

Medición de la Resiliencia Empresarial ante Eventos Disruptivos. Una Revisión del Estado del Arte ^{*}

Raquel Sanchis¹, Raúl Poler¹

¹ Centro de Investigación en Gestión e Ingeniería de Producción (CIGIP). Universidad Politécnica de Valencia. Plaza Ferrándiz y Carbonell, 2. 03801 Alcoy – Alicante – España. rsanchis@cigip.upv.es, rpoler@cigip.upv.es

Palabras clave: Resiliencia Empresarial, Disrupciones, Recuperación

1. Introducción

Las organizaciones son entidades dinámicas que están constantemente adaptándose al cambio, bien sea debido como consecuencia del entorno que las rodea, a requerimientos internos o a nuevas situaciones dentro de la organización que requieren su adecuación y respuesta. Por ello, se precisa de empresas ágiles, flexibles, rápidas, dinámicas y proactivas que, ante cualquier contingencia crítica, puedan cambiar, adaptarse y/o recuperarse rápidamente alineando su estrategia, procesos, tecnología y personas para la consecución de sus objetivos, la maximización de su desempeño y el aseguramiento de su capacidad de respuesta y adaptación a los continuos y cada vez más agudos cambios. Dicha habilidad ha sido definida como resiliencia.

2. Resiliencia Empresarial.

La palabra resiliencia es un término reciente en la gramática española ya que se ha incluido en los avances de la 23ª edición (abril 2005) del Diccionario de la lengua española de la Real Academia Española (RAE, 2010). El término proviene del verbo latino *resilio*, *resilire*: ‘saltar hacia atrás, rebotar’ y su significado depende del contexto en que se tome:

- 1. f. Psicol. Capacidad humana de asumir con flexibilidad situaciones límite y sobreponerse a ellas.

* Esta investigación ha sido parcialmente financiada por la Comunidad Europea en el Séptimo Programa Marco (FP7/2007-2013) con el Proyecto "Resilient Multi-Plant Networks" cuyo número de acuerdo de subvención es NMP2-SL-2009-229333. The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement n° NMP2-SL-2009-229333.

- 2. f. Mec. Capacidad de un material elástico para absorber y almacenar energía de deformación.

El concepto de resiliencia ha sido analizado en numerosas disciplinas: psicología, ciencia de materiales, redes computacionales, ecología, gestión del riesgo, economía, sociología y teoría de redes. Sin embargo, aunque en el Diccionario de la lengua española no existen definiciones de resiliencia aplicadas al mundo empresarial, son muchos los autores que estudian dicho concepto.

Dalziell y McManus (2004) apuntan que la resiliencia fue propuesta por primera vez en investigación del campo de la ecología (Holling, 1973) y la distingúan en: (i) un sistema (ecosistema, sociedad u organización) que persiste en un estado de equilibrio (estabilidad) y; (ii) cómo los sistemas dinámicos se comportan cuando son estresados y movidos de este equilibrio. Estos autores proponen el uso del término resiliencia aplicado al ámbito empresarial para describir que el objetivo general de un sistema es que siga funcionando en la mayor medida posible frente a una situación disruptiva con el fin de lograr su propósito, siendo la resiliencia una función tanto de la vulnerabilidad del sistema como de su capacidad adaptativa. En el momento en el cual un evento disruptivo acaece, una organización es empujada desde un estado de relativo equilibrio a otro estado caracterizado por la inestabilidad. La facilidad con la que la organización es movida a este nuevo estado inestable es una medida de la vulnerabilidad de la misma, mientras que el grado con el que la organización se enfrenta a dicho cambio, es una medida de su capacidad adaptativa.

