

# Prospectiva de gestión de riesgos industriales en México con el uso de drones

*Prospective management of industrial risks with the use of drones in Mexico*

**Modesto Raygoza Bello**

Instituto Tecnológico de Orizaba, México

[mraygozabello@hotmail.com](mailto:mraygozabello@hotmail.com)

**Alfredo Toriz Palacios**

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México

[alfredo.toriz@upaep.mx](mailto:alfredo.toriz@upaep.mx)

**María Cristina Sánchez Romero**

Instituto Tecnológico de Orizaba, México

[sancristy@yahoo.com.mx](mailto:sancristy@yahoo.com.mx)

## Resumen

La elaboración de escenarios futuros representa un ejercicio enriquecedor y, sin duda, es una actividad necesaria para la planeación a largo plazo. Su propósito es establecer una situación problemática, por ejemplo, la identificación de peligros dentro del proceso de gestión de riesgos en seguridad industrial en México, y la manera como se pueden obtener beneficios al adoptar la tecnología de drones y evitar accidentes con la identificación y eliminación de sus causas. La presente investigación se hizo de acuerdo a Cisco y GBN, mediante preguntas realizadas a expertos y personal de las empresas sobre el tema y otros afines; asimismo, se desarrollaron cuatro historias futuras acerca del tema de estudios: el escenario inseguro, el escenario corrupto, los escenarios drásticos y los escenarios de resurrección.

**Palabras clave:** prospectiva estratégica, Vehículos Aéreos No Tripulados (UAV), gestión de riesgo laboral.

## Abstract

The development of future scenarios represents an enriching exercise, and is certainly a necessary activity for long-term planning. Its purpose is to establish a problematic situation, for example, the identification of hazards in the process of risk management in industrial safety in Mexico, and how you can obtain benefits to adopt the technology of drones and avoid accidents with the identification and elimination of their causes. The present research is made according to Cisco and GBN, through questions made to experts and company's staff, about the issue and related topics; also developed four future stories about the subject of studies: unsafe stage, the corrupt scenario, the drastic and scenarios of resurrection.

**Key words:** strategic foresight, Unmanned aerial vehicles (UAV), occupational risk management.

**Fecha recepción:** Septiembre 2015

**Fecha aceptación:** Enero 2016

---

## Introducción

Actualmente las empresas hacen uso de estudios de prospectiva estratégica para: generar y evaluar sus opciones estratégicas, realizar previsiones de petróleo para ver el exceso de capacidad en el negocio, explorar el futuro desarrollo de un país, estimar el futuro de responsabilidad medioambiental, anticipar costos de atención de salud de contención y control reglamentario, evaluar las consecuencias de la desregulación en las empresas eléctricas, determinar las dimensiones cambiantes de la competencia en los servicios financieros, desarrollar una visión estratégica para una división de I + D, ayudar a los analistas de Wall Street a ver los cambios futuros en las industrias que hacen un seguimiento, y así sucesivamente.

Todo administrador de una industria o responsable de la seguridad de su empresa, se habrá preguntado alguna vez, ¿ayudarán los vehículos aéreos no tripulados o drones en la prevención de riesgos industriales para el logro de la meta cero accidentes? Uno de los grandes retos en las industrias es la competitividad y una manera de lograrla es trabajar en las fronteras de la

productividad, lo cual permite que se asegure la optimización de los procesos. En la actualidad, las empresas operan cada vez más en un mundo interconectado y globalizado; las demandas de los clientes, los mercados emergentes y los nuevos competidores están evolucionando a pasos agigantados, dando lugar a un dinamismo capaz de impactar cualquier negocio de forma positiva o negativa. Las organizaciones deben ser más adaptables, innovadoras e inspiradoras, sin perder de vista su enfoque, disciplina y desempeño. Los gerentes deben estar listos para competir en dos niveles; por un lado, deben explotar de forma inmediata las oportunidades que se presentan; por el otro, deben examinar cómo pueden adaptarse a la evolución en periodos más grandes y, sobre todo, optimizar los recursos asignados para reducir costos y obtener los mayores beneficios y las mejores ventajas competitivas, haciendo más rentables y sostenibles a las empresas (Porter, 1991).

Si un proceso de seguridad industrial logra cero accidentes, logrará por consiguiente cero costos de accidentes de trabajo y cero muertes por accidentes, lo cual forma parte del gran beneficio del aumento de la productividad y competitividad de las empresas. Lamentablemente se observa que en numerosas empresas la seguridad industrial no es muy segura, a pesar de que ahora existen muchas herramientas tecnológicas e información que pueden reforzar la seguridad en los procesos industriales. Se estima que cerca de 160 millones de personas sufren enfermedades relacionadas con el trabajo y que cada año se presentan alrededor de 270 millones de accidentes laborales mortales y no mortales; asimismo, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) estima que debido a ello cada año se pierde 4 % del Producto Interno Bruto (PIB) a nivel mundial (OIT, 2015).

