

**DEVELOPMENT OF AN EXPERT MODEL BASED ON FUZZY LOGIC FOR THE  
MANAGEMENT OF INFORMATION TECHNOLOGIES.**

**DESARROLLO DE UN MODELO EXPERTO BASADO EN LÓGICA DIFUSA  
PARA LA GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN.**

**Autores:**

Jorge Cristian Cárdenas Matute  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, CUENCA, ECUADOR  
INGENIERO DE SISTEMAS, DOCENTE TIEMPO COMPLETO



[jcardenasm@ucacue.edu.ec](mailto:jcardenasm@ucacue.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0003-1136-6107>

Javier Bernardo Cabrera Mejía  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, CUENCA, ECUADOR  
DOCTOR EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN,  
DOCENTE TIEMPO COMPLETO.



[jcabreram@ucacue.edu.ec](mailto:jcabreram@ucacue.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0003-2027-0211>

Jorge Lugo García  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, CUENCA, ECUADOR  
DOCENTE MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN



[jorge.lugo.82@ucacue.edu.ec](mailto:jorge.lugo.82@ucacue.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0002-1314-7621>

Fechas de:

Recepción: 12-JUL-2022 Aceptación: 28-JUL-2022 Publicación: 15-SEP-2022



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>

## RESUMEN

En la presente investigación se utilizó la teoría de lógica difusa para establecer un modelo de un sistema experto que ayude a la toma de decisiones en la gestión de TI. Los resultados encontrados en la investigación son: generación de un modelo sistema experto utilizando el método propuesto minmax. Finalmente se concluye que, con el modelo generado nos permite reducir el número de variables a considerar, de acuerdo al nivel de importancia correlacional, para una mejor y correcta gestión de TI.

**Palabras Claves:** Modelo experto, lógica difusa, gestión de TI, moderación, tecnología.

### ABSTRACT

In the present investigation, fuzzy logic theory was used to establish a model of an expert system that helps decision-making in IT management. The results found in the investigation are: generation of an expert system model using the proposed minmax method. Finally, it is concluded that, with the generated model, it allows us to reduce the number of variables to consider, according to the level of correlational importance, for a better and correct IT management.

**Keywords:** Expert model, fuzzy logic, IT management, moderation, technology.

## INTRODUCCIÓN

La Tecnologías de la Información (TI), tienen repercusiones inmensas en prácticamente todos los aspectos de nuestras vidas(1), y está estrechamente relacionado con los factores de productividad(2), ya que es un factor estratégico para el éxito de las organizaciones, con independencia de su naturaleza, sector de actividad o dimensión. Podemos conceptualizarla como “*Tecnologías para el almacenamiento, recuperación, proceso y comunicación de la información*”(3)(4).

Dentro de las organizaciones la Gestión de TI conlleva un proceso que abarca la concepción de políticas y procedimientos orientados al adecuado almacenaje, protección, recuperación y procesamiento de datos electrónicos en conjunción a los actores principales y secundarios, interno y externos; las estrategias que ayuden y coadyuven con un crecimiento sano y ordenado; directrices adecuadas que permitan tener claros los objetivos y metas en los cortos, medianos y largos plazos, determinando planes, programas, proyectos que permitan garantizar en todo momento la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información; junto a todo lo organizacionalmente relacionado a un mejoramiento continuo(5).

El adecuado uso de las TI en los diferentes entornos, ya sean estos personales o empresariales resultan beneficiosos en para mejorar los procesos actuales, optimizar el uso de recursos y satisfacción de necesidades(6). Las TI están presentes en todos los ámbitos y cuanto más y mejor usadas, mayor será el beneficio posterior, no es ajeno entonces procurar aprovechar sus recursos en mayor medida en los entornos organizacionales, recursos que permitan gestionar la información, que es tan valiosa, con la mayor efectividad posible, ya sea esta escasa o abundante, y como parte de ello también a sus actores *-quienes proveen y quienes usan-* estos recursos(7).

### La Gestión

Gestionar tiene que ver con la administración, organización y funcionamiento de una entidad u organismo para asegurar su correcto funcionamiento. Como definición: “*es una acción*

*integral, entendida como un proceso de trabajo y organización en el que se coordinan diferentes miradas, perspectivas y esfuerzos, para avanzar eficazmente hacia objetivos asumidos institucionalmente y que deseáramos que fueran adoptados de manera participativa y democrática”(8). Así, cuando hablamos de gestión, se refiere a la forma en que un grupo de personas traza metas en común, las organiza, las define forma clara y hace una proyección de las fortalezas, los recursos humanos, los recursos técnicos y los recursos económicos. Entonces, diremos que la gestión es un proceso de construcción de un colectivo a partir de la convergencia de identidades, experiencias y habilidades de los individuos involucrados.*

### **La Tecnología**

En lo referente a tecnología en cuanto a que se define como los medios necesarios para producir y vender un bien o servicio(7). Y de este modo también adoptar la clasificación en cuanto al grado de modernidad, sobre todo por el hecho de que en función de ella se puede estimar niveles diferentes de efectividad. Tendríamos entonces:

- a) Tecnología primitiva: Tiene que ver con las tecnologías antiguas de épocas primitivas, esclavistas y feudales.
- b) Tecnología moderna: Avance con referencia a las primitivas, alcances del último siglo.
- c) Tecnología atrasada: Hace referencia a la tecnología que ha sufrido superada en algún factor.
- d) Tecnología de punta: Es productos de los últimos avances en investigación y desarrollo.

### **Gestión de Tecnológica**

La gestión de la tecnología puede verse como la adopción, implantación y uso de técnicas de gestión para apoyar los procesos de innovación tecnológica. Está contemplada por los procesos y métodos propios de la gestión, además de, evaluación, economía, ingeniería, informática y matemáticas aplicadas.

En los procesos de la gestión de la tecnología, se identifican los diferentes factores, necesidades y oportunidades de tecnología y para entonces planificar, diseñar, desarrollar e implementar las soluciones tecnológicas. En función de los niveles de acción las mejoras obtenidas y esquemas de funcionamiento definidos se transfieren sus resultados a las unidades productivas(9).

El proceso de gestión requiere de obtención y aplicación de diferentes tipos de conocimientos y herramientas que permitan a todos quienes forman parte del sistema colaborar de forma efectiva. El mejoramiento continuo del *know how* del negocio y el aporte colaborativo son claves en este proceso, entonces es necesario tener ciertas capacidades en:

- 1) Recolección de datos
- 2) Procesamiento de datos
- 3) Análisis de la información
- 4) Difusión del conocimiento
- 5) Implementación de los nuevos saberes
- 6) Conservación del conocimiento

La Gestión de la Tecnología se caracteriza por una visión global optimizada y orientada al futuro de la organización que puede lograr un equilibrio entre la eficiencia y la eficacia en la definición de su estrategia de innovación.

La gestión tecnológica busca un mejor desempeño con base en cuatro funciones de gestión: planificación, organización, dirección y control.

### **Tecnologías de la Información**

Dispositivos y medios tecnológicos para comunicación y tratamiento de la información procedentes de los avances tecnológicos en electrónica y herramientas conceptuales, ya conocidas como producto de la investigación y el desarrollo, consecuencia de la utilización de las mismas tecnologías y del avance del conocimiento humano(10).

A medida que los ecosistemas de TI crecen en tamaño complejidad y heterogeneidad, también la necesidad de gestionarlas de forma íntegra, para que sus estructuras puedan expresarse de forma organizada y estandarizada. Existe una serie de modelos de gestión estandarizados cada uno con su propio protocolo de comunicación y definición de información de gestión utilizados en diferentes campos. Conforme a su crecimiento, surgen problemas para integrar modelos de gestión con el fin de controlar globalmente la infraestructura y sus servicios. Una forma de hacerlo es integrar modelos de información. Esta integración combinada con la automatización de la aplicación de políticas en TI permitirá su comportamiento autónomo.

### **Gestión de TI**

La gestión de todo lo concerniente a TI dentro de las organizaciones conlleva un proceso que abarca la concepción de políticas orientadas al adecuado uso de las TI y los actores principales y secundarios, interno y externos; las estrategias que ayuden y coadyuven con un crecimiento sano y ordenado de las organizaciones; planes que permitan tener claras las directrices y metas en los cortos, medianos y largos plazos, conjuntamente a los indicadores que permitan conocer y mitigar posibles problemáticas en los procesos de ejecución; establecer adecuados niveles de seguridad y todas las acciones relacionadas a un adecuado control y mejoramiento continuo.

