

Los Eventos de Alta Energía

Teoría y práctica industrial

Grupo de Intercambio Oil & Gas
Icsi Latam

*Edición coordinada por Diego Turjanski y
Gustavo Villanueva*

n° 2026-01

TEMÁTICA

Cultura de seguridad

Seveso, Bhopal, Chernobyl, Fukushima... Todos recordamos ejemplos de accidentes o de incidentes que han tenido un gran impacto en el medio ambiente, han afectado a familias enteras y han puesto en peligro la actividad económica de un territorio.

La complejidad técnica del tema, las cuestiones de seguridad que están en juego y los imperativos del desarrollo territorial conllevan la necesidad de que todas las partes involucradas se apropien de la tarea de realizar avances en materia de seguridad industrial.

Estos avances deben ser obra de todos los actores implicados, para los que resulta esencial adquirir y desarrollar una verdadera cultura de seguridad.

Este es el objetivo del **Instituto para una cultura de seguridad industrial** (Icsi), una asociación sin fines de lucro creada en 2003, que surgió a partir de la iniciativa conjunta de industriales, académicos, investigadores y gobiernos locales con el fin de:

- ▷ Mejorar la seguridad en las empresas teniendo en cuenta el riesgo industrial y sus diversos aspectos: técnicos, organizacionales y humanos.
- ▷ Promover un debate abierto y ciudadano entre las empresas expuestas a riesgos y la sociedad civil, y una mejor “educación” en lo referente a la gestión de riesgos y a la mejora de la seguridad.
- ▷ Fomentar una mayor conciencia sobre los riesgos y la seguridad en todos los actores sociales.



Editor: **Instituto para una cultura de seguridad industrial**

Asociación conforme a la Ley 1901

<http://www.icsi-eu.org/es>

Aráoz 855, 5° Piso, Oficina A C1414DPQ
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Argentina

Teléfono: (+54 11) 5031 2939
E-mail: contacto@icsi-latam.org

Título	Los Eventos de Alta Energía. Teoría y práctica industrial
Palabras clave	Alto potencial de gravedad (PSIF/HIPO); Aprendizaje organizacional; Eventos de Alta Energía (EAE); Indicadores de seguridad; Industria Oil & Gas; Grupo de intercambio (GI)
Autor	Grupo de Intercambio Oil & Gas Icsi Latam
Coordinación	Diego Turjanski y Gustavo Villanueva
Fecha de publicación	Mayo de 2026

Las organizaciones suelen medir bien los eventos frecuentes, pero lo frecuente no siempre coincide con lo importante. Entre los indicadores cotidianos y las fatalidades existe un vacío de conocimiento difícil de abordar. Los eventos de alto potencial de gravedad han sido tradicionalmente una respuesta a este espacio “intermedio”. Sin embargo, su identificación y abordaje presenta desafíos no menores.

Este cuaderno presenta la experiencia del Grupo de Intercambio Oil & Gas de Icsi Latam frente a ese problema. Para reducir la ambigüedad de la interpretación de “alto potencial de gravedad”, el grupo adoptó el abordaje de Eventos de Alta Energía (EAE), desplazando el foco desde las consecuencias hacia las condiciones físicas de liberación de energía. La construcción de criterios compartidos permitió ampliar el universo de situaciones relevantes, mejorar la comparabilidad entre organizaciones y detectar patrones comunes para minimizar daños graves. La experiencia sugiere que la prevención de lesiones graves y fatales se fortalece cuando el aprendizaje deja de ser exclusivamente interno y se apoya en referencias técnicas comunes y en el intercambio entre actores.

Sobre los autores

Los autores de este cuaderno (**Rubén Morgani, Sergio Fernández, Víctor Coluccio, Federico Sameghini, Guillermo Prieto, Nicolás Holoveski, Guillermo Pitrelli, Eduardo Marcantoni, Diego Clop y Gabriel Lizarzuay**) forman parte del GI Gas & Oil de Icsi Latam, en representación de las principales compañías operadoras de la industria de Oil & Gas de la Argentina. El grupo comenzó a interactuar en agosto de 2024.

