnicas: entrevista, observación y talleres de consenso, a fin de valorar la preparación y responsabilidad que se tuviese acerca del manejo actual del riesgo por ocurrencia de procesos de sequía, estado de implementación de otros resultados afines a la temática [12], funcionamiento en Cuba del procedimiento operativo del Sistema de alerta temprana, y participación consciente en las reuniones periódicas de los grupos provinciales y municipales para el uso productivo y racional del agua en el enfrentamiento a la sequía.

La selección de la muestra y el análisis de competencias se efectuaron según Cruz & Martínez (2012) [13]. Se eligieron ocho expertos en total, con experiencia promedio de 20 años en la temática. Se procesaron y agruparon los criterios emitidos utilizando el método Delphi para finalmente identificar 22 factores de riesgo, una vez calculado el coeficiente de concordancia de Kendall.

En un proceso iterativo de consulta a la información, dentro del propio plan de manejo del riesgo, se integran los actores claves, como se observa en la figura 1, para intervenir sobre los factores de riesgo clasificados, con incidencia en el cumplimiento de las metas de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).



Fig. 1. Escenario de decisión dentro del modelo conceptual

En la figura 2 se aprecia la inclusión de la mirada hacia lo sistémico, estratégico y participativo; de modo que se contribuya a evitar la sectorización de la gestión, consecuentemente, mayor certidumbre en la toma de decisiones. Se resuelve que dichos enfoques intervengan en la modelación conceptual, actuando durante la categorización, descripción y expresión de los indicadores convenidos dentro del marco PEI/R.