Para una adecuada gestión de TI es indispensable tener claro quiénes son los actores en todos los procesos internos y externos en las diferentes áreas de intervención, tales como: ingenieros, investigadores, tecnólogos y usuarios en general.

### **Funciones de la gestión tecnológica**

#### **Actividades**

- Monitoreo, análisis y prospectiva
- Planificación del desarrollo
- Diseño de estrategias
- Identificación, evaluación y selección de tecnologías

- Adaptación e innovación
- Negociación, adquisición y contratación
- Comercialización de tecnologías
- Financiamiento y desarrollo
- Selección y capacitación de asesores y operadores
- Gestión de proyectos de investigación
- Suministro y evaluación informática

### **Planeación**

Indistintamente de cual sea tipo de organización y su propósito, necesita fortalecer y ampliar su estructura organizacional y su participación dentro del marco de sus operaciones para asegurar su operatividad y permanencia. Ello exige plantearse estrategias y procesos de planificación bien estructurados para asegurar su cumplimiento. A las estrategias organizacionales les debe seguir una estrategia tecnológica que en esencia debe decidir si desarrolla internamente tecnología (I+D) o si opta por una transferencia o compra.

La planeación en TI es clave para la prospectiva tecnológica y los diagnósticos internos y externos.

### **Prospectiva**

En lo que tiene que ver con prospectiva se habla de los *futuros posibles* y *futuros deseables*. Esto refuerza el concepto de que el futuro no es para esperarlo sino para hacerlo. Entre el marco de análisis de los futuros posibles, y basados en los recursos y conocimiento disponibles hay alguno que son más fáciles de alcanzar que son los *probables*. Pero no todos los encontrados son positivos por lo cual es sumamente importante analizarlos tomando en cuenta todos los factores existentes para poder él deseable.

### **Diagnóstico**

Aquí se considera el hecho de elaborar un diagnóstico externo que considere aspectos como: Competitividad (líder, media, débil); ubicación principal de la tecnología (producto, proceso,

infraestructura, servicios); posición en el ciclo de vida; grado de disponibilidad. Y en el diagnóstico interno identificar las fortalezas y oportunidades principales.

El resumen, el diagnóstico nos permitirá tener una visión holística de nuestra situación actual y establecer de forma clara líneas de base y puntos de partida para afrontar las diferentes acciones planificadas, además de poder descubrir factores tecnológicos que podrían ser claves para el éxito en la gestión de TI.

### **Lógica Difusa**

La LD fue formulada por el matemático e ingeniero Lotfi Zadeh alrededor de 1965 en la Universidad de California en Berkeley(11), la cual se fundamenta en la incertidumbre, a partir de esto poder trabajar con datos o información vaga o de difícil especificación para llegar a usar estos datos o información de forma objetiva para un fin determinado(4). La adaptabilidad y flexibilidad derivada del concepto de LD la hace apropiada para los sistemas de asistencia en la toma de decisiones(12).

Los modelos matemáticos como la matemática difusa, se puede usar como herramienta de cálculo en que basa su procesamiento en criterios de verdad, como base se toma una escala de valores que irían desde el extremo que propone lo más falso hasta el extremo que propone lo más verdadero, obteniendo como resultado datos cuantitativos, los cual garantiza un resultado de elección más cercano a la verdad, de un conjunto de alternativas, tomando como base los atributos que *cumple* con las necesidades planteadas, para alcanzar un logro de un objetivo determinado. La gran oportunidad surgida con el auge de LD, es *“la formalización del pensamiento lógico dialéctico, la aplicación de las matemáticas para lograrlo; uniendo la tradición clásica aristotélica, continuada y transformada en el seno de la comunidad matemática...”*(13).

A la LD se le puede considerar como una técnica de juicio cercano no probabilístico, dotando de información cualitativa aproximada. Lo que más resalta está de manera especial la posibilidad de solventar *dificultades complicadas* y algo especificadas, mismas con sistemas habituales tienen altos niveles de complejidad para corregir. *“Conforme crece la complejidad*

*los enunciados exactos pierden su significado y los enunciados útiles pierden exactitud, por lo tanto, los conjuntos borrosos permiten establecer este mapeo de una forma apropiada, basado a criterios de significado y no de precisión”(14).*

La lógica clásica es determinística, para la cual todo se basa en decisiones polarizadas entre *verdadero* y *falso*, sin embargo, en las decisiones operativas para los problemas del mundo real, existen alternativas que podrías estar cercanas, pero no necesariamente en polos opuestos, de ese modo se da paso al concepto de LD, en la cual se puede entender como un conjunto difuso a una serie de objetos que en función de sus características muestran un grado de pertenencia para el conjunto dado. Con todo esto, cada objeto perteneciente al conjunto está caracterizado por una función de pertenencia, cuyos valores simplificados iría desde cero hasta uno (*verdadero...falso*).

La LD, al tratarse de una forma de lógica con multivalente, puede operar bajo el concepto de *razonamiento aproximado*. En tal sentido, las variables lingüísticas se usan para la definición de conjuntos. Por ejemplo, una variable lingüística que se desea analizar como la estatura de una persona, puede tener tomar una serie de valores tales como alto o bajo. El valor bajo permite serializar y categorizar a los elementos del universo de estatura con mayor detalle al darle valores de que varían en pertenencia dentro del conjunto.

### **Lógica Difusa Compensatoria**

La Lógica Difusa Compensatoria (LDC) fue desarrollada por un grupo científico multidisciplinario de del Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, Cujae, en La Habana, Cuba. Ésta constituye una rama de la Lógica Difusa (LD)(4).

Es un modelo multivalente que permite generar modelos simultáneos de múltiples procesos deductivos para la toma de decisiones, permitiendo usar conceptos relativos a la realidad lo cual puede asemejarse en patrones del comportamiento humano.

Entre los principales propósitos de la LDC está el uso de las preferencias basadas en predicados que se expresan a través de frases complejas del lenguaje natural y no en una sola etiqueta lingüística(15). El camino se traza en función de la ramificación de resultados y

evolución de los nodos probabilísticos denominado Fuzzy Tree. Todo esto genera nuevas escalas de posibilidades -grises- que están entre blanco y negro(16).

### **Toma de decisiones**

Para la toma de decisiones, se analizan los datos, mismos que pueden ser un conjunto de conceptos, aproximaciones, modelos y métodos para ayudar a un decisor a describir, evaluar, ordenar, rechazar o aceptar objetos o alternativas (soluciones a un problema) en base a una evaluación (por puntuaciones, valores, etc.) de acuerdo a varios criterios. Los métodos de decisiones pueden ser discretos (Técnicas Electre, AHP, Promethee) o continuos (Ponderaciones, restricciones, distancia de Manhattan y Tchebycheff, Lexicográficas, MinMax, Stem). Una segunda clasificación de los métodos se basa en función de si conocemos con certeza lo que ocurrirá en un futuro o no, es decir, de la certidumbre o incertidumbre de tomar una decisión sabiendo o sin saber qué ocurrirá.

Dentro del análisis de la incertidumbre, por lo general se trabaja con la técnica de la Dominación Simple, Decisión de Wald, Método de Hurwicz, de Savage, Método de Laplace y el Árbol de Decisión; y para el análisis del riesgo, se usa la Dominación Simple, Dominación Estocástica, Criterio del Valor Esperado, Valor en Riesgo (VAR).