Sobre los coordinadores

Diego Turjanski y Gustavo Villanueva, especialistas en Factores Humanos y Organizativos de la seguridad, han realizado la coordinación operativa del GI.

Sobre la redacción y edición del *cuaderno*

Mario Poy y Marina Calamari han tenido a cargo la redacción y edición de esta publicación.

Para citar este documento

Grupo de intercambio Oil & Gas Icsi Latam. (2026). Los Eventos de Alta Energía. Teoría y práctica industrial. *Cuadernos de la seguridad industrial*, n° 2026-01, Institut pour une culture de sécurité industrielle, Toulouse, Francia (ISSN 2100-3874).

Disponible gratuitamente en <http://www.icsi-eu.org/es>

Su opinión nos interesa. Para cualquier comentario o información destinada a mejorar este documento, envíenos un correo electrónico a contacto@icsi-latam.org

Prólogo

Este cuaderno surge del trabajo desarrollado en el marco del Grupo de Intercambio de la industria Oil & Gas coordinado por Icsi Latam. A lo largo de distintos encuentros, profesionales de diversas compañías compartieron una dificultad común: cómo identificar y aprender de los eventos de alto potencial de gravedad, especialmente cuando sus criterios de clasificación resultaban poco consistentes entre áreas y organizaciones.

El grupo decidió entonces trabajar sobre la identificación y clasificación de eventos con potencial de consecuencias graves desde la perspectiva de los Eventos de Alta Energía (EAE). Al hacerlo, comenzó a emerger un número mayor de situaciones relevantes, comparables entre organizaciones y discutibles colectivamente. La base común dejó de depender de casos excepcionales y permitió orientar la atención hacia exposiciones habituales pero poco visibles, entre ellas los eventos vehiculares.

Este documento deja registro de ese recorrido para que pueda ser comprendido, discutido y adaptado por otras organizaciones que enfrenten desafíos similares.

Esperamos que su lectura les resulte de utilidad.

Mario Poy
Buenos Aires, 31 de marzo de 2026

Agradecimientos

El Icsi quiere expresar su agradecimiento a las empresas que integran el Grupo de intercambio "Oil and Gas" (GI O&G):

Pan American Energy

Tecpetrol

Total Energies

YPF

El Icsi agradece igualmente su colaboración a las personas que han participado en las diferentes instancias de trabajo de este GI, así como en la definición de contenidos y en la revisión de este documento:

Rubén Morgani	Pan American Energy
Sergio Fernández	Pan American Energy
Victor Coluccio	Pan American Energy
Sergio Fernández	Pan American Energy
Federico Sameghini	Tecpetrol
Guillermo Andrés Prieto	Tecpetrol
Nicolás Holoveski	Tecpetrol
Guillermo Pitrelli	YPF
Eduardo Marcantoni	YPF
Diego Clop	YPF
Gabriel Lizarzuay	Total Energies

Índice de contenidos

Introducción	3
1 Los riesgos más importantes: de la frecuencia al potencial de gravedad.....	5
2 Identificar el potencial de gravedad: alcances y límites de los enfoques actuales	9
3 Una alternativa para reducir la ambigüedad: los Eventos de Alta Energía	11
4 Aprender antes de una lesión grave o mortal: el trabajo del GI en Oil & Gas.....	13
4.1. Problemas compartidos en la identificación de eventos relevantes.....	13
4.2. Adoptar el abordaje de EAE como marco común	13
4.3. De un marco conceptual a criterios compartidos de análisis	14
4.4. Resultados del abordaje EAE: ampliar para focalizar	15
4.5. La capacidad predictiva de los EAE	17
5 Reflexiones finales	19
Anexo	21
Abreviaturas	23
Bibliografía	24

Introducción

Uno de los atributos clave del modelo de Cultura de Seguridad que sostiene el Icsi es la capacidad de las organizaciones de identificar cuáles son los *riesgos más importantes* -sean estos laborales, de seguridad de procesos, tecnológicos, o medioambientales- para poder abordarlos de manera prioritaria y generar aprendizajes orientados a prevenir los eventos de alta gravedad. En consonancia con este enfoque, este cuaderno tiene como objetivo reorientar las estrategias de gestión de seguridad hacia el control de esos riesgos, desplazando el foco desde la frecuencia de los eventos hacia su potencial de gravedad. En particular, en este trabajo el análisis se concentra en los riesgos que pueden derivar en lesiones graves o fatales para las personas.