Tan solo en México, la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS) informa que, durante el año 2014, se registraron en el ámbito nacional 409 mil 248 accidentes de trabajo (STPS, 2015); y en su informe anual del año 2013 sobre accidentes y enfermedades en el trabajo calculó un incremento de 3 % en accidentes de trabajo y de 15 % en incapacidades laborales, registrando 2.56 accidentes por cada 100 trabajadores y 6.07 incapacidades por cada 100 casos. Las actividades con mayor incidencia de riesgos y defunciones fueron la construcción de edificios, las obras de ingeniería civil, y los servicios profesionales y técnicos (STPS, 2013). Debido a lo anterior, la protección del trabajador frente a los riesgos laborales le exige a la empresa la implementación de una metodología de evaluación y obligaciones empresariales, así como la corrección a posteriori de situaciones de riesgo ya manifestadas.

De ahí la importancia del presente trabajo de investigación sobre el impacto de una inclusión tecnológica, como son los drones (vehículos aéreos no tripulados-UAV), en el proceso de seguridad industrial, la mejora de la gestión de riesgos laborales y la disminución de accidentes industriales. A partir del planteamiento de escenarios que muestran un posible mejor futuro en el proceso de seguridad industrial, el presente proyecto establece de manera inicial las siguientes preguntas: ¿qué impacto tendrá el uso de drones como inclusión tecnológica en el proceso de la seguridad industrial?, ¿los drones ayudarán al proceso de seguridad industrial a disminuir los accidentes y sus costos?

Para ello se presenta desde un inicio el panorama actual de la prospectiva estratégica, la seguridad industrial como contexto de la gestión de riesgos laborales y el uso de vehículos aéreos no tripulados o drones como inclusión tecnológica actual y futura para la prevención de riesgos industriales. Posteriormente se propone el impacto y futuro de los drones en los procesos de seguridad industrial en las empresas en México de aquí al año 2025, mediante el establecimiento de cuatro escenarios futuros utilizando para ello la técnica de planeación estratégica por escenarios.

## **REVISIÓN LITERARIA**

### Prospectiva estratégica

Una de las grandes herramientas de la planificación estratégica es la planificación de escenarios, la cual funciona como aproximación metodológica para predecir y/o construir futuros, que logra mediante la identificación de tendencias claves y la construcción de escenarios cuyo propósito es ayudar a mejorar las decisiones y reducir los riesgos en la organización (Vergara, Fontalvo, y Maza, 2010). La planeación por escenarios es una técnica de análisis cuya función es disminuir la incertidumbre del futuro. Para ello parte de dos principios fundamentales: a) hay un número casi infinito de futuros posibles, y b) hay un número casi ilimitado de variables que tienen el potencial de afectar la marcha del grupo humano bajo análisis, ya sea una organización o una sociedad.

La planificación de escenarios es un método para imaginar futuros posibles, que las empresas aplican en una gran variedad de temas. Reduce la enorme cantidad de datos a un número limitado de estados posibles, pues cada escenario muestra la manera como los distintos elementos pueden

interactuar bajo ciertas condiciones. Al formalizar relaciones es posible para una empresa desarrollar modelos cuantitativos, los cuales deben evaluarse para conocer la consistencia existente y posible. La planificación de escenarios identifica la riqueza y variedad de posibilidades, induce a los tomadores de decisiones a considerar cambios y narrarlos para su mejor comprensión pues poseen la lógica de cuestionar la mentalidad imperante. La planificación de escenarios hace todo esto dividiendo nuestro conocimiento en dos áreas: (1) las cosas que creemos que conocemos, y (2) los elementos que consideramos inciertos o desconocidos (Schoemaker, 1995).

Una situación actual donde se utilizan planeaciones futuras consiste en la simulación de análisis de escenarios de manera estocástica, por ejemplo, en caso de amenazas sísmicas futuras de efecto pequeño, moderado o extremo, así como de posibles pérdidas futuras tales como la pérdida anual esperada y la pérdida máxima probable, para con ello ayudar a los tomadores de decisiones a planificar emergencias futuras, planear el refuerzo de edificaciones y de protección financiera, etcétera (Salgado, Carreño, Barbat, y Cardona, 2015). El proceso de planificación de escenarios consta de diez pasos: 1) Definir el alcance, 2) Identificar las partes interesadas principales, 3) Identificar las tendencias básicas, 4) Identificar incertidumbres básicas, 5) Construir temas de escenarios iniciales, 6) Comprobar la coherencia y verosimilitud, 7) Desarrollar escenarios de aprendizaje, 8) Identificar las necesidades de investigación, 9) Desarrollar modelos cuantitativos, y 10) Evolucionar hacia escenarios de decisión. (Schoemaker, 1995). Un escenario es una herramienta para ayudar hoy a tomar decisiones con cierta comprensión de cómo podrían resultar las cosas en el futuro, por lo que su funcionamiento se basa en bosquejar diferentes futuros, sin restringirse a un comportamiento lineal ya que los escenarios no deben entenderse como algo definitivo, sino más bien como un punto de inicio y una invitación para la discusión de un proyecto y su construcción (Fundación Friedrich Ebert, 2011).

La planeación estratégica por escenarios ha sido usada durante mucho tiempo por diversas organizaciones. Un caso de aplicación de la planificación por escenarios lo presenta muy bien el informe que ofrece un esfuerzo de colaboración entre Cisco y Global Business Network (GBN), la consultora de escenarios más importante del mundo, cuyo objetivo de investigación fue la presentación de propuestas al año 2025 sobre el uso potencial de internet y su gran infraestructura de redes IP para el desarrollo económico y humano a escala mundial, tomando en cuenta que

internet puede ser fuente de innovación y de creación de valor comercial, social y humano. Es importante la definición de escenarios que se ofrece, es decir, un juego de historias divergentes sobre el futuro (Cisco-GNB, 2010).