Minolli (2005) afirma que empresas resilientes son aquellas capaces de absorber cambios y rupturas, tanto internos como externos, sin que por ello se vea afectada su rentabilidad y que incluso desarrollan una flexibilidad tal que, a través de procesos de rápida adaptación, logran obtener beneficios extras, sean éstos pecuniarios o intangibles, derivados de circunstancias adversas y/o imprevistas. Erol et al. (2010a) la definen como la capacidad de las organizaciones para disminuir la vulnerabilidad, habilidad para cambiar y adaptarse así como la habilidad para recuperarse rápidamente ante imprevistos. Gallopin (2006) considera la resiliencia como una capacidad adaptativa de la empresa. La describe como su habilidad para tratar, adaptarse y recuperarse ante una perturbación. La resiliencia muestra cómo de bien una empresa puede disminuir su nivel de vulnerabilidad ante riesgos tanto esperados como no esperados; cómo de flexible es reorganizándose a pesar del entorno cambiante y cómo de efectiva puede ser recuperándose en el menor tiempo posible y con el menor coste.

A través de sus diferentes definiciones, tanto en el campo ingenieril como en el resto de disciplinas que la analizan, se puede observar un elemento común, que es que la resiliencia es la respuesta a cambios inesperados e imprevistos, a sucesos disruptivos así como perturbaciones y que constituye la habilidad para que la empresa se adapte y responda a dichos cambios (Erol et al., 2010b). Además Hu et al. (2008) afirman que el modo en que las organizaciones responden a dichas perturbaciones, no sólo es importante para la supervivencia de las empresas, sino que lo es también para la “salud” económica de las comunidades en las cuales dichas organizaciones operan.

3. Situaciones Disruptivas.

Hu et al. (2008) explican que las empresas consisten en proveedores, fabricantes y clientes interconectados trabajando juntos para proporcionar productos o servicios a los clientes finales. Basándose en esta definición, para ellos un evento disruptivo es una situación que

dará lugar a la pérdida parcial de los componentes de la red o que inutilizará algunas de las conexiones entre los componentes en un corto período de tiempo y que puede causar un impacto significativo en la economía, de modo que la empresa necesite volver a configurar su red. Dichos autores realizan una clasificación de los eventos disruptivos que pueden afectar a una empresa en: (i) catástrofes naturales (huracanes, inundaciones, tormentas de nieve o tornados), (ii) accidentes (incendios, cortes de energía, o fallos en los equipos) y (iii) situaciones disruptivas creadas por el hombre (tales como huelgas, terrorismo, guerras, epidemias...).

En la actualidad las empresas experimentan su debilidad ante los riesgos en diferentes niveles. Su mayor flaqueza es la incertidumbre en la demanda, incertidumbre que ha aumentado drásticamente en los últimos años debido a las expectativas de los clientes, una competencia global, cadenas de suministro más complejas y mayor variedad en la producción con tiempos de entrega más cortos. Además, las empresas actuales todavía tienen que sobrellevar las disrupciones convencionales de la variabilidad de la cadena de suministro, restricciones de capacidad así como problemas de calidad y rendimiento de la producción (Sheffi y Rice, 2005).

Sheffi y Rice (2005) explican que cualquier disrupción significativa tiene consecuencias en el rendimiento de la empresa, ya sea medido en ventas, nivel de producción, beneficios, servicio al cliente u otra métrica relevante. Sheffi y Rice (2005) clasifican las disrupciones en aleatorias, como desastres naturales, accidentes e intencionadas como terrorismo o sabotajes. El método para estimar la probabilidad difiere según sea el tipo de disrupción. En el primer caso, la estimación de la probabilidad de ocurrencia se puede basar en históricos, en el caso de accidentes, también se podría estimar mediante históricos de la empresa, pero en el caso de las disrupciones aleatorias, también conocidas como amenazas adaptativas, es más difícil estimar la probabilidad ya que, por una parte no se poseen datos históricos y por otra parte la probabilidad de ocurrencia depende de las acciones y decisiones específicas de cada empresa.