Esta orientación enfrenta un obstáculo evidente: los eventos más graves son también los menos frecuentes, lo que limita la capacidad de aprendizaje de las organizaciones. Frente a este panorama, diversos sectores industriales han avanzado hacia la identificación de eventos de alto potencial de gravedad: situaciones sin consecuencias o con consecuencias menores que, por sus características, podrían haber derivado en lesiones graves o fatales. Aprender antes de que el daño grave ocurra, sin tener que lamentar pérdidas humanas o materiales, constituye una oportunidad clave.

En la literatura y en la práctica profesional, este tipo de eventos suelen denominarse en inglés como *Potential Serious Injury and Fatality* (PSIF) o *High Potential* (HIPO).

Si bien el foco en este tipo de eventos consiste en aprender antes de que ocurra un evento con consecuencias graves o mortales, su aplicación presenta desafíos. Por un lado, su identificación no siempre resulta evidente y puede dar lugar a clasificaciones diferentes frente a situaciones similares. Por otro lado, la clasificación de un evento como de “alto potencial de gravedad” suele tener “mala prensa”, e implicar en algunos casos su reporte al directorio y/o a los accionistas, lo que desfavorece su identificación y clasificación. Además, por su baja frecuencia, el volumen de eventos disponibles para el análisis dentro de una única organización suele ser limitado, lo que da lugar a conclusiones difícilmente generalizables.

Frente a este desafío, el Icsi, junto con Pan American Energy (PAE), Tecpetrol, Total Energies e YPF conformaron el Grupo de Intercambio en la industria de Oil & Gas en Argentina¹. Dado que estas empresas operan en contextos y problemáticas similares -incluyendo tipo de operaciones, localización geográfica, instalaciones, equipos, vehículos, proveedores y empresas de servicios- se identificó la oportunidad de crear un espacio de cooperación que permitiera construir una base de datos conjunta de eventos relevantes para el aprendizaje colectivo.

Para superar las limitaciones que presenta el concepto de alto potencial de gravedad, el grupo recurrió al abordaje del Eventos de Alta Energía (EAE), que se fundamenta en la relación directa que existe entre la magnitud de la energía liberada de forma descontrolada en un incidente y la gravedad del daño que puede producir. Este abordaje de los eventos permite incluir situaciones sin lesiones graves pero que podrían haberlas causado.

El uso de parámetros físicos y técnicos explícitos contribuye a reducir la ambigüedad en la identificación y clasificación, y facilita el intercambio de información y la comparación de resultados entre organizaciones.

Este cuaderno de seguridad industrial presenta una síntesis del abordaje de EAE para la identificación, y de su desarrollo en el marco del GI. El texto combina un marco conceptual con elementos de análisis orientados a revisar las prácticas de gestión de los grandes riesgos en cada organización. En las secciones siguientes se introduce la noción de riesgos más importantes (1), se analizan los desafíos asociados a la identificación del potencial de gravedad (2) y se presenta el abordaje de EAE como marco conceptual (3). Sobre esta base, se desarrolla el trabajo colectivo del GI en la industria de Oil & Gas y los principales aprendizajes derivados de esa experiencia (4), para finalmente exponer las reflexiones finales (5).

¹Se trata de empresas miembro de Icsi que se ubican entre las principales operadoras de esta industria en Argentina.

Los riesgos más importantes: de la frecuencia al potencial de gravedad

Durante su ciclo de vida, las organizaciones pueden enfrentarse a varios tipos de riesgos: accidentes de trabajo relativamente leves, accidentes de trabajo más graves, mortales, o incluso accidentes industriales mayores que pueden afectar a un gran número de trabajadores, a las instalaciones, a la población, al medio ambiente o incluso amenazar la supervivencia de la organización.