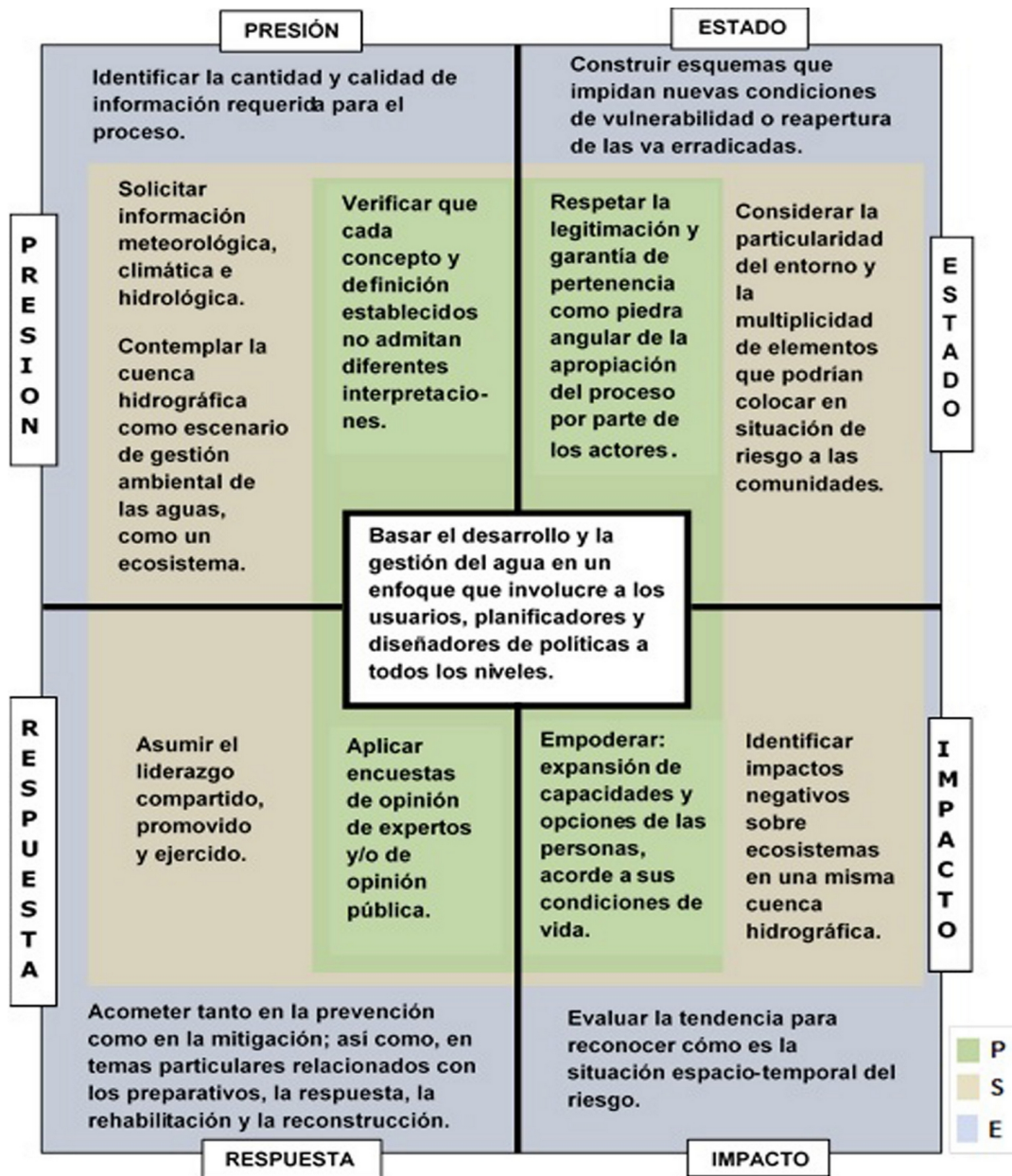


Fig. 2. Acciones desde lo participativo (P), sistémico (S) y estratégico (E) para el cumplimiento de Objetivos de Desarrollo Sostenible

La prueba de validez estructural y funcional del flujo de trabajo se realizó mediante la simulación por Redes de Petri (RdP).

Sistema de información de soporte a la decisión

Resultó pertinente diseñar un software a la medida, componente esencial de la tecnología, que implementa las etapas con adecuación al modelo de gestión proyectado, propiciando la relación entre las dimensiones, sistema de información y proceso de toma de decisiones [14].

Para la concepción de esta plataforma informática se empleó el lenguaje de consulta estructurado (por sus siglas en inglés **Structured Query Language SQL**) de alto nivel para el acceso a la base de datos. Como entorno de desarrollo se aprovechan las bondades de NetBeans, un producto libre y gratuito sin restricciones de uso; con la aplicación JavaFX Scene Builder se construyó la interfaz gráfica de la aplicación.

Las interfaces de usuario cumplen con las mejores prácticas de usabilidad [15], toda vez que se aplica un diseño interactivo centrado en los requerimientos específicos del cliente. La usabilidad es

TECNOLOGÍA DE GESTIÓN DEL RIESGO POR SEQUÍA PARA LA TOMA DE DECISIONES

una de las características medibles de la calidad de un producto software [16], que se tuvo en cuenta desde el inicio del proyecto, como soporte continuo para la asimilación, manejo e interpretación correcta de la información para la gestión del conocimiento.

Se optó por una base de dato de tipo relacional compuesta por 23 tablas. Las relaciones asociadas facilitan las consultas por parte de los actores, a partir de las cuales se puede conocer y apreciar de manera gráfica el consumo de agua, el comportamiento de los factores de riesgos por sequía incluidos en cada indicador temático, tal como se concibió en el modelo teórico.

La subjetividad se reduce mediante el sistema de información de apoyo a la decisión al emplear técnicas inteligentes de minería de datos, útiles para efectuar predicciones y análisis de tendencia. Se realizó un análisis con Weka, herramienta de acceso libre para el aprendizaje automático de la información que aplica unos métodos u otros para determinar qué algoritmo implementar, en concordancia con el propósito del estudio.

Se analizaron varios métodos, el IBK (KNN), que clasifica en cada instancia encontrada la clase más frecuente a la que pertenezcan sus K vecinos más cercanos; la regresión lineal, para intentar construir una función matemática que calcule el valor a predecir; MLP de Weka, que realiza validación cruzada; Decision Table, para construir una tabla de decisión; y por último el M5P, que combina los árboles de decisión con las funciones de regresión lineal, para lo cual se van creando "reglas" que se aplican consecuentemente, de acuerdo a determinada condición. Se aplicó la prueba estadística post hoc [17] que aportó conductas similares, por lo que se consideró el criterio de expertos para preferir finalmente el uso el modelo de regresión lineal.

Instrumento de investigación

Se diseñó el contenido del cuestionario GIRIS (Gestión integral del riesgo por sequía) con el objetivo de verificar que las relaciones entre los componentes de la tecnología tributarán a los resultados de esta, fundamentalmente al fortalecimiento de la toma de decisiones desde la perspectiva de la gestión.