Con todas las condiciones antes indicadas, la teoría que mejor se acopla es la de efectos olvidados, misma que en su concepto parte por el análisis de dos conjuntos de elementos dados como:

$$A = \{a_i | i = 1, 2, \dots, n\}$$

$$B = \{b_j | j = 1, 2, \dots, m\}$$

Considerando que existe una incidencia de  $(a_i)$  sobre  $(b_j)$ , si el valor de la función característica de pertenencia del par  $(a_i, b_j)$  está evaluado en  $[0,1]$ . Por lo que el grado de incidencia de cada  $(a_i)$  sobre  $(b_j)$ , es expresado a través de la función:

$$\mu: AXB \rightarrow [0, 1]$$

De tal forma que:

$$\forall (a_i, b_j) \in AXB; \mu(a_i, b_j) \in [0, 1]$$

Donde  $\mu$  representa los valores del plano cartesiano formado por el conjunto de pares de elementos evaluados, definiendo la matriz de incidencias directas (**Figura 1**), a través de la cual se muestran las relaciones de causa – efecto que se producen con diferente grado entre los elementos de (A) -causas y los elementos de (B) – efectos.

|          | $b_1$          | $b_2$          | $b_3$          | $b_4$          | $\dots$  | $b_n$          |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------|----------------|
| $a_1$    | $\mu_{a_1b_1}$ | $\mu_{a_1b_2}$ | $\mu_{a_1b_3}$ | $\mu_{a_1b_4}$ | $\dots$  | $\mu_{a_1b_n}$ |
| $a_2$    | $\mu_{a_2b_1}$ | $\mu_{a_2b_2}$ | $\mu_{a_2b_3}$ | $\mu_{a_2b_4}$ | $\dots$  | $\mu_{a_2b_n}$ |
| $a_3$    | $\mu_{a_3b_1}$ | $\mu_{a_3b_2}$ | $\mu_{a_3b_3}$ | $\mu_{a_3b_4}$ | $\dots$  | $\mu_{a_3b_n}$ |
| $a_4$    | $\mu_{a_4b_1}$ | $\mu_{a_4b_2}$ | $\mu_{a_4b_3}$ | $\mu_{a_4b_4}$ | $\dots$  | $\mu_{a_4b_n}$ |
| $a_5$    | $\mu_{a_5b_1}$ | $\mu_{a_5b_2}$ | $\mu_{a_5b_3}$ | $\mu_{a_5b_4}$ | $\dots$  | $\mu_{a_5b_n}$ |
| $\vdots$ | $\vdots$       | $\vdots$       | $\vdots$       | $\vdots$       | $\vdots$ | $\vdots$       |
| $a_n$    | $\mu_{a_nb_1}$ | $\mu_{a_nb_2}$ | $\mu_{a_nb_3}$ | $\mu_{a_nb_4}$ | $\dots$  | $\mu_{a_nb_n}$ |

**Figura 1.** Matriz de incidencias directas

## MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se centra en una investigación cuantitativa, en donde el diseño de investigación que se utiliza es del tipo preexperimental, basada con el análisis de expertos y esta con las reglas de la lógica difusa se emplea en la construcción del modelo, siendo su alcance del tipo correlacional debido a que busca establecer las relaciones entre las variables independientes y la variable independiente del modelo(17). La primera etapa de la construcción del modelo es establecer una aproximación a la realidad a través de una base de conocimiento del fenómeno a modelar, para tal caso se recomienda entrevistar a los expertos(18); en nuestro caso levantamos la información a 10 expertos en la Gestión de TI, estableciendo primero de manera empírica las variables independientes y dependientes (**Tabla 1**) así como las relaciones implícitas entre las variables, y de esta forma generar una aproximación inicial del modelo (**Tabla 3** y

**Tabla 4**). Debido a que el modelo es generado de manera empírica a través de una base de conocimiento basada por los expertos, se recomienda utilizar un sistema difuso tipo Mamdani(19).

## RESULTADOS

*Tabla 1. Listado de causas y efectos*

| Causas    |                                       | Efectos   |                               |
|-----------|---------------------------------------|-----------|-------------------------------|
| <i>C1</i> | Proceso de Planeación estratégica     | <i>E1</i> | Generación de estrategia      |
| <i>C2</i> | Implementación de la estrategia       | <i>E2</i> | Gerencia financiera           |
| <i>C3</i> | Planificación y proceso de producción | <i>E3</i> | Gerencia de portafolio        |
| <i>C4</i> | Capacidad de producción               | <i>E4</i> | Gerencia de demanda           |
| <i>C5</i> | Mantenimiento                         | <i>E5</i> | Gerencia de catálogo          |
| <i>C6</i> | Investigación y desarrollo            | <i>E6</i> | Gerencia de nivel de servicio |

| <b>Causas</b> |   | <b>Efectos</b> |                                     |
|---------------|---|----------------|-------------------------------------|
| <i>C7</i>     | Aprovisionamiento   | <i>E7</i>      | Gerencia de disponibilidad          |
| <i>C8</i>     | Manejo de inventarios   | <i>E8</i>      | Gerencia de capacidad               |
| <i>C9</i>     | Ubicación e infraestructura                                       | <i>E9</i>      | Gerencia de continuidad             |
| <i>C10</i>    | Aspectos generales de la calidad                                  | <i>E10</i>     | Gerencia de seguridad de TI         |
| <i>C11</i>    | Sistema de calidad  | <i>E11</i>     | Gerencia de proveedor               |
| <i>C12</i>    | Mercadeo nacional: mercadeo y ventas                              | <i>E12</i>     | Gerencia de cambio                  |
| <i>C13</i>    | Mercadeo nacional: servicios                                      | <i>E13</i>     | Gerencia de configuración y activos |
| <i>C14</i>    | Mercadeo nacional: distribución                                   | <i>E14</i>     | Gerencia de liberación              |
| <i>C15</i>    | Mercadeo exportación: Plan exportador                             | <i>E15</i>     | Prueba y validación de servicio     |
| <i>C16</i>    | Mercadeo exportación: Producto.                                   | <i>E16</i>     | Evaluación del servicio             |
| <i>C17</i>    | Mercadeo exportación: Competencia y mercadeo.                     | <i>E17</i>     | Gerencia de conocimiento            |
| <i>C18</i>    | Mercadeo exportación: Distribución física internacional.          | <i>E18</i>     | Gerente de incidentes               |
| <i>C19</i>    | Mercadeo exportación: Aspectos de negociación.                    | <i>E19</i>     | Gerencia de eventos                 |
| <i>C20</i>    | Mercadeo exportación: participación en misiones y ferias.         | <i>E20</i>     | Ejecución de solicitud              |
| <i>C21</i>    | Monitoreo de costos y contabilidad.                               | <i>E21</i>     | Gerencia de problemas               |
| <i>C22</i>    | Administración financiera.  | <i>E22</i>     | Gerencia de acceso                  |
| <i>C23</i>    | Normas legales y tributarias.                                     | <i>E23</i>     | Elaboración de informes             |
| <i>C24</i>    | Aspectos generales.   | <i>E24</i>     | Medición de servicio                |
| <i>C25</i>    | Capacitación y promoción del personal.                            | <i>E25</i>     | Mejora                              |
| <i>C26</i>    | Cultura organizacional.   |                |                                     |
| <i>C27</i>    | Salud y seguridad industrial.                                     |                |                                     |
| <i>C28</i>    | Política ambiental de la empresa.                                 |                |                                     |
| <i>C29</i>    | Estrategia para proteger el medioambiente.                        |                |                                     |
| <i>C30</i>    | Concientización y Capacitación del personal en temas ambientales. |                |                                     |

| Causas | Efectos                         |
|--------|---------------------------------|
| C31    | Administración del desperdicio. |
| C32    | Planeación del sistema.         |
| C33    | Entradas.                       |
| C34    | Procesos.                       |

Para la valoración de los elementos considerados como causa - efecto ( $C_i \rightarrow I_i$ ) de las variables de la planificación estratégica, los expertos han considerado la correspondencia semántica expresada en la escala de incidencias de la **Tabla 2**.

**Tabla 2.** Escala de incidencias y grado de presunción

| Grado de Presunción | Incidencia                                |
|---------------------|---|
| 0                   | No tiene incidencia                       |
| 1                   | Tiene mínima incidencia                   |
| 2                   | Tiene poca incidencia                     |
| 3                   | Tiene algo de incidencia                  |
| 4                   | Tiene una incidencia regular              |
| 5                   | Tiene incidencia como no tiene incidencia |
| 6                   | Tiene bastante incidencia                 |
| 7                   | Tiene una importante incidencia           |
| 8                   | Tiene mucha incidencia                    |
| 9                   | Tiene muchísima incidencia                |
| 10                  | Máxima incidencia                         |

Ahora se establece la matriz de incidencias [M] de las causas versus los efectos como se indica en la **Tabla 3**.