Figura 1: Distribución probabilística según tipo de riesgo



Si se clasifican estos riesgos en función de su frecuencia de ocurrencia y su gravedad, se distinguen al menos dos tipos de eventos de naturaleza diferente: aquellos que son muy frecuentes y de gravedad relativamente baja, y aquellos que son poco frecuentes (que ocurren cada 2, 10 o 20 años) pero que son extremadamente graves y pueden afectar la continuidad operacional de la organización.

De esta manera, el desarrollo de la Cultura de seguridad dentro de una organización debe tener como estrategia prioritaria la gestión de los riesgos más importantes vinculados a sus actividades; es decir, los accidentes con lesiones graves o mortales, o accidentes catastróficos en términos de daños materiales (Icsi, 2019).

Figura 2: Pirámide de Bird (1986)



Ahora bien, históricamente, la gestión de los riesgos de seguridad en muchas organizaciones se ha basado en el modelo de la Pirámide (Bird y Germain, 1986; Heinrich, 1931) que establece una relación de proporcionalidad entre eventos de diferentes niveles de gravedad (ver Figura 2).

Siguiendo este modelo, la idea central es que reduciendo la frecuencia de los eventos leves y frecuentes que se encuentran en la base de la Pirámide, se lograría reducir la probabilidad de que ocurran accidentes graves y mortales que se ubican en la cúspide.

Sin embargo, la evidencia empírica muestra que la reducción sostenida de las tasas de incidentes no se acompaña de una disminución equivalente de las fatalidades, que se mantienen relativamente estables o incluso aumentan en algunos contextos (Busch *et al.*, 2021; Manuele, 2008; The Campbell Institute, 2018).

Un ejemplo elocuente de este fenómeno se expresa en la serie histórica que compila la Asociación Internacional de Productores de Gas y Petróleo (IOGP) en sus reportes anuales de desempeño en seguridad (2024b) y que a continuación se reflejan en los Gráficos 1 y 2. Al comparar la Tasa de accidentes mortales por empresa y contratista y el Índice de lesiones registrables totales, resulta claro que la evolución no es similar: la serie de lesiones registrables disminuye mientras que la de accidentes fatales se mantiene relativamente estable.

Gráfico 1: Tasa de accidentes mortales por empresa y contratista (2014–2023)