En la literatura existen numerosos casos de estudio que analizan las respuestas de diferentes organizaciones ante diversas situaciones disruptivas. Por ejemplo, después de los ataques del 11 de septiembre de 2001, el gobierno de Estados Unidos cerró su espacio aéreo. Dicha decisión hizo que ningún vuelo, tanto entrante como saliente, pudiese llegar a su destino. El impacto sobre numerosas líneas de suministro fue inmediato. Ford Motor Co. tuvo que parar de forma intermitente numerosas líneas de ensamblaje ya que tuvo que fletar camiones provenientes de Canadá y Méjico con ciertos componentes para sus cadenas de montaje, pero el transporte por carretera implicó demoras considerables en la llegada de las piezas necesarias y, por tanto, el paro de ciertas líneas. Como consecuencia, la producción del cuarto trimestre de 2001 descendió un 13% respecto a su plan de producción (Sheffi y Rice, 2005). Otro ejemplo es el caso descrito por Stolker et al., (2008) que abarca a las compañías Philips NV, empresa holandesa del sector de la electrónica con una planta industrial en Albuquerque, así como a dos de sus clientes principales Nokia y Ericsson. La noche del 17 de marzo de 2000, un rayo impactó en la planta industrial de Philips y se inició un incendio. Entonces Philips anunció que se demoraría una semana en proveer a sus dos clientes principales. Sin embargo, ambas empresas respondieron de manera diferente a este anuncio. Nokia respondió mediante la internalización de las noticias y rápidamente se identificó los chips provenientes de dicha planta, se convocó a personal clave de la empresa y se formó un gabinete de crisis para estudiar las diferentes posibilidades. Nokia encontró otros proveedores de tres de los cinco tipos de chips que les suministraba Philips, y negoció con Philips la utilización de capacidad extra de otras plantas industriales, con lo cual se garantizó su suministro sin a penas

demoras. Por el contrario, Ericsson asumió que los chips les serían entregados con una semana de retraso, sin tomar ninguna acción correctiva. Finalmente, Philips tras realizar una investigación, anunció que necesitarían más tiempo (varias semanas) para poder reiniciar su producción y que podrían tardar meses para ponerse al día en el programa de producción. Por todo ello, la participación de mercado de Nokia de teléfonos móviles aumentó de 27 a 30 por ciento, mientras que Ericsson pasó del 12 al 9 por ciento.

Dicho ejemplo contextualiza las diferentes respuestas ante una disrupción en el suministro de componentes claves. Se analiza la resiliencia de Nokia y Ericsson mediante sus respuestas y decisiones ante dicha situación disruptiva, aunque también se debería analizar la resiliencia de la planta industrial de Philips NV que tardó 6 meses en recuperar su nivel de producción. Por ello, cabría plantearse las siguientes preguntas, ¿era la planta industrial de Philips lo suficientemente resiliente? ¿Podría haberse recuperado más rápidamente? ¿Cómo se puede medir la resiliencia empresarial?

4. Enfoques Actuales para la Medición de la Resiliencia Empresarial.

Para alcanzar la resiliencia y evaluar vulnerabilidades, se precisa entender y evaluar los factores que afectan a la resiliencia empresarial. Por ello es necesario estudiar medidas de resiliencia empresarial que ofrezcan una visión de cuán resiliente es una organización desde diferentes perspectivas para, por un lado, (i) ser consciente de los riesgos potenciales en los cuales la empresa presenta menor adaptabilidad para su superación y, en segundo lugar, (ii) tomar las decisiones oportunas para mitigar el impacto de la falta de resiliencia empresarial.

Debido a que el concepto de resiliencia empresarial es un término reciente, son pocos los enfoques que identifican su medición. En la literatura existen diferentes planteamientos que tratan de determinar metodologías y factores de medición de la resiliencia aunque se reconoce que el estado de dichos métodos es incipiente y muy teórico y que tan sólo ofrecen una evaluación cualitativa de la resiliencia.