### Seguridad industrial como contexto

Cuando se habla de seguridad industrial se debe tener presente una definición, así que en este caso la ley de Industria (ley 21/1992) del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España, señala que:

La seguridad industrial tiene por objeto la prevención y limitación de riesgos, así como la protección contra accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, derivados de la actividad industrial o de la utilización, funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones o equipos y de la producción, uso o consumo, almacenamiento o desecho de los productos industriales (Soria y Viñas, 2010).

Se observa que la seguridad industrial trata de asegurar a las personas y a las cosas, por lo que, para cumplir con dicho fin, es necesario que los gobiernos aseguren su cumplimiento a través del establecimiento de leyes. Por ejemplo, en la Comunidad Europea (UE), la Agencia Europea de Administración de la Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA), establece mediante la Ley de Seguridad y Salud Ocupacional de 1970, el deber de:

Garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables para los hombres y mujeres trabajadores al autorizar la aplicación de las normas elaboradas conforme a la Ley; ayudar y alentar a los Estados en sus esfuerzos por garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables; y ofrecer investigación, información, educación y capacitación en materia de seguridad y salud ocupacional (OSHA, 2015).

Una realidad lejana para muchos trabajadores son los principios en materia de protección de las enfermedades y accidentes de trabajo que ha establecido la OIT, ya que cada año fallecen alrededor de dos millones de personas a causa de enfermedades y accidentes del trabajo (OIT, 2015). Con respecto a la Comunidad Europea, la OSHA informa que cada año mueren 4 000

personas en el trabajo y que más de 3 millones sufren accidentes graves, y que el costo para los trabajadores, las empresas y los Estados miembros es cerca del 3 % del PIB de la UE (OSHA, 2015). En México, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) ha reportado 422 mil casos de accidentes y enfermedades de trabajo y 1 314 defunciones (Social, 2013); es importante hacer notar que en México aproximadamente la mitad de los trabajadores no están afiliados al IMSS, por lo que carecen de un seguro de riesgos laborales y por ello no se les considera en las estadísticas.

### Gestión de riesgo laboral

Con respecto al término riesgo, este posee diversas connotaciones, como la existencia de un daño futuro hipotético, o como un acontecimiento difícil de identificar y caracterizar. Es decir, si ante una situación determinada no se detecta un factor de riesgo, este puede considerarse controlado, pero no eliminado ya que pueden existir otras condiciones que pueden detonarlo. Así, no resulta sencillo determinar la magnitud de un riesgo, por lo que existe vasta literatura sobre la gestión de riesgos y su impacto. Jannadi y Almishari (2003) definen el riesgo como una medida de la probabilidad, la gravedad y la exposición a los peligros de una actividad. Por su parte, Salla y Sanna (2008) lo clasifican en tres grupos, aquellos relacionados con la ergonomía, el trabajo y el medio ambiente. Otros estudios los han centrado con base en la comunidad de proyectos (Manelele y Muya, 2008).

Un proceso de gestión del riesgo laboral abarca dos actividades básicas: a) la evaluación del riesgo, la cual conlleva la pregunta ¿es segura la situación de trabajo?, es decir, se debe dar respuesta a dicha pregunta realizando el proceso de análisis de riesgo, el cual está dirigido a identificar el peligro y a realizar la estimación del riesgo (orden de magnitud del riesgo), para después efectuar la valoración del riesgo; y b) control de riesgo, ¿qué ocurre si la situación de trabajo no es segura? Se pasa a la etapa de valoración del riesgo para decidir si el orden de la magnitud es tolerable o no tolerable, y se compara el valor del riesgo obtenido con el valor del riesgo tolerable, Si se llegase a determinar que el riesgo es no tolerable, es importante entonces aplicar medidas de control (Romero, 2005).

### Vehículos Aéreos no Tripulados como inclusión tecnológica en la prevención de riesgos

Los vehículos aéreos no tripulados o robots aéreos llamados drones es una tecnología actual que ha facilitado diversas misiones a nivel mundial. Esta tecnología fue creada y aplicada para

entornos militares desde la Primera Guerra Mundial (Monzón Catalán, 2013). No obstante, los avances en microelectrónica han permitido el desarrollo de dispositivos más pequeños para el uso civil. Michael Brooks (2012) menciona que la historia de estos equipos inicia desde la aplicación de un estabilizador giroscópico para convertir un biplano en el primer UAV controlado por radio control, hasta controlarlos por medio de un teléfono inteligente (Mossel et al., 2014). Entre los beneficios que genera el uso de esta tecnología en las unidades tripuladas por pilotos altamente capacitados, se encuentra una mayor seguridad para los operadores y un despliegue más rápido para situaciones de emergencia (Rango et al., 2006). Por su parte, Diez (2013) coincide en que son útiles en aquellas zonas de difícil acceso geográfico, de orden público, o en volcanes, incendios, concentración de radioactividad, entre otros. Brindan la facilidad de tomar fotografías aéreas de alta resolución aun en condiciones de alta nubosidad, sin embargo, también ofrecen vulnerabilidad, dificultad de integración al espacio aéreo, limitaciones de peso, etcétera.