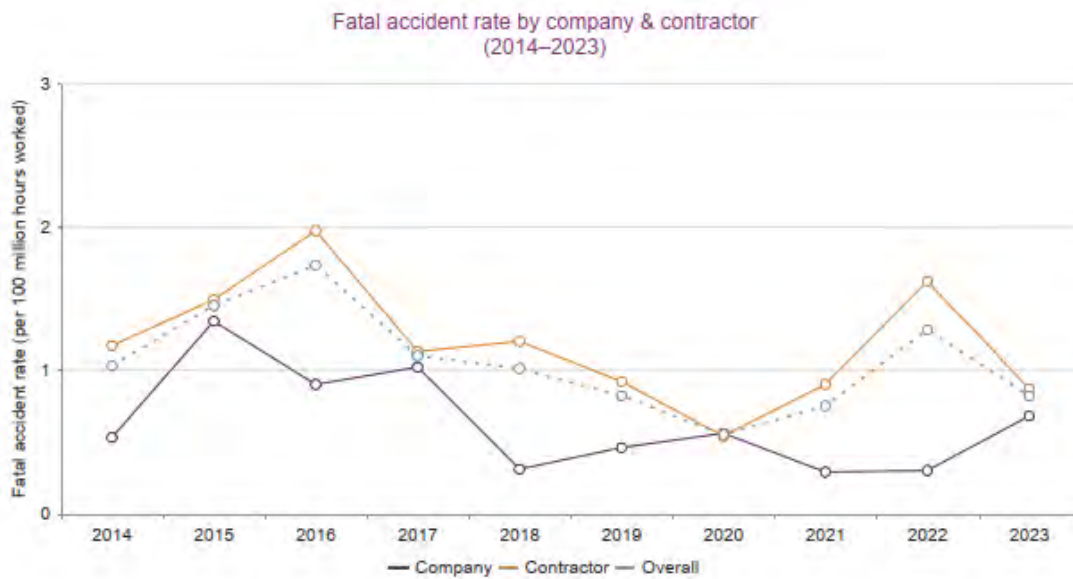
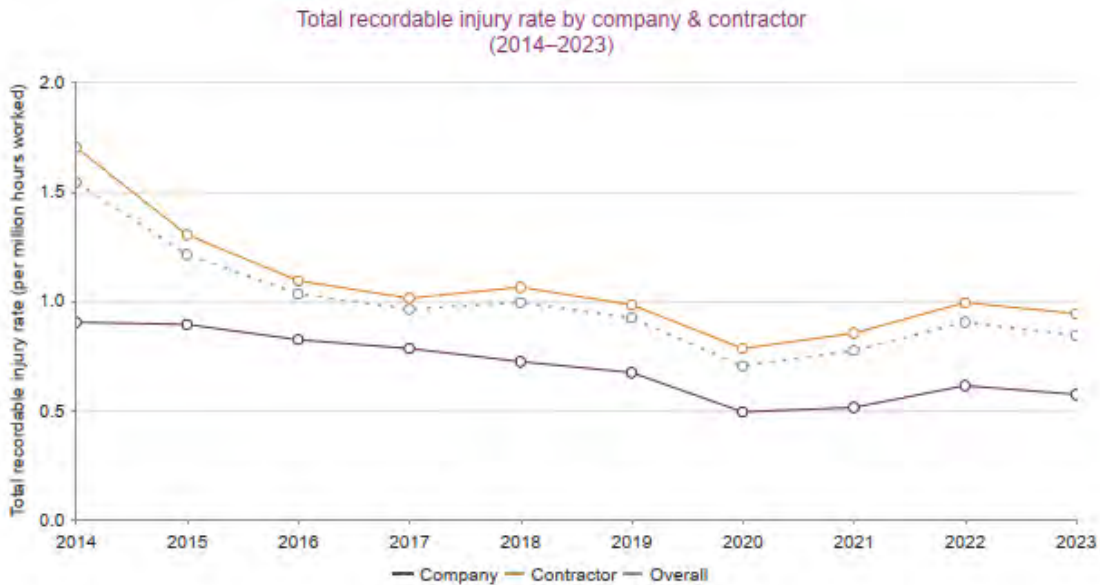


Gráfico 2: Índice de lesiones registrables totales por empresa y contratista (2014–2023)



Fuente: IOGP (2024b) Safety performance indicators - 2023 data

Esta discrepancia se explica, en parte, porque el modelo tiende a ser utilizado como si todos los incidentes de la base tuvieran el mismo potencial de derivar en un evento grave o mortal, cuando solo una fracción pequeña comparte causas, condiciones y contextos con los eventos graves (Martin y Black, 2015; Wachter y Ferguson, 2013).

Muchos eventos frecuentes -que abundan en la base de la pirámide- no tienen potencial de gravedad, aunque impactan en la tasa de frecuencia y en otros indicadores tradicionalmente utilizados por las organizaciones, como los días perdidos. Un ejemplo de ello son las torceduras o esguinces producidos al mismo nivel, que pueden generar ausencias prolongadas, sin riesgo de consecuencias graves o fatales.

La Pirámide tuvo un valor práctico indudable, ya que permitió ordenar la acción preventiva y poner el foco en condiciones e incidentes cotidianos. Sin embargo, su uso extendido suele naturalizar una lectura simplificada del riesgo: aquello que es más frecuente y genera mayor volumen de datos tiende a interpretarse como lo más relevante y, por tanto, como aquello que debe ser monitoreado y priorizado.

Cuando la reducción de la base se asocia automáticamente con una mejora en la gestión de la seguridad, los indicadores de frecuencia pueden funcionar como señales de que los riesgos más importantes están controlados, aun cuando ese control se refiera principalmente a eventos de bajo potencial de gravedad.