Se sometieron a criterios elementos agrupados en dimensiones sistémicas. Se consultaron personas con profundos conocimientos sobre el objeto de estudio; las respuestas se valoran en escala Likert. Para esta investigación resultó trascendental la representatividad de decisores y actores mediadores familiarizados con la conducta de la sequía como fenómeno extremo.

III. RESULTADOS

En la tabla 1 aparecen las cuatro etapas correspondientes al ciclo simulado de gestión de riesgos.

Tabla 1. Resultados del análisis semántico del diseño del procedimiento

Análisis cualitativo	Condiciones	Resultados
Análisis estructural	Nodos tipo lugar	19
	Nodos tipo transición	14
	Operadores	5
	Arcos	38
	Operados mal utilizados	0
	Violaciones de libre elección	0
	Lugares no cubiertos por componentes	0
Robustez	Componentes conectados	33
	Componentes fuertemente conectados	33
	Lugares sin condiciones de entrada y salida	0
	Ciclos infinitos	0

Del análisis semántico del diseño se comprueba que no existen operadores usados erróneamente, ni violaciones de libre elección, por lo que se valida la consistencia lógica de la propuesta.

Una vez simulado el diseño del procedimiento para la gestión del riesgo por sequía y comprobada su validez semántica se define su organización en cuatro fases y 10 pasos. Desde la primera hasta la última etapa se garantizan los enfoques sistémico y participativo, a partir de la planificación

estratégica, entendida como el conjunto de actividades o acciones articuladas entre sí, que al preverse anticipadamente influyen en el curso de los acontecimientos para alcanzar la situación deseable [5].

La estructura del procedimiento aparece en la figura 3. El ciclo recursivo que recorre la línea de flujo desde la Fase IV en el gráfico hasta la Fase II se adecua a los principios de la norma NC-ISO 31000:2018, el monitoreo permanente del entorno y del comportamiento de los factores de riesgo para la mejora continua iterativa y calidad participativa transversal.

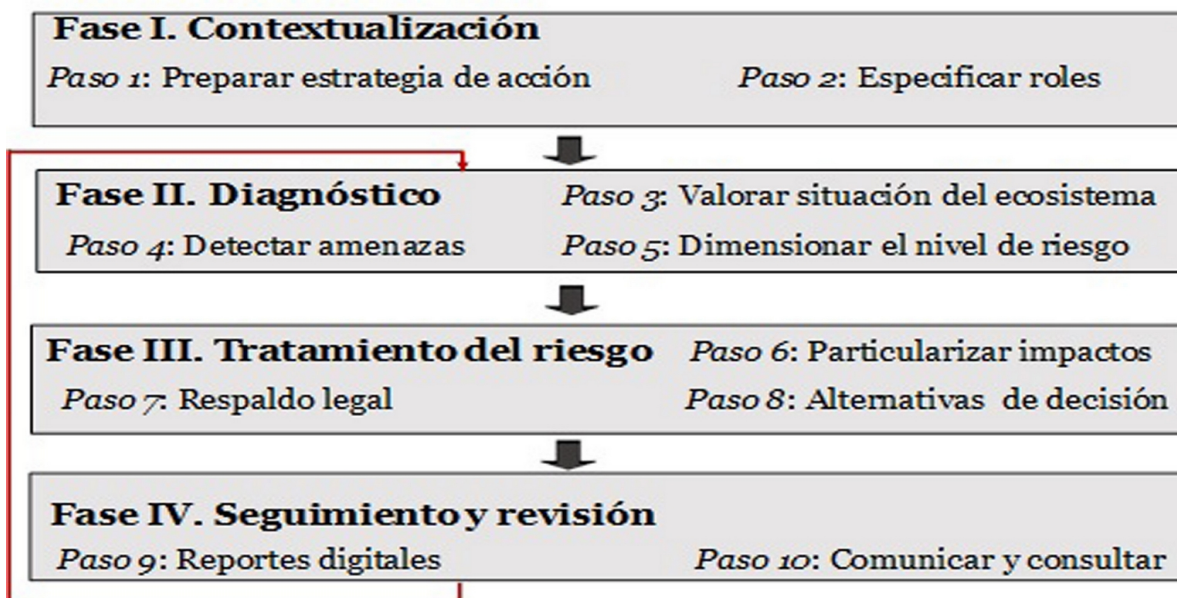


Fig. 3. Procedimiento para la gestión del riesgo por sequía para la toma de decisiones

El software a la medida SIDecision opera a partir de la Fase II del procedimiento, donde el diagnóstico abarca la evaluación del riesgo, integrando datos para conseguir información coherente.