Aunque la milicia ha empleado los drones durante varias décadas, su disponibilidad en aplicaciones científicas y civiles se sigue modernizando. En una publicación reciente de Watts, Ambrosia, y Hinkley (2012) se muestra el desarrollo cronológico de las principales aplicaciones en diferentes entornos industriales y civiles. Sin embargo, de acuerdo con Rosales et al., (2011) se puede mencionar que las principales aplicaciones de los drones son la vigilancia del tráfico en carreteras, las operaciones de búsqueda aérea y salvamento, la recolección de información para la predicción meteorológica o detección de fuego; mientras que Joan (Carles Ambrojo, 2013) comenta que las aplicaciones, por ejemplo en Japón, se utilizan para controlar el nivel de radiación de la central nuclear de Fukushima, o para ayudar en actividades tan diversas como la revisión de líneas de alta tensión, el estado de los edificios, el impacto de las obras, etcétera.

El uso de esta tecnología parece estar enfocada en la implementación de sistemas que generen una ventaja competitiva debido a su alcance, el cual les permite desplazarse por tierra y aire, sobre terrenos irregulares y accidentados, superar cualquier tipo de obstáculo y generar una visión aérea, además de un bajo costo en comparación con otros equipos, por ejemplo, los helicópteros tradicionales, que ponen en riesgo el factor humano. En este sentido, los cambiantes lugares de trabajo, las prácticas y procesos de trabajo generan nuevos riesgos y desafíos a trabajadores y empresas, quienes a su vez demandan enfoques políticos, administrativos y técnicos que garanticen niveles elevados de seguridad y salud en el trabajo (Riesgos, 2014).

## **METODOLOGÍA**

El presente trabajo es de tipo descriptivo con enfoque cualitativo, debido a que está orientado a comprender cuatro futuros escenarios de los drones como inclusión tecnológica en el proceso de identificación de riesgos en la gestión de la seguridad industrial en México. Los datos fueron recolectados en una sola ocasión y durante un lapso establecido. El primer paso consistió en comprender claramente el sistema bajo estudio (seguridad industrial-identificación de riesgos) y el segundo, desarrollar la planificación de escenarios. Para lograr la comprensión del sistema bajo estudio se establecieron los siguientes aspectos básicos: la definición del problema, el propósito de escenarios y las contradicciones planteadas para el estudio, que a continuación se presentan.

### *Problema*

En México cada año se genera un elevado número de accidentes. Durante el año 2013 se registraron en el ámbito nacional 415 mil 660 accidentes de trabajo y en el 2014 se registraron 409 mil 248, en tanto que el número de trabajadores afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social aumentó 3.6 % con respecto al 2013 (STPS, 2015). Los accidentes son provocados por causas básicas (factores personales y factores de trabajo) y causas inmediatas (actos inseguros y condiciones inseguras). Dichos accidentes se pueden evitar, por lo que es imprescindible hacer esfuerzos para identificar y eliminar las causas que los provocan. Todo aquello que se haga en favor de la prevención de riesgos de trabajo es clave para el logro de cero accidentes (Dirección del Trabajo, 2015).

### *Propósito de escenarios*

Se establece que el tipo de propósito es conversación estratégica, pues se desea impulsar la mejora continua del proceso de seguridad industrial.

### *Contradicciones*

1) Hoy en día con tanta tecnología, incluidos los drones, las empresas no pueden asegurar condiciones inseguras para evitar accidentes. 2) La seguridad industrial no es muy segura con tantas inclusiones tecnológicas existentes. 3) Hay mucha inseguridad industrial a pesar de que hay mucha tecnología para asegurarla.

Para el segundo paso (planificación de escenarios), se desarrollaron los pasos del proceso que siguió Cisco y GBN en el estudio de investigación de propuestas al año 2025 sobre el uso potencial de internet (Cisco-GNB, 2010). Dichos pasos en el proceso son los siguientes:

- a. Establecer preguntas.
- b. Mostrar el sistema de seguridad industrial.
- c. Revisar literatura científica, materiales asociados y legislación.
- d. Entrevistar a expertos científicos, jefes de área de seguridad industrial, coordinadores y supervisores, así como a trabajadores.
- e. Establecer premisas.
- f. Hacer análisis ambiental.
- g. Establecer los factores de influencia y su análisis de incertidumbre para el uso de drones en la seguridad industrial durante los próximos diez años.
- h. Determinar los factores clave más influyentes.
- i. Establecer ejes de incertidumbre.
- j. Definir futuros escenarios.
- k. Llegar a conclusiones.

## **RESULTADOS**

Los resultados al desarrollo del proceso fueron los siguientes:

### Establecer preguntas

Las preguntas iniciales fueron: ¿ayudarán los drones en la prevención de riesgos industriales para el logro de cero accidentes?, ¿tendrá un gran impacto el uso de drones como inclusión tecnológica en el proceso de la seguridad industrial?, ¿auxiliarán los drones al proceso de seguridad industrial para lograr la disminución de accidentes y los costos por accidentes?