**Tabla 3.** Matriz de incidencias [M]

|            | <i>E1</i> | <i>E2</i> | <i>E3</i> | <i>E4</i> | <i>E5</i> | ... | <i>E20</i> | <i>E21</i> | <i>E22</i> | <i>E23</i> | <i>E24</i> | <i>E25</i> |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>C1</i>  | 7,0       | 7,4       | 7,8       | 5,8       | 5,4       | ... | 5,6        | 5,2        | 6,2        | 6,2        | 5,6        | 5,2        |
| <i>C2</i>  | 7,4       | 5,2       | 6,2       | 4,6       | 5,0       | ... | 5,8        | 6,4        | 5,4        | 7,2        | 4,6        | 4          |
| <i>C3</i>  | 6,8       | 7,8       | 8,2       | 5,6       | 4,2       | ... | 6,0        | 4,4        | 3,8        | 4,0        | 3,8        | 4,4        |
| <i>C4</i>  | 5,2       | 4,8       | 4,8       | 3,4       | 3,8       | ... | 6,4        | 3,4        | 3,8        | 4,8        | 6,4        | 3,8        |
| <i>C5</i>  | 5,0       | 6,4       | 4,2       | 5,0       | 4,6       | ... | 5,0        | 3,8        | 4,4        | 4,8        | 5,4        | 4,8        |
| <i>C6</i>  | 5,6       | 5,8       | 5,6       | 5,8       | 6,6       | ... | 5,2        | 5,8        | 4,8        | 4,6        | 5,4        | 5,2        |
| <i>C7</i>  | 4,2       | 6,2       | 4,6       | 4,8       | 4,2       | ... | 4,2        | 5,2        | 5,0        | 4,2        | 6,0        | 6,6        |
| <i>C8</i>  | 5,2       | 5,0       | 5,0       | 3,8       | 5,8       | ... | 4,6        | 3,4        | 5,0        | 3,6        | 5,4        | 4,2        |
| <i>C9</i>  | 5,2       | 4,8       | 5,2       | 3,6       | 3,8       | ... | 5,6        | 4,6        | 5,6        | 4,6        | 5,8        | 3,6        |
| <i>C10</i> | 6,8       | 7,2       | 6,0       | 5,0       | 5,8       | ... | 6,0        | 6,6        | 6,2        | 6,6        | 5,8        | 6,2        |
| <i>C11</i> | 6,0       | 3,6       | 3,4       | 4,6       | 5,0       | ... | 3,6        | 5,0        | 6,8        | 5,2        | 4,2        | 4,2        |
| <i>C12</i> | 3,8       | 4,4       | 5,2       | 5,0       | 4,4       | ... | 5,4        | 3,8        | 5,4        | 5,0        | 4,2        | 4,4        |
| <i>C13</i> | 5,0       | 3,8       | 5,2       | 4,4       | 5,0       | ... | 5,2        | 4,8        | 3,8        | 5,2        | 5,6        | 4,2        |
| <i>C14</i> | 5,6       | 3,6       | 3,4       | 3,4       | 4,2       | ... | 5,0        | 3,8        | 5,0        | 5,0        | 4,0        | 4,2        |
| <i>C15</i> | 5,6       | 4,0       | 4,4       | 3,8       | 5,0       | ... | 4,0        | 4,4        | 6,2        | 4,8        | 3,8        | 5,0        |
| <i>C16</i> | 6,0       | 4,6       | 5,6       | 3,8       | 4,0       | ... | 4,8        | 3,8        | 5,4        | 4,4        | 5,4        | 4,2        |
| <i>C17</i> | 5,0       | 5,2       | 4,4       | 4,0       | 4,6       | ... | 5,0        | 5,0        | 5,6        | 4,8        | 4,0        | 4,8        |
| <i>C18</i> | 7,0       | 5,0       | 4,0       | 4,6       | 5,2       | ... | 5,2        | 6,6        | 6,2        | 5,4        | 7,8        | 6,0        |
| <i>C19</i> | 7,2       | 5,6       | 4,2       | 3,8       | 4,6       | ... | 5,6        | 4,6        | 5,0        | 5,2        | 6,6        | 4,2        |
| <i>C20</i> | 6,2       | 5,0       | 4,6       | 5,6       | 4,0       | ... | 6,6        | 5,0        | 4,2        | 4,8        | 5,2        | 4,0        |
| <i>C21</i> | 6,8       | 6,0       | 4,2       | 4,2       | 4,2       | ... | 5,2        | 6,0        | 4,2        | 3,6        | 6,0        | 5,6        |

|            | <i>E1</i> | <i>E2</i> | <i>E3</i> | <i>E4</i> | <i>E5</i> | ... | <i>E20</i> | <i>E21</i> | <i>E22</i> | <i>E23</i> | <i>E24</i> | <i>E25</i> |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>C22</b> | 5,8       | 4,8       | 4,2       | 5,2       | 5,4       | ... | 5,2        | 3,8        | 7,4        | 5,2        | 5,2        | 4,2        |
| <b>C23</b> | 6,8       | 6,8       | 5,0       | 5,6       | 4,6       | ... | 5,4        | 5,0        | 4,8        | 4,0        | 5,4        | 5,4        |
| <b>C24</b> | 6,4       | 5,0       | 4,4       | 5,0       | 5,6       | ... | 6,4        | 6,0        | 4,2        | 5,0        | 4,0        | 4,8        |
| <b>C25</b> | 5,6       | 4,2       | 4,4       | 3,8       | 3,8       | ... | 4,2        | 5,0        | 5,2        | 5,6        | 4,0        | 4,0        |
| <b>C26</b> | 4,6       | 5,4       | 3,6       | 4,4       | 3,4       | ... | 5,0        | 4,6        | 3,8        | 4,8        | 4,6        | 5,2        |
| <b>C27</b> | 6,0       | 5,2       | 3,8       | 5,0       | 5,0       | ... | 5,2        | 6,2        | 4,6        | 6,2        | 4,0        | 4,6        |
| <b>C28</b> | 5,0       | 4,8       | 4,2       | 5,2       | 5,2       | ... | 3,8        | 6,0        | 5,0        | 6,2        | 7,4        | 6,8        |
| <b>C29</b> | 6,2       | 6,0       | 5,0       | 4,0       | 5,0       | ... | 6,2        | 5,0        | 5,8        | 5,2        | 4,8        | 5,0        |
| <b>C30</b> | 5,8       | 6,2       | 5,4       | 5,6       | 5,4       | ... | 4,8        | 5,4        | 5,2        | 5,2        | 5,4        | 4,6        |
| <b>C31</b> | 5,4       | 5,4       | 3,6       | 5,0       | 5,8       | ... | 4,2        | 7,0        | 5,8        | 4,4        | 7,0        | 7,8        |
| <b>C32</b> | 5,4       | 6,6       | 6,0       | 6,0       | 4,2       | ... | 5,2        | 3,6        | 6,0        | 4,4        | 6,2        | 6,4        |
| <b>C33</b> | 4,4       | 6,2       | 3,8       | 5,2       | 4,8       | ... | 5,4        | 3,8        | 4,0        | 5,0        | 4,4        | 4,8        |
| <b>C34</b> | 5,8       | 5,6       | 5,6       | 5,8       | 5,2       | ... | 5,4        | 5,0        | 4,4        | 5,2        | 5,2        | 4,8        |

*Nota:* Los resultados son el promedio de las respuestas de cada causa analizada con cada efecto.

El objetivo es obtener una matriz de incidencias pero que refleje no solo las relaciones de causalidad directas, sino aquellas que a pesar de no ser evidentes existen y a veces son fundamentales para la apreciación de fenómenos, para poder desarrollar este objetivo se necesitó de varios dispositivos para que diferentes causas puedan tener efectos sobre sí mismas y considerar que determinados efectos también puedan dar incidencias sobre ellos mismos, por eso fue necesario estructurar dos relaciones de incidencias adicionales dando como resultado posibles efectos que resulten de relacionar causas entre sí, por un lado y efectos entre sí por el otro(20).