Dalziell y McManus (2004), Paries (2006) y Haines et al. (2008) estudian las propiedades emergentes de la resiliencia y consideran que no puede medirse directamente como una evaluación del estado AS IS, sino que debe concebirse como una característica en evolución de la dinámica de sistemas. Rose y Lio (2005) dotan a la resiliencia de dos características: inherente y adaptativa. Para la medición de ambas características proponen un modelo de optimización matemática con el objetivo de valorar la capacidad de recuperación. Wreathall (2008) propone un enfoque que utiliza la combinación de dos técnicas de modelado: el modelo de sistema viable y el modelado de sistemas blandos. Mediante dicha combinación pretende crear los medios necesarios para identificar los procesos clave, es decir, qué se debe hacer y cómo puede ser conseguido, ya que entiende la resiliencia como el resultado de procesos continuos, incluyendo la planificación para la resiliencia, la respuesta a cambios inesperados ante situaciones extremas y la capacidad de adaptación con el fin de recuperarse.

Por otro lado, existen estándares, como la norma British Standard BS 25999, que trata de gestionar la continuidad de la actividad de una organización en caso de una interrupción, ya sea debido a un siniestro o catástrofe importante o bien debido a un incidente menor, y así ayudar a minimizar el riesgo de interrupciones. Entre sus beneficios destacan la mejora de la resiliencia de una organización de manera proactiva cuando se enfrenta con una interrupción en su capacidad de alcanzar objetivos claves (BSI, 2011).

Stolker et al. (2008) utilizan la teoría de la utilidad multiatributo mediante árboles jerárquicos que descomponen un objetivo complejo, en este caso la resiliencia, en atributos. Sheffi y Rice (2005) y Westrum (2006) proponen mapas de vulnerabilidad para categorizar la probabilidad de ocurrencia de potenciales amenazas en una organización y la relativa resiliencia de la organización ante dichas disrupciones. Dalziell y McManus (2004) proponen definir métricas claves de rendimiento para evaluar la resiliencia como una función de la vulnerabilidad de un sistema y su capacidad adaptativa dentro de un marco de tiempo deseado. Finalmente, Erol et al. (2010a) proponen tres medibles para evaluar la resiliencia empresarial: (i) el tiempo de recuperación, (ii) el nivel de recuperación y (iii) el nivel de vulnerabilidad hacia disrupciones, pero apuntan que una empresa que es resiliente a un tipo de disrupción no tiene por qué serlo a otro tipo. Ello, les lleva a afirmar que una posible medida del concepto global de resiliencia de una organización puede ser una función de la resiliencia individual de una empresa ante diferentes disrupciones.

5. Definición de los Componentes de la Resiliencia Empresarial para la Investigación Futura.

Los enfoques anteriores sirven como punto de partida para el desarrollo de una metodología que identifique y cuantifique los diferentes medibles de resiliencia desde diferentes perspectivas de la organización, para anticiparse a los efectos de posibles perturbaciones y mejorar la capacidad de adaptación y recuperación de las organizaciones. Dichos enfoques ofrecen una vista muy general de los potenciales medibles de resiliencia y, además, la mayoría de ellos desde un marco solamente teórico y cualitativo o desde una sola perspectiva de la organización. Tan sólo uno de los enfoques ha sido aplicado a tres empresas y solamente se ha analizado la resiliencia desde el punto de vista operacional, es decir sin contemplar todas las vistas y funciones de una organización.

Por tanto la presente sección ofrece una visión de los diferentes conceptos, elementos y componentes que engloban la resiliencia empresarial para proporcionar una mayor comprensión del término y de esta forma (i) facilitar el diálogo dentro de las organizaciones acerca de las prioridades en su capacidad de resiliencia y (ii) permitir una mejor comunicación entre organizaciones acerca de cuestiones comunes así como de las interdependencias en las estrategias de su capacidad de resiliencia.