### Mostrar el sistema de seguridad industrial

Se observó que en la seguridad industrial suelen distinguirse tres niveles de actuaciones: 1. La Seguridad Laboral u Ocupacional; 2. La Seguridad contra Accidentes Graves; y 3. La Seguridad Industrial de Productos e Instalaciones Industriales. Debido a ello se distinguieron los tres niveles de actuación de la seguridad industrial junto con la higiene industrial, pues son dos actividades industriales que por lo regular van de la mano con el objetivo de prevenir y evitar accidentes.

### Revisión de literatura científica, materiales asociados y legislación

A lo largo del documento (definición del problema y antecedentes) se pueden observar algunos de los materiales y literatura consultados para el estudio, que consistió en información de organismos internacionales y nacionales relacionados con la seguridad industrial y legislación laboral, por ejemplo, la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Agencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo (OSHA), la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), entre otros; también se consultaron autores básicos sobre la Planeación Estratégica y Planificación de Escenarios, como Michael Porter, Clayton Christensen o Paul JH Schoemaker; además de autores relacionados con la innovación tecnológica e inclusión tecnológica, tales como: Adams Watts, John Villaseñor o Claudio Rosales. En la sección de referencias bibliográficas se señala la totalidad de la literatura y los materiales relacionados con el presente estudio. Además, se consultaron otros materiales e información diversa vía páginas Web, así como noticias relacionadas con el tema mediante periódicos on-line: *Sin Embargo*, *La Jornada* y *El mundo*.

### Entrevistas a expertos científicos, jefes de área de seguridad industrial, coordinadores y supervisores, así como a trabajadores

En este punto se procedió a diseñar dos fuentes de recolección de información. La primera fue una encuesta con 10 reactivos que se aplicó a 100 trabajadores (personal y supervisores) relacionados con la seguridad industrial en empresas de la ciudad de Puebla, México. Se solicitó su opinión acerca de los drones en cuanto a su importancia, impacto y futuro como inclusión tecnológica en la seguridad industrial. Por otro lado, también se diseñó un guion de entrevista a profundidad con 13 reactivos, la cual se aplicó a 15 personas usando formularios de Google vía correo electrónico y Facebook, destinados a los actores principales que intervienen en el proceso de seguridad industrial, tales como: gerentes de seguridad, administradores industriales, académicos, expertos relacionados con el tema, miembros de instituciones gubernamentales dedicados al tema de la seguridad industrial y diseñadores tecnológicos. Esto se llevó a cabo durante el mes de octubre del año 2015.

Establecimiento de premisas

Las premisas establecidas al incluir drones permitieron orientar el desarrollo de los futuros escenarios del proceso de la seguridad industrial. Dichas premisas fueron establecidas a partir de tres aspectos: las premisas basadas en la operación, las premisas basadas en la economía y las premisas basadas en la percepción social y laboral (ver tabla 1).

Tabla 1: Establecimiento de premisas

<p><b>Premisa de operación</b></p>	<p>+ Las empresas que integren como una estrategia drones al proceso de seguridad industrial, lograrán asegurar una efectividad operacional (EO) en sus unidades básicas, además de poseer ventaja competitiva (Porter, 1996).</p> <p>+ Realizar cambios innovadores con enfoque disruptivo en los procesos de seguridad industrial permitirá ejercer un fuerte impacto en la disminución de accidentes (Christensen y Overdorf, 2000).</p>
<p><b>Premisa Económica</b></p>	<p>+ La adecuada identificación de riesgos utilizando la inclusión tecnológica basada en drones provocará la disminución de accidentes que mejorará la pérdida del 4 % del Producto Interno Bruto (PIB) anual mundial (OIT, 2015).</p>
<p><b>Premisa social</b></p>	<p>+ Los accidentes se pueden evitar, por lo que es imprescindible hacer esfuerzos para integrar a la tecnología en el proceso de seguridad industrial, y así identificar y eliminar las causas que provocan los accidentes; todo lo que se haga en favor de la prevención de riesgos de trabajo será clave para lograr el anhelo de cero accidentes (Dirección del Trabajo, 2015).</p>
<p><b>Premisa laboral</b></p>	<p>+ Los trabajadores (entrevistados) consideran que existe poco presupuesto en las empresas mexicanas para la inversión y capacitación tecnológica.</p> <p>+ Los empleados opinan que en el sector gubernamental, la corrupción, los sindicatos y la falta de organismos regulatorios es una incertidumbre que a muchos les causa inquietud.</p> <p>+ La mayoría considera que la mayor parte de la población es ignorante y con falta de cultura en cuanto a la inseguridad, además de que los trabajos explotados son un factor que aumenta los accidentes.</p>

Fuente: elaboración propia.

Análisis ambiental

Por un lado, se procedió a realizar el análisis ambiental del macro entorno operativo externo estratégico, del sector industrial y del micro entorno operativo interno estratégico para la inclusión de drones en el proceso de seguridad industrial, en donde se estableció analizar e identificar

externamente las oportunidades estratégicas y amenazas en el entorno operativo (Hill y Jones, 2011), y por otro lado, se realizó un análisis al interior de una empresa que hace uso de un proceso de seguridad Industrial, en donde se observan las funciones de los recursos, las capacidades y las competencias que desempeñan (Hitt, Ireland, y Hoskisson, 2008). Para tal fin se utilizaron dos herramientas básicas: Análisis PEST-A y Análisis FODA.