Aplicación de la tecnología en la provincia de Camagüey, Cuba

Como caso de estudio se seleccionó del territorio cubano la provincia de Camagüey por ser una zona que históricamente ha sufrido los impactos de sequías severas, con incremento progresivo de su frecuencia e intensidad. Para la detección de amenazas (paso 4 del procedimiento), por ejemplo, en la figura 4 la aplicación SIDecision representa un modelo específico para cada embalse.

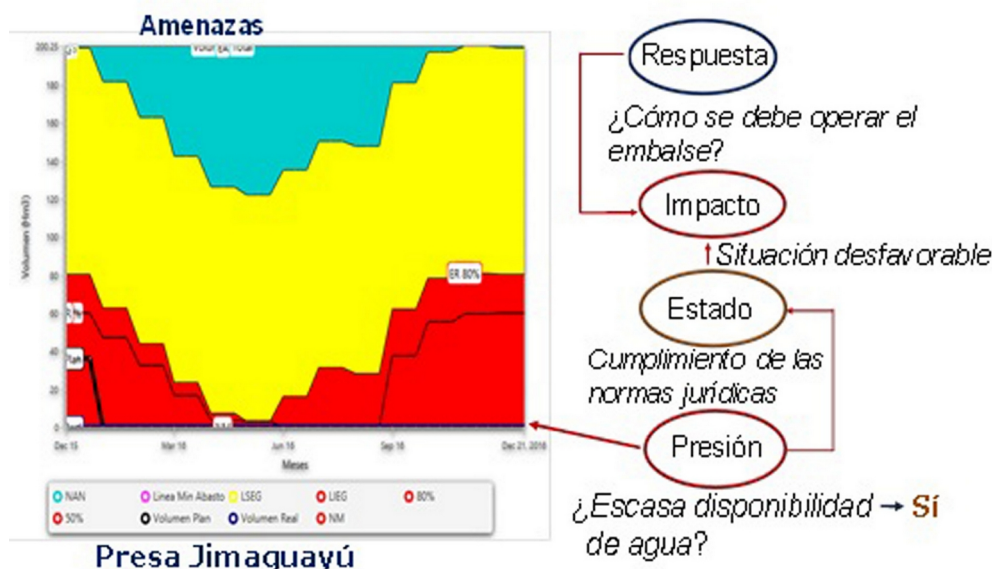


Fig. 4. Condiciones de embalses (presas) mediante representación digital

TECNOLOGÍA DE GESTIÓN DEL RIESGO POR SEQUÍA PARA LA TOMA DE DECISIONES

Lo anterior se puede someter a criterio de los actores involucrados utilizando el sistema informático. Una opción importante relacionada con los altos consumidores, identificados previamente en la base de datos, y otra asignada a la situación de los embalses, se corresponde con las salidas de SIDecision mostradas en las figuras 5 y 6, respectivamente, ambas se contemplan en el Paso 6 de la Fase III.



Fig. 5. Gestión proactiva del riesgo al particularizarse los impactos. Hospital provincial Manuel Ascunce Domenech, alto consumidor de agua en Camagüey