**Tabla 4. Matriz de causas [A]**

|            | <b>C1</b> | <b>C2</b> | <b>C3</b> | <b>C4</b> | <b>C5</b> | <b>...</b> | <b>C29</b> | <b>C30</b> | <b>C31</b> | <b>C32</b> | <b>C33</b> | <b>C34</b> |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>C1</b>  | 1,0       | 5,0       | 6,0       | 6,0       | 4,0       | ...        | 5,7        | 6,3        | 5,3        | 7,0        | 5,0        | 6,7        |
| <b>C2</b>  | 5,0       | 1,0       | 8,0       | 6,0       | 5,3       | ...        | 3,7        | 8,3        | 7,0        | 7,0        | 3,3        | 5,7        |
| <b>C3</b>  | 6,0       | 8,0       | 1,0       | 6,7       | 6,3       | ...        | 5,0        | 9,0        | 6,3        | 8,3        | 3,3        | 7,0        |
| <b>C4</b>  | 6,0       | 6,0       | 6,7       | 1,0       | 5,7       | ...        | 5,3        | 7,3        | 7,7        | 7,0        | 4,7        | 8,7        |
| <b>C5</b>  | 4,0       | 5,3       | 6,3       | 5,7       | 1,0       | ...        | 7,7        | 8,7        | 6,0        | 6,7        | 4,0        | 6,7        |
| <b>C6</b>  | 5,0       | 6,3       | 6,7       | 3,7       | 7,7       | ...        | 6,0        | 5,3        | 5,3        | 6,7        | 3,7        | 6,7        |
| <b>C7</b>  | 6,0       | 4,0       | 4,0       | 6,0       | 5,3       | ...        | 4,7        | 5,7        | 4,0        | 5,7        | 5,0        | 5,7        |
| <b>C8</b>  | 5,0       | 4,7       | 5,3       | 3,3       | 8,3       | ...        | 6,7        | 7,3        | 6,3        | 7,0        | 8,0        | 6,3        |
| <b>C9</b>  | 8,3       | 6,3       | 7,7       | 6,0       | 4,3       | ...        | 5,7        | 5,3        | 5,7        | 5,3        | 5,0        | 8,3        |
| <b>C10</b> | 5,0       | 4,7       | 5,3       | 5,3       | 7,0       | ...        | 7,7        | 5,3        | 8,3        | 7,3        | 3,3        | 8,0        |
| <b>C11</b> | 5,7       | 7,3       | 3,3       | 6,0       | 5,3       | ...        | 7,3        | 5,3        | 5,7        | 5,7        | 6,3        | 7,0        |
| <b>C12</b> | 5,3       | 5,7       | 5,7       | 6,7       | 4,7       | ...        | 7,7        | 6,7        | 6,3        | 7,3        | 6,7        | 5,7        |
| <b>C13</b> | 4,3       | 6,3       | 7,0       | 6,0       | 5,7       | ...        | 7,3        | 6,3        | 8,0        | 5,0        | 6,3        | 7,7        |
| <b>C14</b> | 6,7       | 6,3       | 6,7       | 6,0       | 6,7       | ...        | 7,7        | 7,0        | 5,7        | 6,7        | 7,0        | 5,3        |
| <b>C15</b> | 7,0       | 6,7       | 6,7       | 6,7       | 9,3       | ...        | 5,3        | 8,7        | 7,7        | 4,7        | 5,3        | 7,0        |
| <b>C16</b> | 6,3       | 6,7       | 5,7       | 6,0       | 6,3       | ...        | 5,7        | 6,3        | 5,7        | 7,0        | 8,3        | 5,7        |
| <b>C17</b> | 5,3       | 5,3       | 7,0       | 5,7       | 4,7       | ...        | 7,0        | 6,0        | 7,7        | 5,3        | 6,0        | 6,3        |
| <b>C18</b> | 4,3       | 8,0       | 6,3       | 7,7       | 4,3       | ...        | 6,0        | 7,7        | 5,7        | 8,3        | 5,7        | 6,0        |
| <b>C19</b> | 5,7       | 5,0       | 5,7       | 4,7       | 5,0       | ...        | 6,7        | 8,7        | 6,3        | 8,0        | 3,7        | 7,0        |
| <b>C20</b> | 6,0       | 4,3       | 3,7       | 6,0       | 6,3       | ...        | 7,3        | 5,7        | 7,0        | 6,7        | 5,3        | 6,0        |
| <b>C21</b> | 6,0       | 5,7       | 8,3       | 5,7       | 5,3       | ...        | 5,7        | 8,7        | 8,7        | 6,3        | 4,7        | 7,7        |
| <b>C22</b> | 6,0       | 6,3       | 5,0       | 8,3       | 7,0       | ...        | 9,0        | 6,7        | 6,7        | 7,3        | 6,3        | 7,0        |
| <b>C23</b> | 5,7       | 7,7       | 7,3       | 4,3       | 6,7       | ...        | 6,0        | 5,7        | 5,0        | 5,7        | 4,7        | 4,7        |

|     | C1  | C2  | C3  | C4  | C5  | ... | C29 | C30 | C31 | C32 | C33 | C34 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| C24 | 6,3 | 4,7 | 6,0 | 8,0 | 5,7 | ... | 7,7 | 7,3 | 9,0 | 8,7 | 7,3 | 4,3 |
| C25 | 6,7 | 6,7 | 8,3 | 7,7 | 5,0 | ... | 5,7 | 7,0 | 6,3 | 8,7 | 7,0 | 4,7 |
| C26 | 3,7 | 3,3 | 5,3 | 8,7 | 4,3 | ... | 6,3 | 6,7 | 5,7 | 6,3 | 5,7 | 5,0 |
| C27 | 4,0 | 7,7 | 8,0 | 9,0 | 5,3 | ... | 8,0 | 7,3 | 6,3 | 7,7 | 3,7 | 5,0 |
| C28 | 4,7 | 5,3 | 6,0 | 5,7 | 4,0 | ... | 7,7 | 7,7 | 8,3 | 7,7 | 3,0 | 6,3 |
| C29 | 5,7 | 3,7 | 5,0 | 5,3 | 7,7 | ... | 1,0 | 8,3 | 8,3 | 7,7 | 3,0 | 6,7 |
| C30 | 6,3 | 8,3 | 9,0 | 7,3 | 8,7 | ... | 8,3 | 1,0 | 8,7 | 7,3 | 3,0 | 7,0 |
| C31 | 5,3 | 7,0 | 6,3 | 7,7 | 6,0 | ... | 8,3 | 8,7 | 1,0 | 8,7 | 5,0 | 7,3 |
| C32 | 7,0 | 7,0 | 8,3 | 7,0 | 6,7 | ... | 7,7 | 7,3 | 8,7 | 1,0 | 4,0 | 8,0 |
| C33 | 5,0 | 3,3 | 3,3 | 4,7 | 4,0 | ... | 3,0 | 3,0 | 5,0 | 4,0 | 1,0 | 6,7 |
| C34 | 6,7 | 5,7 | 7,0 | 8,7 | 6,7 | ... | 6,7 | 7,0 | 7,3 | 8,0 | 6,7 | 1,0 |

*Nota:* es la matriz resultante de las causas versus las causas

**Tabla 5. Matriz de efectos [B]**

|     | E1  | E2  | E3  | E4  | E5  | ... | E20 | E21 | E22 | E23 | E24 | E25 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| E1  | 1,0 | 6,3 | 7,3 | 7,0 | 7,0 | ... | 7,3 | 5,3 | 6,3 | 7,0 | 6,3 | 6,3 |
| E2  | 6,3 | 1,0 | 6,0 | 5,7 | 6,7 | ... | 5,7 | 7,3 | 4,3 | 7,3 | 4,3 | 7,7 |
| E3  | 7,3 | 6,0 | 1,0 | 8,3 | 7,3 | ... | 7,7 | 7,7 | 6,7 | 7,7 | 7,0 | 5,3 |
| E4  | 7,0 | 5,7 | 8,3 | 1,0 | 7,3 | ... | 5,0 | 7,7 | 7,3 | 4,3 | 4,7 | 7,7 |
| E5  | 7,0 | 6,7 | 7,3 | 7,3 | 1,0 | ... | 4,7 | 5,3 | 6,0 | 6,7 | 7,3 | 8,0 |
| E6  | 6,7 | 5,3 | 3,0 | 6,3 | 5,0 | ... | 6,0 | 5,7 | 6,0 | 5,0 | 7,3 | 8,7 |
| E7  | 5,3 | 6,3 | 5,3 | 6,3 | 6,7 | ... | 7,3 | 6,7 | 6,3 | 6,7 | 8,0 | 9,3 |
| E8  | 5,7 | 7,3 | 5,0 | 7,7 | 8,3 | ... | 7,7 | 8,0 | 5,3 | 6,3 | 7,0 | 6,7 |
| E9  | 4,3 | 6,0 | 3,7 | 6,7 | 7,3 | ... | 7,0 | 7,0 | 7,7 | 7,0 | 6,0 | 6,7 |
| E10 | 6,3 | 5,3 | 4,7 | 7,7 | 6,7 | ... | 6,7 | 7,7 | 7,0 | 8,0 | 7,7 | 9,7 |