Las empresas precisan de un marco metodológico para determinar, evaluar y analizar la situación de la organización e incluso de la cadena de suministro desde el punto de vista resiliente. Sheffi y Rice (2005) explican que cualquier disrupción significativa tiene consecuencias en el rendimiento de la empresa, ya sea medido en ventas, nivel de producción, beneficios, servicio al cliente u otra métrica relevante, y dividen una disrupción en 8 diferentes fases:

1. Preparación. En algunos casos, las empresas pueden prever y prepararse para una disrupción, de forma que minimicen sus efectos. Por ejemplo, la previsión del tiempo en cuanto a tormentas de nieve, tornados, etc... puede ser clave para que las empresas se preparen ante tal situación.

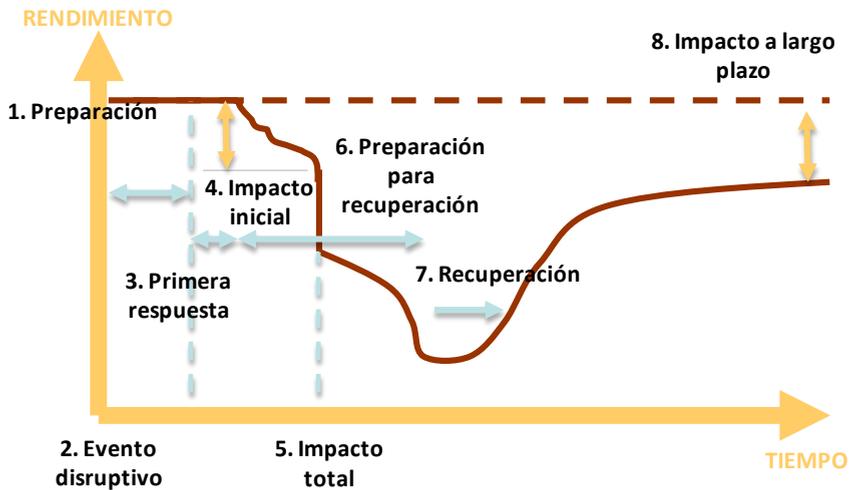


Figura 1. Etapas de una disrupción (Sheffi y Rice, 2005).

2. Evento disruptivo. Cualquier situación que amenace la operatividad diaria de una empresa, por ejemplo huelgas, prohibiciones gubernamentales, etc...
3. Primera respuesta. Ante una situación disruptiva, en un primer momento se toman las medidas oportunas para que las consecuencias no sean más graves, es decir por ejemplo en el caso de peligro para las personas de una organización.
4. Impacto inicial. El impacto de algunas situaciones disruptivas se presenta inmediatamente mientras que otras disrupciones afectan a la compañía a largo plazo. En el primer caso, se encuentra el ejemplo de la tragedia de la planta industrial química de India de la Corporación Union Carbide la cual sufrió un escape del gas metil isocianato en uno de sus tanques, provocando la muerte (cifras según el gobierno de Madhya Pradesh) de aproximadamente 3.800 personas (Dhara, 2002). El impacto a largo plazo se observa en ejemplos como el paro patronal del puerto de la Costa Oeste de Estados Unidos en 2002 que afectó a New United Motor Manufacturing Inc., alianza comercial de General Motors y Toyota. Dicha empresa no paró su producción inmediatamente, ya que poseía cierto stock de seguridad, pero finalmente tuvo que paralizar su producción a los 4 días del paro patronal en el puerto.
5. Impacto total. Tanto si el impacto es inmediato como a largo plazo, una vez que la situación disruptiva impacta en la empresa, el rendimiento disminuye considerablemente.
6. Preparaciones para la recuperación. Las preparaciones para la recuperación normalmente empiezan en paralelo con la primera respuesta y a veces incluso antes de la disrupción si ésta ha podido ser prevista.