Cabe mencionar que el análisis PEST-A establece la observación macroeconómica de los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos y ambientales. Estos factores son externos y están fuera del control de las empresas, y pueden presentarse de manera favorable como oportunidades o de manera negativa como amenazas (Ballén, 2012). Para la elaboración del Análisis PEST-A se partió del enfoque que establece los impactos que los factores del macroambiente pueden ejercer en los procesos de seguridad industrial y el uso de tecnologías como los drones. Tras sumar las respuestas a las entrevistas internas y las respuestas a los entrevistados sobre los factores y/o aspectos, se pudo generar para cada factor macroambiental un análisis por sub-factor en términos de las implicaciones o los impactos más influyentes.

En este caso, el equipo de investigación con el fin de poder hacer un mejor análisis, estableció 6 sub-factores para el factor político, 6 para el factor económico, 2 para el factor tecnológico, 3 para el factor social y 2 para el factor ambiental. En total se establecieron 19 sub-factores. El siguiente paso del análisis fue establecer el perfil de impacto de los factores PEST-A tomando en cuenta los factores y sub-factores, y estableciendo con ayuda de una escala de Likert una ponderación que iba desde: no muy impactante (con una calificación numérica de 1), poco impactante (con calificación de 2), medianamente impactante (con calificación de 3), impactante (con calificación de 4), y muy impactante (con calificación de 5).

Para la elaboración de la matriz FODA, primero se concentró la información arrojada por las respuestas de las encuestas y entrevistas realizadas a trabajadores de las empresas, por lo que se pudo observar que se tienen seis fortalezas que muestran la importancia e impacto que se piensa tendrán los drones dentro del proceso de seguridad industrial tales como el aumento de la seguridad industrial, la productividad, y la disminución de costos y riesgos industriales; por el contrario, se observan tres posibles debilidades que tienen que ver con costos de la tecnología, resistencia de los trabajadores y desempleo. Por otro lado, se presentan cuatro oportunidades que la inclusión tecnológica propuesta (drones) pueden aprovechar para integrarse al proceso de

seguridad industrial y en el otro rubro se observan dos amenazas fuertes relacionadas con el gobierno y sus políticas.

Establecimiento de los factores de influencia y su análisis de incertidumbre para el uso de drones en la seguridad industrial en los próximos 10 años (2015-2025)

Gracias a todos los factores encontrados, el equipo de investigación estableció 25 factores clave y su tipo de influencia (política, social, ambiental, económica y tecnológica). Posteriormente se determinaron los factores clave más influyentes. Con ayuda de una lluvia de ideas, los miembros del equipo determinaron los cinco factores más importantes para el uso de drones dentro del proceso de seguridad industrial, considerando que el nivel de impacto deriva de su importancia (5 más importantes y 1 menos importante). La tabla 2 muestra los cinco factores más influyentes.

Tabla 2. Factores más importantes.

Factor	Nivel de Impacto
Prevención de accidentes y ahorro de costos	5
Inclusión tecnológica y aumento de la productividad	4
Adquisición de tecnología (drones)	3
Políticas de gobierno flexibles y de apoyo	2
Desempleo y resistencia al cambio	1

Fuente: elaboración propia.

Establecer ejes de incertidumbre

Para el establecimiento de los escenarios a su vez se establecieron tres ejes de gran incertidumbre actual y en los próximos años (ver figura 1).

Figura 1. Ejes de Incertidumbre

Incertidumbre 1	Incertidumbre 2	Incertidumbre 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>No sabemos a qué nivel de control el gobierno mexicano controlará y regulará el uso de drones en el proceso de seguridad industrial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No sabemos si habrá progreso tecnológico: inversión y capacitación.</li> <li>La disparidad de las diferentes trayectorias se centran en: la elasticidad de los precios de los drones, la facilidad y uso, la oferta y demanda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No sabemos qué tanto los drones ayudarán en la disminución de los accidentes y costos de los msms.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Definir futuros escenarios

Aquí se plantean cuatro escenarios absolutamente plausibles de 2015 al año 2025. Las historias de los cuatro escenarios obtenidos los muestra la figura 2, mismos que enseguida se desarrollan brevemente

Figura 2. Los cuatro escenarios



Fuente: elaboración propia con ayuda de imágenes Google.

- 1) Escenario Inseguro.- Un mundo que desconfía de la tecnología. La violación de la privacidad es la mayor y más importante preocupación de los trabajadores, seguida de la falta de cuidado de los operadores de drones y la vulnerabilidad de los propios drones a los ataques cibernéticos para conseguir datos privados de otras industrias; hay muchas sanciones por el incumplimiento del uso de los drones. Las empresas luchan con la competitividad, sobre todo las pequeñas y medianas empresas que por tener problemas financieros no invierten en tecnologías como los drones.
- 2) Escenario Corrupto.- Aquí la corrupción de las empresas y el gobierno van de la mano y no invierten en nueva tecnología sino en su beneficio propio. Es un escenario de excesos y deslealtad debido a la búsqueda de beneficio personal, con altos índices de accidentes y costos. Las empresas tienen escasa o nula supervisión en seguridad industrial.
- 3) Escenario Drástico.- La tecnología genera desempleo. La inversión tecnológica llega a su punto máximo potencial sustituyendo la mano de obra por el uso de tecnología, gracias a los bajos costos de los drones. Se genera desempleo y continúa la crisis económica. Los supervisores de seguridad son sustituidos por el uso de drones y TIC. Los empleados se ven siempre intimidados y acosados por el exceso de vigilancia y uso de drones.
- 4) Escenario Resurrección.- Hace referencia a la acción de resucitar, de mejorar para dar mejores resultados. La resurrección constituye un símbolo de la trascendencia en este escenario, se busca