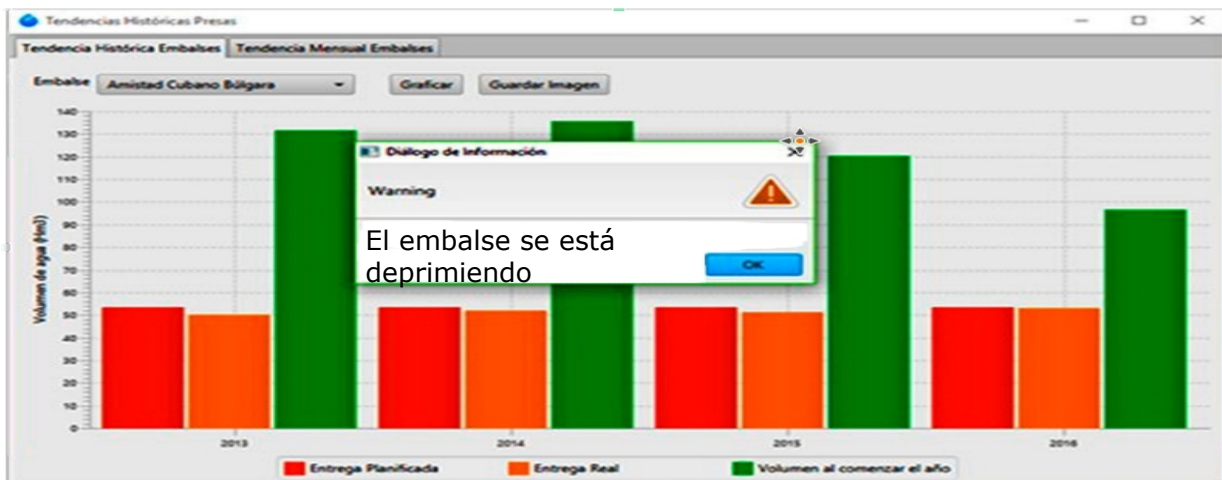


Fig. 6. Alerta a decisores sobre embalses deprimidos

En GIRIS se sometieron a criterios elementos agrupados en siete dimensiones:

- 1 Indicadores Presión-Estado-Impacto/Respuesta (PEI/R).
- 2 Enfoque sistémico.
- 3 Enfoque estratégico.
- 4 Enfoque participativo.
- 5 Sistema de Información de Apoyo a la Decisión.
- 6 Normativa NC ISO 31000: 2018 para la gestión del riesgo.
- 7 Viabilidad de la tecnología.

Este instrumento obtuvo un coeficiente de confiabilidad según el Alfa de Cronbach de 0,862, una cifra mayor que 0,7, el mínimo aceptable [18], tal como se exhibe en la tabla 3.

Tabla 3. Resultado del coeficiente estadístico Alfa de Cronbach aplicado al cuestionario GIRIS

Estadísticos de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
0.862	0.873	10

El cuestionario aprobado se aplicó a los expertos con competencia, identificados al inicio de la investigación, a fin de evaluar la tecnología para el tiempo de aplicación en el territorio camagüeyano. En la figura 7 se visualiza un gráfico radial que permite valorar el avance experimentado por cada año de implementación, acorde a las valoraciones emitidas.

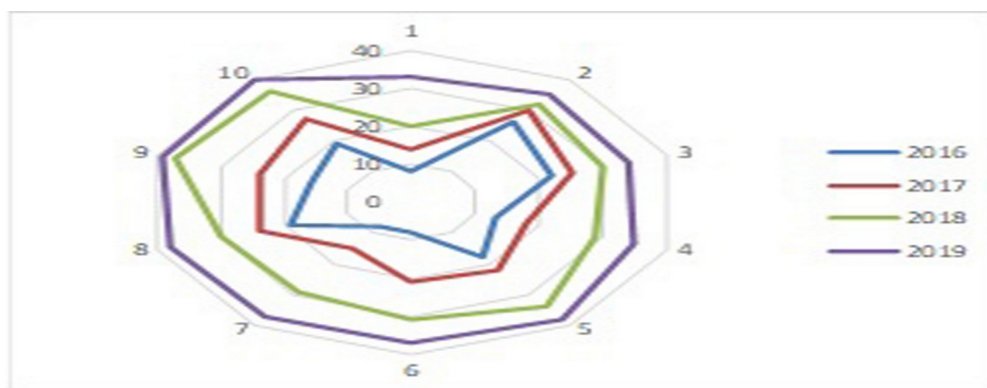


Fig. 7. Resultados del diagnóstico efectuado durante la aplicación de la tecnología en la provincia de Camagüey, según cuestionario GIRIS

En la figura 8 se muestra el empleo del método diferencial o número índice simple que permite a quienes toman las decisiones contar con un panorama más preciso del comportamiento de las variables a través del tiempo y hacer comparaciones por períodos significativos.