7. Recuperación. Para volver de nuevo a los niveles de producción anteriores a la disrupción, muchas compañías compensan sus pérdidas de producción mediante una utilización mayor de lo normal de su capacidad, utilizando horas extras y recursos de clientes y proveedores.
8. Impacto a largo plazo. Tras una situación disruptiva, las empresas necesitan tiempo para recuperarse, y dependiendo de la gravedad de las consecuencias, necesitarán más o menos tiempo. Sin embargo, hay casos en los que si las relaciones con los clientes son dramáticamente dañadas, el periodo de recuperación será especialmente largo y difícil.

El marco metodológico debería cubrir todas las fases de una disrupción descritas anteriormente. Sin embargo, cabe destacar que la identificación y cuantificación de medibles de resiliencia debería estar englobada en la primera fase de preparación de un evento disruptivo o incluso en una fase previa a esta preparación, para que las empresas tengan conocimiento de sus debilidades y puedan actuar de forma precisa y coherente ante una disrupción. Por ello, la medición de la resiliencia empresarial ante eventos disruptivos, se debería realizar con anterioridad al evento disruptivo para de esta forma poder actuar más rápidamente y con unas guías bien definidas ante el problema. Además, sería aconsejable incluir una fase más en el modelo de Sheffi y Rice (2005) previa a la preparación que podría denominarse medición de la resiliencia empresarial.

Hay diversos autores que han definido métricas para evaluar la resiliencia empresarial, pero suelen ser métricas relacionadas con la resiliencia una vez que ya ha ocurrido la disrupción y que analizan cuán de rápidamente la empresa se recupera y vuelve a su estado normal de operación. Sin embargo, el objetivo principal sería poder analizar cuán de resiliente es una empresa antes de que el evento disruptivo acaezca, para así poder, dependiendo de los resultados del análisis, tomar las medidas oportunas para minimizar los efectos de dicha disrupción.

La fase de medición de la resiliencia empresarial, debería incluir un análisis de los potenciales peligros en una organización y de la capacidad actual de la empresa para reponerse. Para ello, se deberían definir métricas reales, que reflejen la situación existente de la empresa y que sean fácilmente entendibles por las organizaciones. El marco debe ser sencillo para poder determinar de forma simple aquellas amenazas que en mayor grado pueden afectar a la empresa, es decir, que la situación ideal sería realizar una medición agregada para después poder centrarse en los aspectos críticos detectados. Será importante el hecho de que la empresa entienda la importancia de la resiliencia empresarial y de su evaluación. La conciencia sobre aspectos resilientes, tal y como indica McManus (2007), es de vital relevancia para poder realizar una evaluación de la resiliencia empresarial.

Con una primera identificación de los puntos débiles, se debería poder profundizar en dichos aspectos. Para ello, sería necesario un análisis detallado de aquellas métricas que han resultado críticas. Dependiendo de los resultados obtenidos, el objetivo siguiente sería, en primer lugar, desarrollar acciones inmediatas que mejoraran la resiliencia empresarial así como la definición de estrategias y protocolos de actuación y, en segundo lugar, buscar soluciones ante la posibilidad de que la empresa se vea afectada por una disrupción. Además, el análisis debería englobar todas las vistas de la empresa, pues no todas las funciones de la organización se verán afectadas de la misma forma ante un evento disruptivo y no todas las áreas tendrán que responder de la misma forma.

Las métricas de la resiliencia empresarial deberían englobar componentes tales como la capacidad adaptativa de la empresa, la vulnerabilidad, la probabilidad de ocurrencia de un evento disruptivo, el tiempo y nivel de recuperación, la posición competitiva de la empresa, el compromiso y responsabilidad de la cadena de suministro entre otros. También se debe considerar en la medición de la resiliencia empresarial, el coste de las acciones a realizar para incrementar la resiliencia de una organización como, por ejemplo, el coste de la redundancia. La redundancia es un concepto relacionado con el mantenimiento de recursos empresariales en reserva para ser utilizados en caso de una disrupción. Las formas más comunes de redundancia son los stocks de seguridad, el uso deliberado de múltiple proveedores, incluso cuando dichos proveedores secundarios tengan precios mayores y el uso planificado de una baja tasa de capacidad productiva.