el equilibrio de la mano del hombre y la tecnología en donde ambos elementos puedan trabajar de manera eficiente y productiva, generando mayor seguridad industrial y, sobre todo, sin incurrir en medidas extremas. Es moderado el uso de inclusiones tecnológicas como los drones, y este se aprovecha para asegurar la identificación de riesgos potenciales que contribuyan a minimizar los accidentes y disminuir los costos de los mismos. Desde esta parte se asegura el proceso de seguridad industrial y se contribuye a la competitividad de las empresas.

## **CONCLUSIONES**

La planeación por escenarios es una técnica de análisis cuya función es disminuir la incertidumbre del futuro. Para ello parte de dos principios fundamentales: a) hay un número casi infinito de futuros posibles, b) hay un número casi ilimitado de variables que tienen el potencial de afectar la marcha del grupo humano bajo análisis, sea una organización o sociedad. La elaboración de escenarios representa un ejercicio enriquecedor y, sin duda, una actividad necesaria para la planeación a largo plazo; por lo tanto, en el presente proyecto se realizó la construcción de cuatro escenarios para conocer el futuro de los drones en los procesos de seguridad industrial en México. Este ejercicio ayuda a identificar los factores decisivos en el desarrollo, ubicar los actores centrales y los campos de acción o puntos de convergencia donde se construya día a día el futuro y, por ende, se incida en la trayectoria.

El propósito del presente trabajo se basó en establecer una situación problemática como lo es el proceso industrial de seguridad industrial y la manera como este puede beneficiarse si incluye la tecnología de drones. El trabajo fue desarrollado a partir de preguntas a expertos en el tema y otros afines, así como entrevistando y encuestando al personal que colabora en las empresas. Se lograron desarrollar cuatro historias futuras con respecto al tema de estudio: el escenario inseguro, el escenario corrupto, los escenarios drásticos y los escenarios de resurrección. Es importante estar conscientes de que es mejor tener varios escenarios futuros en las empresas, pues el solo hecho de pensar motiva la creación de futuros mejores que los actuales. Un primer paso sería analizar a los gerentes y conocer su grado de madurez, su desarrollo creativo e innovador en términos de pronósticos y predicciones futuras; luego podría proponerse la creación de escenarios mínimo a diez años, tras lo cual se establecerían las posibles estrategias para lograrlos. Todo esto desde luego mediante la metodología de planificación de escenarios y de planeación estratégica.

## Bibliografía

- Ballén, X. R. (10 de 07 de 2012). Universidad Nacional de Colombia-Guía Análisis PEST (U. N. Colombia, Ed.) Recuperado el 28 de 10 de 2015, de [http://www.bogota.unal.edu.co/objects/docs/Direccion/planeacion/Guia\\_Analisis\\_PEST.pdf](http://www.bogota.unal.edu.co/objects/docs/Direccion/planeacion/Guia_Analisis_PEST.pdf)
- Brooks, M. (2012). The Drone Age. *New Scientist*, 42-46.
- Carles Ambrojo, J. (2013). Los drones ‘se alistan’ al servicio civil. *Técnica Industrial* 303, 18-19.
- Christensen, C., & Overdorf, M. (2000). Meeting the Challenge of Disruptive Change. *Harvard Business Review*, 52-60.
- Cisco-GNB (2010). The Evolving Internet. San Francisco, CA.: Monitor/GBN Global Business Network.
- Clarke, R. (2014). Understanding the Drone Epidemic. Chapman, Australia: Xamax Consultancy Pty Ltd.
- Diez, C. A. (2013). Adquisición de imágenes de bajo costo aplicadas a la agricultura. Tesis. Quito, Perú: Universidad San Francisco de Quito.
- Dirección del trabajo (25 de Septiembre de 2015). Dirección del trabajo/ Gobierno de Chile. Obtenido de <http://www.dt.gob.cl/1601/w3-article-63152.html>
- Estadísticas y bases de datos, O. (8 de Junio de 2011). Estadísticas y bases de datos. Obtenido de Estadísticas y Bases de Datos, Organización Internacional del Trabajo: <http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/langes/index.htm>
- Fundación Friedrich Ebert (Septiembre de 2011). Nuevos Enfoque de Desarrollo para México- Escenarios para 2020. Recuperado el 24 de Octubre de 2015, de <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/mexiko/08626.pdf>
- Hill, C. W., y Jones, G. R. (2011). *Administración Estratégica* (novena ed.), Mexico, D.F: Cengage Learning, Inc.
- Hitt, M. A., Ireland, R., y Hoskisson, R. E. (2008). *Administración Estratégica* (séptima ed.). México, D.F: Cengage Learning, Inc.
- Huerta Wong, J. E. (17 de Septiembre de 2015). *Apuntes de planeación por escenarios*. Puebla, Puebla, México: Posgrado Upaep.
- Jannadi, O.A., Almishari, S. (2003). “Evaluación de riesgos en la construcción”. *Diario de Ingeniería y Gestión* 129 (5), Construcción 492-500.