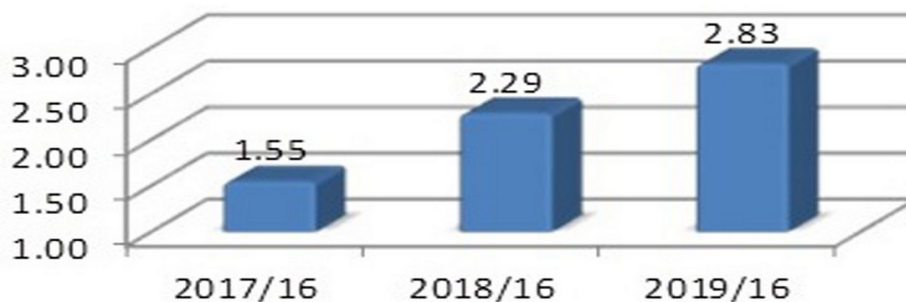


Fig. 8. Comportamiento de la medida estadística número simple para evaluar la calidad de la toma de decisiones

IV. DISCUSIÓN

Los elementos conformadores del modelo conceptual se contemplan en la estructura del procedimiento, y propician un desempeño superior del proceso de apoyo a la decisión. El procedimiento proporciona visualidad de esquemas digitales que permiten ubicar los embalses, obras y clientes que dependen del consumo de agua en determinada cuenca hidrográfica; es decir, se pueden gestionar los recursos que administra el Consejo técnico de cuenca. La existencia o no de

TECNOLOGÍA DE GESTIÓN DEL RIESGO POR SEQUÍA PARA LA TOMA DE DECISIONES

presiones naturales y/o antrópicas que repercuten en la disponibilidad del recurso agua se constata con la emisión digital de gráficos que representan una historia de consumo por usuarios, el recorrido del volumen actual del embalse con respecto a lo normal; por lo que se identifican de manera proactiva los riesgos que puedan ocasionarse por causa de embalses deprimidos.

El sistema informático prevé un modelo específico para cada embalse. Con este tipo de trazado se puede analizar en cualquier momento, qué llenado tiene, cómo ha variado, cuál es la tendencia y cuáles son las alternativas probables en su operación para un futuro inmediato. Las salidas de SIDecision ofrecen la posibilidad para los ejecutivos de decidir cómo van a proceder ante la predicción que se les brinda por técnicas inteligentes, así pueden tomar decisiones para planificar correctamente la entrega de agua al conocer si lo que se está planificando a los usuarios está por encima de lo que realmente consumen, lo que llevaría a ajustar los planes; o, si son derrochadores por problemas en las redes u otra cuestión.

La prueba estadística aplicada al cuestionario demostró que las dimensiones y atributos seleccionados caracterizan correctamente la gestión del riesgo por sequía desde una perspectiva integral, y con esto mayor certeza en la toma de decisiones. Con la aplicación del cuestionario GIRIS se verificó que las relaciones entre los componentes implicados en la tecnología tributan a los fines de esta, fundamentalmente en el fortalecimiento de la toma de decisiones.

Se evaluaron los resultados del cuestionario aplicado a los expertos a partir del año 2017 en que se implanta la tecnología. Una vez concluido el período de estudio (año 2019) respecto al año base 2016 se aprecia, mediante el cálculo del número índice simple, la fortaleza sostenida en la toma de decisiones por parte de los involucrados en la gestión el riesgo por sequía.

V. CONCLUSIONES

- La gestión de riesgos medioambientales y en específico los relativos por sequía, precisa realizarse de forma integral mediante procesos estándares avalados internacionalmente, orientados hacia el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, con alto grado de participación multisectorial e interdisciplinaria, de manera tal que se fortalezca la toma de decisiones ante las incertidumbres.
- El modelo concebido sobre bases científicas soporta el procedimiento de gestión del riesgo por sequía. El desarrollo de un software a la medida permite predecir comportamientos, tendencias y sugerencias de alternativas de decisión; lo cual contribuye a un plan de gestión proactiva.
- La tecnología propuesta, compuesta por: modelo, procedimiento y sistema informático, apoya la toma de decisiones en la gestión del riesgo por sequía al involucrar a usuarios, planificadores y diseñadores de políticas a todos los niveles. Promueve también la aplicación de las normas legales para el uso racional y productivo del agua en el escenario de la cuenca hidrográfica, como proceso sistémico; además de contemplar la planificación de metas, acciones e indicadores de evaluación estratégica para contrarrestar los efectos del evento climático. 🏠