|     | E1  | E2  | E3  | E4  | E5  | ... | E20 | E21 | E22 | E23 | E24 | E25 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| E11 | 6,3 | 6,3 | 5,3 | 6,7 | 5,0 | ... | 6,3 | 3,7 | 5,3 | 6,0 | 4,7 | 5,3 |
| E12 | 6,7 | 6,3 | 4,7 | 6,3 | 6,3 | ... | 6,0 | 7,0 | 5,7 | 7,3 | 5,3 | 6,0 |
| E13 | 4,7 | 5,7 | 5,7 | 6,0 | 6,0 | ... | 5,7 | 4,3 | 4,3 | 4,7 | 4,0 | 7,3 |
| E14 | 6,7 | 5,7 | 4,3 | 6,0 | 4,7 | ... | 6,3 | 6,3 | 5,7 | 5,7 | 5,3 | 6,3 |
| E15 | 3,7 | 6,3 | 4,7 | 5,3 | 7,7 | ... | 7,7 | 8,7 | 6,3 | 6,3 | 8,0 | 7,7 |
| E16 | 7,0 | 5,7 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | ... | 5,7 | 7,0 | 6,0 | 5,3 | 7,7 | 6,7 |
| E17 | 7,0 | 8,0 | 7,7 | 6,3 | 6,7 | ... | 5,0 | 8,3 | 6,0 | 5,0 | 7,0 | 7,7 |
| E18 | 5,0 | 6,0 | 5,3 | 5,0 | 7,0 | ... | 4,3 | 7,7 | 7,0 | 5,0 | 9,3 | 8,0 |
| E19 | 6,7 | 7,3 | 6,7 | 5,0 | 6,3 | ... | 8,0 | 6,7 | 5,7 | 6,7 | 7,0 | 6,0 |
| E20 | 7,3 | 5,7 | 7,7 | 5,0 | 4,7 | ... | 1,0 | 6,0 | 4,7 | 5,7 | 6,7 | 5,3 |
| E21 | 5,3 | 7,3 | 7,7 | 7,7 | 5,3 | ... | 6,0 | 1,0 | 7,7 | 6,0 | 7,0 | 8,3 |
| E22 | 6,3 | 4,3 | 6,7 | 7,3 | 6,0 | ... | 4,7 | 7,7 | 1,0 | 4,0 | 7,0 | 7,0 |
| E23 | 7,0 | 7,3 | 7,7 | 4,3 | 6,7 | ... | 5,7 | 6,0 | 4,0 | 1,0 | 7,3 | 6,0 |
| E24 | 6,3 | 4,3 | 7,0 | 4,7 | 7,3 | ... | 6,7 | 7,0 | 7,0 | 7,3 | 1,0 | 7,0 |
| E25 | 6,3 | 7,7 | 5,3 | 7,7 | 8,0 | ... | 5,3 | 8,3 | 7,0 | 6,0 | 7,0 | 1,0 |

*Nota:* es la matriz resultante de los efectos versus los efectos

Después de construidas las matrices [M],[A] y [B], se procede con la convolución, aplicando el criterio minimax  $A^* \rightarrow \max(\min r_{ij})(21)$ .

$$\begin{aligned}
 & (C_1 \cap C_1 \wedge C_1 \cap E_1) \vee (C_1 \cap C_2 \wedge C_2 \cap E_1) \vee (C_1 \cap C_3 \wedge C_3 \cap E_1) \\
 & \vee (C_1 \cap C_4 \wedge C_4 \cap E_1) \vee (C_1 \cap C_5 \wedge C_5 \cap E_1) \cdots \vee (C_1 \cap C_{30} \wedge C_{30} \cap E_1) \\
 & \vee (C_1 \cap C_{31} \wedge C_{31} \cap E_1) \vee (C_1 \cap C_{32} \wedge C_{32} \cap E_1) \\
 & \vee (C_1 \cap C_{33} \wedge C_{33} \cap E_1) \vee (C_1 \cap C_{34} \wedge C_{34} \cap E_1)
 \end{aligned}$$

De los treinta y cuatro resultados obtenidos, se toma el mayor (8.2) y se coloca en la intersección de causa – efecto de la matriz C.

**Tabla 6.** Matriz de convolución [C]

|            | <i>E1</i> | <i>E2</i> | <i>E3</i> | <i>E4</i> | <i>E5</i> | ... | <i>E20</i> | <i>E21</i> | <i>E22</i> | <i>E23</i> | <i>E24</i> | <i>E25</i> |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>C1</i>  | 6,3       | 6,6       | 6,0       | 6,0       | 5,6       | ... | 6,3        | 6,0        | 6,2        | 5,6        | 6,2        | 6,4        |
| <i>C2</i>  | 7,0       | 7,8       | 8,0       | 6,0       | 6,3       | ... | 6,0        | 7,0        | 6,8        | 6,2        | 7,8        | 7,0        |
| <i>C3</i>  | 6,7       | 7,8       | 6,3       | 6,0       | 7,0       | ... | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 6,0        |
| <i>C4</i>  | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | ... | 6,4        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 6,7        |
| <i>C5</i>  | 6,2       | 7,2       | 6,4       | 6,4       | 0,0       | ... | 6,0        | 6,4        | 6,4        | 6,7        | 7,8        | 6,4        |
| ⋮          | ⋮         | ⋮         | ⋮         | ⋮         | ⋮         | ... | ⋮          | ⋮          | ⋮          | ⋮          | ⋮          | ⋮          |
| <i>C30</i> | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | ... | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0        |
| <i>C31</i> | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | ... | 6,4        | 6,4        | 7,0        | 7,4        | 6,2        | 6,4        |
| <i>C32</i> | 6,2       | 6,4       | 6,4       | 7,0       | 6,4       | ... | 6,2        | 7,4        | 7,7        | 7,0        | 7,3        | 6,2        |
| <i>C33</i> | 0,0       | 0,0       | 7,0       | 6,6       | 6,2       | ... | 6,8        | 6,2        | 6,0        | 6,0        | 7,4        | 6,8        |
| <i>C34</i> | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 6,8       | 6,8       | ... | 7,3        | 7,3        | 5,7        | 5,8        | 6,8        | 7,3        |

**Tabla 7.** Matriz de convolución [M\*]

|            | <i>E1</i> | <i>E2</i> | <i>E3</i> | <i>E4</i> | <i>E5</i> | ... | <i>E20</i> | <i>E21</i> | <i>E22</i> | <i>E23</i> | <i>E24</i> | <i>E25</i> |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>C1</i>  | 1,0       | 6,3       | 7,0       | 7,0       | 7,0       | ... | 6,6        | 6,6        | 6,6        | 6,6        | 6,4        | 5,7        |
| <i>C2</i>  | 1,0       | 6,3       | 7,3       | 7,0       | 7,0       | ... | 7,3        | 7,3        | 7,0        | 7,0        | 6,7        | 5,7        |
| <i>C3</i>  | 1,0       | 6,3       | 7,3       | 7,0       | 7,0       | ... | 7,3        | 7,0        | 7,0        | 6,7        | 6,0        | 5,7        |
| <i>C4</i>  | 1,0       | 6,3       | 7,2       | 7,0       | 7,0       | ... | 6,3        | 6,7        | 6,7        | 6,7        | 6,7        | 5,3        |
| <i>C5</i>  | 1,0       | 6,3       | 7,3       | 7,0       | 7,0       | ... | 7,2        | 7,3        | 7,0        | 7,0        | 6,7        | 5,7        |
| ⋮          | ⋮         | ⋮         | ⋮         | ⋮         | ⋮         | ... | ⋮          | ⋮          | ⋮          | ⋮          | ⋮          | ⋮          |
| <i>C30</i> | 1,0       | 6,3       | 7,3       | 7,0       | 7,0       | ... | 7,3        | 7,0        | 7,0        | 6,7        | 5,3        | 7,3        |
| <i>C31</i> | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,0       | ... | 7,3        | 7,0        | 7,0        | 6,7        | 5,7        | 7,3        |
| <i>C32</i> | 1,0       | 6,3       | 7,3       | 7,0       | 7,0       | ... | 7,3        | 7,0        | 7,0        | 6,7        | 5,7        | 7,3        |
| <i>C33</i> | 1,0       | 6,3       | 7,3       | 7,0       | 7,0       | ... | 7,3        | 7,0        | 7,0        | 6,7        | 5,7        | 7,3        |
| <i>C34</i> | 1,0       | 6,3       | 7,3       | 7,0       | 7,0       | ... | 7,3        | 7,0        | 7,0        | 6,7        | 5,7        | 7,3        |