- Jiménez Naruse, N. Y., y Alvear Galindo, M. G. (julio-agosto, 2005). Accidentes de trabajo: Un perfil general. *Revista Facultad de Medicina de la UNAM*, Vol.48, 139-146.
- Manelele, I., Muya, M. (2008), "Risk identification on community-based construction projects in Zambia". *Journal of Construction*, Vol. 12 No. 1, pp. 2-7.
- Monzón Catalán, I. (Septiembre de 2013). Desarrollo de un cuadricóptero operado por ROS. Tesis. Zaragoza, España.
- Mossel, A., Leichtfried, M., Kaltenriner, C., & Kaufmann, H. (2014). Smart Copter: Enabling autonomous flight in indoor environments with a smartphone as on-board processing unit. *International Journal of Pervasive Computing and Commun*, 10, 92-114.
- OIT (27 de 03 de 2015). Oficina Internacional del Trabajo. Recuperado el 27 de 03 de 2015, de [http://www.ilo.org/public/libdoc/ilo/2004/104B09\\_309\\_span.pdf](http://www.ilo.org/public/libdoc/ilo/2004/104B09_309_span.pdf)
- OSHA (2 de 04 de 2015). Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo. Obtenido de <https://osha.europa.eu/es/topics/riskassessment/definitions>
- OSHA (20 de Septiembre de 2015). Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo. Boletín para la Industria en General. Obtenido de <https://www.osha.gov/Publications/OSHA3573.pdf>
- Pineda Rico, U. (2014). Plataforma Avanzada de Comunicaciones para Redes de mini-UAV (drones) Aplicadas a la Prevención, Control y Reacción Rápida en Situaciones de Emergencia. San Luis Potosí: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).
- Porter, M. E. (1991). La ventaja competitiva de las naciones. Buenos Aires, Argentina: Javier Vergara.
- Porter, M. (1996). What is Strategy? *Harvard Business*, 59-78.
- Rango, A., Laliberte, A., Steele, C., Herrick, J., Bestelmeyer, B., Schmutz, T., . . . Jenkins, V. (2006). Using Unmanned Aerial Vehicles for Rangelands: Current Applications and Future Potentials. *Environmental Practice*, 159-168.
- Riesgos, O. E. (2014). Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo. Retrieved from <https://osha.europa.eu/es/riskobservatory>
- Romero, J. C. (2005). Manual para la formación de nivel superior en prevención de riesgos laborales. Madrid, España: Diaz de Santos.
- Rosales, C., Scaglia, G., Carelli, R., y Jordan, M. (2011). Seguimiento de trayectoria de un mini-helicóptero de cuatro rotores basado en métodos numéricos. XIV Reunión de Trabajo Procesamiento de la Información y Control, pp. 495 – 500, San Juan, Argentina.

- Salgado, M., Carreño, L., Barbat, A., y Cardona, O. (2015). Evaluación probabilística del riesgo sistémico en Lorca mediante simulaciones de escenarios. *Revista*, 2-5.
- Salla, L., Sanna, N. (2008). "Riesgos laborales en el mantenimiento industrial", *Revista de la Calidad en Ingeniería de Mantenimiento*, vol. 14 Iss 2 pp. 194-204.
- Saari, J. (2001). Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. OSHA. En J. Saari, Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. OSHA (vol. II, parte 8), Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Social, I. M. (2013). Memoria Estadística (Base de riesgos de trabajo), México: IMSS.
- Solís Carcaño, R. G., y Sosa Chagoyán, A. R. (2013). Gestión de riesgos de seguridad y salud en trabajos de construcción. *Revista Educación en Ingeniería*, 161-170.
- Soria, J. V., y Viñas, J. A. (2010). Manual Para la Formación en Prevención de Riesgos Laborales. Programa preventivo para el desempeño de las funciones de nivel básico (sexta ed.), Valladolid, España: Lex Nova.
- Schoemaker, P. J. (1995). Scenario Planning: A Toll for Strategic Thinking. *MITsloan Management Review*, 25-40.
- STPS (1 de Agosto de 2015). Trabajo seguro "Boletín Electrónico". Obtenido de <http://trabajoseguro.stps.gob.mx/trabajoseguro/boletines%20anteriores/2015/bol064/vinculos/2005-0786.htm>
- STPS (2013). Información sobre accidentes y enfermedades del trabajo nacional 2004 - 2013. D.F. STPS.
- Vergara, J., Fontalvo, T., y Maza, F. (2010). La planeación por escenarios: Revisión de conceptos y propuestas metodológicas. *Prospect*, 21-29.
- Villaseñor, J. (2013). Observations from above: Unmanned Aircraft Systems and Privacy. *Harvard Journal of Law & Public Policy*, 36, 457-517.
- Watts, A., Ambrosia, V., & Hinkley, E. (2012). Unmanned Aircraft Systems in Remote Sensing and Scientific Research: Classification and Considerations of Use. *Remote Sensing*, 1671-1692.