VI. REFERENCIAS

1. Cosme J. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la academia. *MEDISAN*. 2018; 22(8):839-850. ISSN 1029-3019.
2. Barcia-Sardiñas S, Fontes-Leandro M, Ramírez-González M, Viera-González EY. La sequía meteorológica 2014-2017, características e impactos en la provincia Cienfuegos. *Revista Cubana de Meteorología*. 2019; 25(sp):317-330. ISSN 2664-0880.
3. Méndez O, Rivera E, Llanusa H., Hernández AO. Enfrentamiento a la sequía operacional en la empresa Aguas de La Habana. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*. 2018; 39(2):112-123. ISSN 1815-591X.
4. Soler-González R, Varela-Lorenzo P, Oñate-Andino A, Naranjo-Silva E. La gestión de riesgo: el ausente recurrente de la administración de empresas. *Revista Ciencia UNEMI*. 2018; 11(26):51-62. ISSN 2528-7737.
5. Palma-De Cuevas SI. Planificación estratégica, sistémica y prospectiva para prevenir y mitigar riesgos de desastre en áreas urbanas históricas de Guatemala. *Quivera*. 2017; 18(2), p. 11-30. ISSN 1405-8626
6. Terán A, Dávila G, Castañón, R. Gestión de la tecnología e innovación: un Modelo de Redes Bayesianas. *Nueva Época*. 2019; 27(50):63-100. ISSN 0124-0013

7. Carrizo, C, Ferreyra Y, Astudillo D, Soldá S. Sustentabilidad y gestión de riesgo. Respuesta, reparación y prevención frente a inundaciones desde un análisis de caso. *Letras Verdes*. 2018; (24):105-123. ISSN 1390-6631.
8. González SE, Parra JB, Mendoza V. Herramienta tecnológica para la gestión del riesgo en PyMES. *Temas de Ciencia y Tecnología*. 2017; 21(61): 51-61. ISSN 2007-0977
9. Oficina Nacional de Normalización (NC). *NC-ISO 31000:2018. Gestión del riesgo - Directrices*. 2018 [consulta: 2021-04-07]. Disponible en: <http://www.ncnorma.cu>
10. Ramírez A, Ortiz Z. Gestión de Riesgos tecnológicos basada en ISO 31000 e ISO 27005 y su aporte a la continuidad de negocios. *Ingeniería*. 2018; 16(2):56-66. ISSN 2448-8364.
11. Quiroga R. Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, 2007 [consulta: 2015-03-20]. Disponible en: <https://eco.mdp.edu.ar/cendocu/repositorio/00552.pdf>
12. Tamayo HA, Milanés C, Milanés VA. Almacén de Datos para la gestión de estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo en Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*. 2019; 13(2):61-76. ISSN 2227-1899.
13. Cruz, M., & Martínez, M. C. (2012). Perfeccionamiento de un instrumento para la selección de expertos en las investigaciones educativas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 14(2), 167-179. ISSN 1607-4041
14. Ahumada-Tello E, Perusquia JMA. Inteligencia de negocios: estrategia para el desarrollo de competitividad en empresas de base tecnológica. *Contaduría y Administración*. 2016; 61(1):127-158. ISSN 2248-8410
15. García W, Plasencia JA. Aspectos claves para la informatización y el Gobierno Electrónico. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*. 2020; 14(3):124-147. 2227-1899
16. Callejas-Cuervo M, Alarcón-Aldana AC, Álvarez-Carreño AM. Modelos de calidad del software, un estado del arte. *Entramado*. 2017; 13(1), p. 236-250. ISSN 1900-3803
17. Quindemil EM, Rumbaut F. Análisis de componentes principales para obtener indicadores reducidos de medición en la búsqueda de información. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*. 2019; 30(3), p. 1-17. ISSN 1561-2880.
18. Tuapanta JV, Duque MA, Men, AP. Alfa de Cronbach para validar un cuestionario de uso de TIC en docentes universitarios. *MktDescubre*. 2017; (1):37- 48. ISSN 2602-8522.

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses

Contribución de cada autor

Nélida Varela-Ledesma: Concepción y proyección de la investigación. Diseño y desarrollo del Sistema de Información de Apoyo a la Decisión. Adecuación en el modelo del marco ordenador ambiental para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible. Proceso de simulación del flujo de trabajo. Diseño del cuestionario GIRIS. Definición de métodos de validación. Valoración final.

Elizabeth Mulet-Deulofeu: Desarrollo del software SIDecision e implementación. Visualidad mediante esquemas digitales. Validación de la propuesta mediante aplicación de instrumento estadístico.

Lisabeth Rojas-Varela: Introducción de técnicas de Usabilidad para cada interfaz gráfica. Visibilidad del procedimiento de apoyo a la decisión. Análisis y procesamiento de los resultados del diagnóstico efectuado durante la aplicación de la tecnología.