**Tabla 8.** Matriz de Efectos Olvidados [M\*-M]

|           | <i>E1</i> | <i>E2</i> | <i>E3</i> | <i>E4</i> | <i>E5</i> | ... | <i>E20</i> | <i>E21</i> | <i>E22</i> | <i>E23</i> | <i>E24</i> | <i>E25</i> |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>C1</i> | -6,0      | -1,1      | -0,8      | 1,2       | 1,6       | ... | 1,0        | 1,4        | 0,4        | 0,4        | 0,8        | 0,5        |
| <i>C2</i> | -6,4      | 1,1       | 1,1       | 2,4       | 2,0       | ... | 1,5        | 0,9        | 1,6        | -0,2       | 2,1        | 1,7        |
| <i>C3</i> | -5,8      | -1,5      | -0,9      | 1,4       | 2,8       | ... | 1,3        | 2,6        | 3,2        | 2,7        | 2,2        | 1,3        |
| <i>C4</i> | -4,2      | 1,5       | 2,4       | 3,6       | 3,2       | ... | -0,1       | 3,3        | 2,9        | 1,9        | 0,3        | 1,5        |
| <i>C5</i> | -4,0      | -0,1      | 3,1       | 2,0       | 2,4       | ... | 2,2        | 3,5        | 2,6        | 2,2        | 1,3        | 0,9        |
| <i>C6</i> | -4,6      | 0,5       | 1,7       | 1,2       | 0,4       | ... | 2,0        | 1,2        | 2,2        | 2,1        | -0,1       | 0,5        |
| <i>C7</i> | -4,2      | -6,2      | -4,6      | -4,8      | -4,2      | ... | 2,1        | 1,8        | 2,0        | 2,8        | 0,7        | -1,3       |
| <i>C8</i> | -4,2      | 1,3       | 2,3       | 3,2       | 1,2       | ... | 2,7        | 3,6        | 2,0        | 3,2        | 1,3        | 1,5        |
| <i>C9</i> | -4,2      | 1,5       | 1,8       | 3,4       | 3,2       | ... | 1,4        | 2,4        | 1,4        | 2,1        | 0,9        | 2,1        |

|            | <i>E1</i> | <i>E2</i> | <i>E3</i> | <i>E4</i> | <i>E5</i> | ... | <i>E20</i> | <i>E21</i> | <i>E22</i> | <i>E23</i> | <i>E24</i> | <i>E25</i> |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>C10</i> | -5,8      | -0,9      | 1,3       | 2,0       | 1,2       | ... | 0,7        | 0,7        | 0,8        | 0,4        | 0,9        | -0,5       |
| <i>C11</i> | -5,0      | 2,7       | 3,9       | 2,4       | 2,0       | ... | 3,4        | 2,0        | 0,2        | 1,8        | 2,5        | 1,5        |
| <i>C12</i> | -2,8      | 1,9       | 1,8       | 2,0       | 2,6       | ... | 1,6        | 3,2        | 1,6        | 2,0        | 2,5        | 1,3        |
| <i>C13</i> | -4,0      | 2,5       | 2,1       | 2,6       | 2,0       | ... | -5,2       | -4,8       | -3,8       | -5,2       | -5,6       | -4,2       |
| <i>C14</i> | -4,6      | 2,7       | 2,9       | 2,9       | 2,1       | ... | 1,3        | 3,5        | 2,0        | 2,0        | 2,7        | 1,5        |
| <i>C15</i> | -4,6      | 2,3       | 2,9       | 3,2       | 2,0       | ... | 3,3        | 2,6        | 0,8        | 1,9        | 1,5        | 0,7        |
| <i>C16</i> | -5,0      | 1,7       | 1,7       | 3,2       | 3,0       | ... | 1,5        | 3,5        | 1,6        | 2,6        | 1,3        | 1,1        |
| <i>C17</i> | -4,0      | 1,1       | 2,9       | 3,0       | 2,4       | ... | 2,3        | 2,3        | 1,4        | 2,2        | 2,7        | 0,9        |
| <i>C18</i> | -6,0      | 1,3       | 3,3       | 2,4       | 1,8       | ... | 1,1        | -0,2       | 0,2        | 1,0        | -1,4       | -0,7       |
| <i>C19</i> | -6,2      | 0,7       | 2,4       | 2,8       | 2,0       | ... | 1,0        | 2,7        | 2,0        | 1,8        | 0,1        | 1,5        |
| <i>C20</i> | -5,2      | 1,3       | 2,7       | 1,4       | 3,0       | ... | 0,7        | 2,3        | 2,8        | 2,2        | 1,5        | 1,7        |
| <i>C21</i> | -5,8      | 0,3       | 3,1       | 2,8       | 2,8       | ... | 1,1        | 1,3        | 2,8        | 3,4        | 0,7        | -0,3       |
| <i>C22</i> | -4,8      | 1,5       | 3,1       | 1,8       | 1,6       | ... | 2,1        | 3,2        | -0,4       | 1,5        | 0,1        | 1,5        |
| <i>C23</i> | -5,8      | -0,5      | 2,3       | 1,4       | 2,4       | ... | 0,9        | 2,3        | 2,2        | 3,0        | 1,3        | -0,1       |
| <i>C24</i> | -5,4      | 1,3       | 2,9       | 2,0       | 1,4       | ... | 0,9        | 1,3        | 2,8        | 2,0        | 2,7        | 0,9        |
| <i>C25</i> | -4,6      | 2,1       | 2,9       | 3,2       | 3,2       | ... | 3,1        | 2,0        | 1,8        | 1,1        | 1,8        | 1,7        |
| <i>C26</i> | -3,6      | 0,9       | 2,7       | 1,9       | 2,9       | ... | 1,3        | 2,7        | 3,2        | 2,2        | 2,1        | 0,5        |
| <i>C27</i> | -5,0      | 1,1       | 3,5       | 2,0       | 2,0       | ... | 2,1        | 0,8        | 2,4        | 0,5        | 1,3        | 1,1        |
| <i>C28</i> | -4,0      | 1,5       | 3,1       | 1,8       | 1,8       | ... | 2,5        | 1,2        | 2,0        | 0,8        | -0,7       | -1,5       |
| <i>C29</i> | -5,2      | 0,3       | 2,2       | 3,0       | 2,0       | ... | 1,0        | 2,3        | 1,2        | 1,8        | 1,9        | 0,7        |
| <i>C30</i> | -4,8      | 0,1       | 1,9       | 1,4       | 1,6       | ... | -4,8       | -5,4       | -5,2       | -5,2       | -5,4       | -4,6       |
| <i>C31</i> | -5,4      | -5,4      | -3,6      | -5,0      | -5,8      | ... | 2,1        | 0,3        | 1,2        | 2,6        | -0,3       | -2,5       |
| <i>C32</i> | -4,4      | -0,3      | 1,3       | 1,0       | 2,8       | ... | 1,8        | 3,7        | 1,0        | 2,6        | 0,5        | -0,7       |
| <i>C33</i> | -3,4      | 0,1       | 3,5       | 1,8       | 2,2       | ... | 1,6        | 3,5        | 3,0        | 2,0        | 2,3        | 0,9        |
| <i>C34</i> | -4,8      | 0,7       | 1,7       | 1,2       | 1,8       | ... | 1,4        | 2,3        | 2,6        | 1,8        | 1,5        | 0,9        |

Entre las herramientas que nos ofrece la lógica difusa, está la teoría de efectos olvidados. La cual se fundamenta en que todo procedimiento o proceder existe una alta probabilidad de no considerar, ya por olvido, descuido o falta de percepción, voluntaria o involuntaria, algunas variables o relaciones de incidencia que en la mayoría de los casos nos visibles o explícitas(20). Estas situaciones pueden quedar expuestas al analizar Efectos, dada la variedad que causas que lo podrían provocar. Por su naturaleza, situaciones en las cuales se presentan casualidades de manera encadenada, es en donde somos más propensos a olvidar u omitir variables que resultarían importantes en los procesos. Por lo cual cada olvido, lleva como consecuencia efectos secundarios que van repercutiendo de manera directa o indirecta sobre situaciones o fenómenos determinados.