Por ello, la fase de medición de la resiliencia, previa a la fase de Preparación del modelo de Sheffi y Rice (2005) constaría de las siguientes etapas:

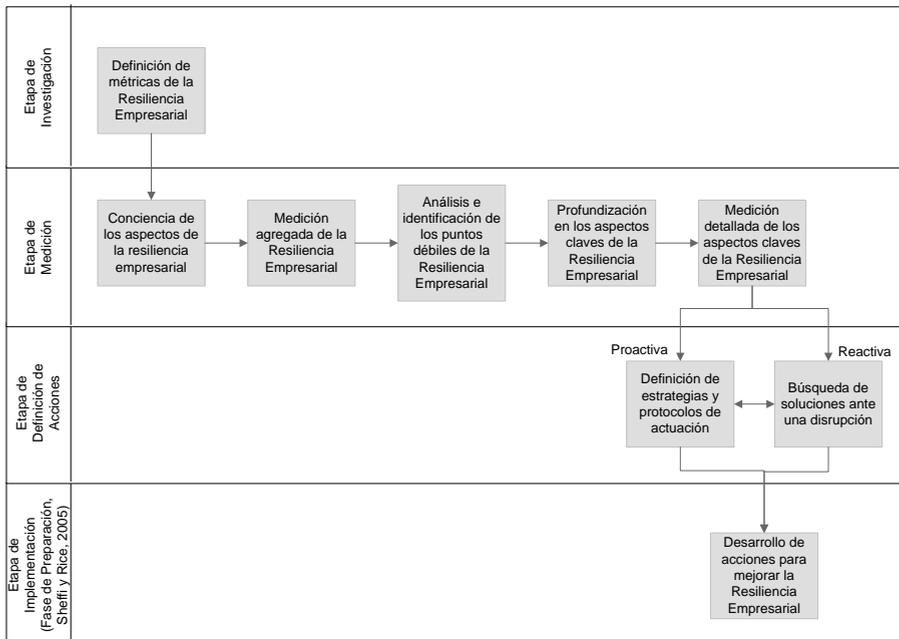


Figura 2. Etapas de la Fase de Medición de la Resiliencia Empresarial

Como se puede observar, la última etapa de la Fase de Medición de la Resiliencia Empresarial, que es la de implementación, coincide con la Fase de Preparación descrita por Sheffi y Rice (2005), ya que en dicha etapa, la empresa desarrolla acciones para mejorar la resiliencia empresarial y por lo tanto se prepara para minimizar los efectos ante cualquier disrupción.

6. Conclusiones

Se precisa el desarrollo de metodologías simples pero efectivas, que puedan ser utilizadas por las organizaciones para evaluar su capacidad de resiliencia así como de estrategias para mejorar dicha capacidad. Además también es necesaria la definición de métricas para evaluar la resiliencia que deben ser coherentes para quienes toman decisiones en las organizaciones, así como directamente relevantes con los objetivos generales de la organización.

Dichas métricas normalmente analizan la resiliencia empresarial una vez que la disrupción ha acaecido, pero no evalúan la resiliencia empresarial previa a cualquier disrupción. Por dicho motivo, la inclusión de una fase previa de medición de la resiliencia empresarial en el modelo de las 8 etapas de una disrupción de Sheffi y Rice (2005), es de vital importancia para que las empresas adopten una actitud proactiva y de esta forma, estén siempre preparadas para dar una respuesta rápida, eficaz y eficiente ante una disrupción y minimizar los efectos negativos en el rendimiento de la empresa.

El marco de medición de la resiliencia empresarial debería incluir componentes como la capacidad adaptativa de la empresa, la vulnerabilidad, la probabilidad de ocurrencia de un evento disruptivo, el tiempo y nivel de recuperación, la posición competitiva de la empresa, el compromiso y responsabilidad de la cadena de suministro, y el coste de la redundancia, entre otros.