Conforme a los resultados expuestos en la **Tabla 8**, podemos destacar lo siguiente:

#### **Causa - Sistemas de Calidad**

El valor más alto (3.9) está ubicado en  $C_{11}$ , lo cual indica que, los Sistemas de Calidad es lo que deberíamos considerar como prioritario para los procesos de Gestión. Un Sistema Calidad, *“es una forma de trabajar, mediante la cual una organización asegura la satisfacción de las necesidades de sus clientes. Para lo cual planifica, mantiene y mejora continuamente el desempeño de sus procesos, bajo un esquema de eficiencia y eficacia que le permite lograr ventajas competitivas”*(22). El efecto inicial de incidencia hace referencia a Gerencia de portafolio ( $E_3$ ), lo cual conforme la teoría de efectos olvidados, desencadenará en efectos secundarios provenientes de este.

#### **Causa - Planeación del sistema**

El siguiente valor más alto (3.7) está ubicado en  $C_{32}$ , el cual hace referencia a Planeación del sistema. Teniendo en cuenta que el análisis contempla 32 Causas, en el cual aparecen aspectos de tipo financiero, cultural, de mercadeo, que se entenderían podrían haber sido olvidadas, resalten variables orientadas a TI, pudiendo entender que quizá se las considera como algo que se sobre entiende y por lo tanto exista un alto nivel de descuido en ellas. Sin

embargo, el estudio demuestra también su nivel de importancia por los efectos que podrían generarse.

### **Efecto – Gerencia de problemas**

El efecto Gerencia de problemas (E<sub>21</sub>), aparece como resultante de los efectos posteriores en importancia para C<sub>5</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>14</sub>, C<sub>16</sub> y C<sub>32</sub> dejando claro cuáles son las principales causales de esta problemática. La falta de registro, control, resolución, seguimiento y prevención de los problemas pueden derivar en desastres muy difíciles de revertir(23).

mismo al que se remiten los documentos sobre derechos humanos. En fin, precisando el problema de la objeción de conciencia, se puede manifestar que demuestra una serie indeterminada de supuestos que radican respecto de un problema de límites y de armonía entre libertad y ley.

### **CONCLUSIONES**

1. El estudio nos ha permitido determinar las variables más significativas, clasificadas por importancia para la Gestión de TI, de acuerdo al criterio de expertos y la aplicación de herramientas y procesos propios a la lógica difusa.
2. Como se puede determinar la metodología planteada, permite identificar las prioridades que se debe tener en la Gestión de TI y evitar realizar inversiones innecesarias.
3. Es importante señalar que la metodología planteada se puede aplicar no solo en la gestión de TI, sino a nivel general, indistintamente del tamaño de la organización.
4. Si bien se plantearon varias causas y efectos, con los resultados finales, deberíamos utilizar las priorizadas para que sean las únicas a trabajar en los planes estratégicos de las empresas, con eso lograríamos incluso mejorar la gestión del talento humano.
5. Con los resultados obtenidos podemos mejorar la gestión de TI, sin embargo, sería importante verificar el porcentaje de mejora o crecimiento al aplicar las variables significativas identificadas, además de realizar un estudio complementario comparativo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Marches A. Argentina Centro de Estudios sobre Ciencia , Desarrollo y Educación Superior Sistema de Información Científica. Rev Iberoam Ciencia, Tecnol y Soc - CTS. 2009;4:88-100.
2. López JI. ¿ Pueden las tecnologías de la información mejorar la productividad? Universia Bus Rev [Internet]. 2004;82-95. Available from: [http://jggomez.eu/zPrivado/b\\_usuarios/n-revista/caja/4universia/2.pdf](http://jggomez.eu/zPrivado/b_usuarios/n-revista/caja/4universia/2.pdf)
3. Blu F. Las Tecnologías de la Información y.
4. Jesús Cejas Montero. La Lógica Difusa Compensatoria. Ing Ind. 2011;XXXII(2):157-61.
5. Ramírez Molina RI, Royero Orozco GA, Nabih EKJO. Gestión tecnológica como factor clave de éxito en universidades privadas. Telos. 2019;21(1):10-32.
6. Gamble PR. El efecto de la tecnología como ventaja competitiva. [Internet]. 2015. Available from: <http://www.papersdeturisme.gva.es/ojs/index.php/Papers/article/download/316/270>
7. Restrepo G. El Concepto y alcance de la Gestión Tecnológica [Internet]. 2000. Available from: <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/ingenieria/article/viewFile/325929/20783236>
8. Armenta Hernández CG. La Gestión. Boletín Científico la Esc Super Atotonilco Tula. 2015;2(3):1-5.
9. Chávez WC. Control De Gestión Y Gestión Tecnológica. Ensaio e Ciência Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde. 2000;4(3):85-97.
10. Grande de Prado M, Cañón Rodríguez R, Cantón Mayo I. Tecnologías de la información y la comunicación: Evolucion del concepto y características. IJERI Int J Educ Res Innov. 2016;(6):218-30.
11. Strefezza M. Lógica difusa, un punto de vista Fuzzy logic, a point of view. Rev Cienc e Ing. 2009;30(3):259-68.

12. Cuevas RV. Introducción a la lógica difusa Related papers. 2002;
13. Difusa L, La AA, Decisiones TDE. Lógica Difusa Aplicada a La Toma De Decisiones. Ing Ind. 2010;XXXI(1):1-5.
14. Carmen I, Cecilia I, Juan C, Kléber A. Lógica difusa como herramienta de evaluación del portafolio de inversiones en el sector cooperativo del. 2020;41(36):21-37.
15. Alejandro Espín Andrade R, Fernández González E, González Caballero E. Un Sistema Lógico Para El Razonamiento Y La Toma De Decisiones: La Lógica Difusa Compensatoria Basada En La Media Geométrica. Investig Operacional [Internet]. 2011;32(3):230-45. Available from: <http://www.invoperacional.uh.cu/index.php/InvOp/article/view/387>
16. Negri D, Eduardo C, Vito D, Luis E, Carlos A, Negri ED, et al. Introducción al razonamiento aproximado: lógica difusa. Rev Am Med Respir. 2006;6(3):126-36.
17. Fernandez P. Teoria de la decision: Decisión con Incertidumbre, Decisión Multicriterio y Teoría de Juegos. Academia. 2017;13.
18. Render B, Stair RM, Hanna ME, others. Métodos cuantitativos para los negocios. Pearson Educación; 2006.
19. Aja-Fernandez S, Alberola-Lopez C. Fast inference in SAM fuzzy systems using transition matrices. IEEE Trans Fuzzy Syst. 2004;12(2):170-82.
20. González-Santoyo F, Flores-romero B, Gil-lafuente AM, Amiguet-molina JL. La teoría de los efectos olvidados y su aplicación en el desarrollo de la empresa. Cuad del CIMBAGE. 2017;19(2):51-77.
21. RABADÁN GÓMEZ ANAB, CID CID ANAI, LEGUEY GALÁN S. Métodos de decisión en la empresa. Editorial Paraninfo; 2020.
22. Yáñez CM. Calidad en base a la ISO 9001. Int eventos [Internet]. 2018;1:8. Available from: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34112639/ArticuloISO-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1626994032&Signature=ez9TsByCpcRy9qczuvV3ZcrQqaZC5RBLFqQWrLKIJgJnAUUXuuQ~FCOV~gSIJ2PzMRe~Zk8kRK0bw9n38r4ts~ZIb1gDATdfO4xBd53UzY5~szhEO7om2zJjLQsFYGWXDPFV9B0WwFP922T>

23. Muñoz Cuaical G, Viteri Vera C, Víctor Paliz I, Mario Ron I. Análisis Y Diseño De La Función De Service Desk Utilizando Itil Versión 3, En La Empresa Gestalthuman.