Las líneas futuras de investigación irán orientadas a la definición de un marco de medición de resiliencia empresarial, teniendo en cuenta los componentes anteriores y desarrollando una serie de guía de pautas y directrices a seguir, para ser considerada por los decisores de la empresa para alcanzar la resiliencia empresarial.

Referencias

British Standards Institution (BSI). BS 25999 Business continuity [en línea]. [Fecha de consulta: 8 de febrero de 2011]. Disponible en: <http://www.bsigroup.com/en/Assessment-and-certification-services/management-systems/Standards-and-Schemes/BS-25999/>

Dalziell, E. P.; McManus, S. T. (2004). Resilience, Vulnerability, Adaptive Capacity: Implications for System Performance. International Forum for Engineering Decision Making (IFED), Stoos, Switzerland, Diciembre 5-9, 2004.

Dhara, V. R., Dhara, R. (2002). The Union Carbide Disaster in Bhopal: A Review of Health Effects. Archives of Environmental Health, Vol. 57, No. 5, pp. 391 - 404

Erol, O.; Henry, D.; Sauser, B.; Mansouri, M. (2010a). Perspectives on Measuring Enterprise Resilience. 4th Annual IEEE International Systems Conference, San Diego, California, USA, 5-8 Abril, 2010.

Erol, O., Henry, D., Sauser, B., Mansouri, M. (2010b). A framework for investigation into extended enterprise resilience. Enterprise Information Systems, Vol. 4, No. 2, pp. 111 – 136.

Gallopin, G. C. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. Global Environmental Change, Vol. 16, No. 3, pp. 293-303.

Haimes, Y. Y.; Crowther, K.; Horowitz, B. M. (2008). Homeland Security Preparedness: Balancing Protection with Resilience in Emergent Systems. *Systems Engineering*, Vol. 11, pp. 287-308.

Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol.4, pp. 1-23.

Hu, Y.; Li, J.; Holloway, L.E. (2008). Towards modeling of resilience dynamics in manufacturing enterprises: Literature review and problem formulation. *Automation Science and Engineering*, pp. 279 – 284.

McManus, S.T. (2007). Organizational Resilience in New Zeland. Tesis del Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Cantenbury, Nueva Zalenada.

Minolli, C. B. (2005). Empresas Resilientes. Algunas Ideas para Construir las, *Temas de Management*, Vol. 3, pp. 20-24.

Paries, J. (2006). Complexity, Emergence, Resilience. En E. Hollnagel, D. D. Woods, N. Leveson (Eds.), *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*, (pp. 43-53). *Hampshire: Ashgate Press*.

Real Academia de la Lengua Española (RAE). Diccionario de la lengua española. Vigésima segunda edición [en línea]. [Fecha de consulta: 2 de febrero de 2011]. Disponible en: http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=cultura

Rose, A.; Liao, S. (2005). Modeling regional economic resilience to disasters: A computable general equilibrium analysis of water service disruptions. *Journal of Regional Science*, Vol. 45, No. 1, pp. 75.

Sheffi Y.; Rice Jr., J.B. (2005). A Supply Chain View of the Resilient Enterprise. *MIT Sloan Management Review*, Vol. 47, No. 1, pp. 41-48.

Stolker, R.J.M.; Karydas, D.M.; Rouvroye, J.L. (2008). A Comprehensive Approach to Assess Operational Resilience. 3rd Symposium on Resilience Engineering, Antibes Juan-Les Pins, Francia, Octubre 28-30, 2008.

Westrum, R. (2006). A typology of resilience situations. En E. Hollnagel, D. D. Woods, N. Leveson (Eds.), *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*, (pp. 49-60). *Hampshire: Ashgate Press*.

Wreathall, J. (2008). Developing Models for Measuring resilience. 3rd Symposium on Resilience Engineering, Antibes Juan-Les Pins, Francia, Octubre 28-30, 2008.