*El ejemplo paradigmático de esa consecuencia es la denominada Trampa de Longford, concepto que se acuñó a partir del análisis de la explosión de una planta de gas de Esso en Australia en 1998 realizado por A. Hopkins (2000). La "trampa" describe la aparente paradoja de que en una situación donde los indicadores de seguridad laboral arrojaban buenos resultados, se produjo un evento catastrófico. Esto se explica porque la atención se concentra en los eventos más frecuentes y la información disponible describe con precisión lo habitual, pero ofrece pocas pistas sobre riesgos de baja frecuencia y consecuencias graves. Como advierte el propio Hopkins, **la dependencia de los datos de lesiones con pérdida de tiempo en industrias de riesgos mayores es, en sí misma, un riesgo mayor** (Hopkins, 2001). Esta trampa no fue producto de un error puntual, sino de un riesgo estructural de los sistemas de monitoreo, un escenario comparable al verificado en la explosión de la plataforma Deepwater Horizon de British Petroleum en 2010 (Hopkins, 2012)*

Frente a esta limitación de la Pirámide, muchas organizaciones incorporaron la noción de eventos de "alto potencial de gravedad" como una forma de desplazar el foco desde la frecuencia hacia la gravedad de las consecuencias. La cuestión que se plantea entonces es cómo definir y reconocer este tipo de eventos.

Identificar el potencial de gravedad: alcances y límites de los enfoques actuales

Una vez aceptada la necesidad de desplazar el foco desde la frecuencia hacia el potencial de gravedad, el desafío pasa a ser cómo identificar ese potencial de manera consistente. En particular, dentro del conjunto de eventos se distinguen aquellos que, aun teniendo consecuencias menores y/o sin consecuencias, comparten mecanismos con los eventos graves o fatales y permiten aprender antes del daño.

Se presentan dos ejemplos para ilustrar lo anteriormente descrito:

Un colaborador se tropezó al pisar un badén, apoyó mal un pie y sufrió un esguince de tobillo con 14 días de baja laboral. El resultado más probable no habría sido muy distinto: una lesión temporalmente incapacitante, pero lejos de un daño grave o fatal.

En cambio:

Un colaborador cayó desde un andamio a dos metros de altura. Por efecto del azar, no hubo consecuencias graves y solo requirió primeros auxilios. Sin embargo, una caída de esa altura podría haber derivado en daños severos (por ejemplo, una incapacidad permanente) o incluso fatales.

En términos generales, los eventos de alto potencial de gravedad se definen como situaciones en las que, aun cuando no se produjeron consecuencias graves, si alguna condición hubiera sido ligeramente diferente, podría haber derivado en lesiones graves o fatales. Se trata de una noción que implica analizar escenarios alternativos posibles –como qué podría haber ocurrido si ciertos elementos de la situación hubieran sido distintos– y que, por lo tanto, no es un dato registrado, sino una inferencia construida a partir de la información disponible.

Esta inferencia se funda en la experiencia previa, en la forma en que la organización concibe y representa sus riesgos y en su propio historial de eventos. En ausencia de criterios estandarizados, la identificación de eventos de alto potencial de gravedad varía entre personas, áreas y organizaciones. Un mismo evento puede ser clasificado en forma diferente según la experiencia, el marco cultural o las presiones del contexto. A ello se suman sesgos conocidos –como el de retrospectión (“como no pasó nada, no era tan grave”)– y presiones organizacionales asociadas al cumplimiento de objetivos que dificultan aún más una identificación consistente (Pomeroy y Pilbeam, 2025).

Cuando, además, las organizaciones fijan metas basadas en la tasa de eventos de alto potencial de gravedad, esta variabilidad puede incentivar prácticas de subnotificación. Entonces, que un mismo evento sea clasificado de forma distinta no debe interpretarse como un problema de las personas que realizan el análisis, sino como una consecuencia de una noción que, por definición, admite amplios márgenes de interpretación.

En la industria de Oil & Gas, esta discusión no es abstracta. El desafío de definir y clasificar eventos de alto potencial de gravedad atraviesa las prácticas de monitoreo y aprendizaje, dentro y entre las empresas. En este contexto, el marco propuesto por la Asociación Internacional de Productores de Gas y Petróleo (IOGP) constituye una referencia común para la industria.

IOGP define los eventos de alto potencial (HIPO) como un evento que, bajo circunstancias ligeramente diferentes, podría haber resultado de manera realista en un incidente fatal (IOGP, 2024a).

El énfasis en lo “realista” y en los “incidentes fatales” busca acotar la interpretación y diferenciar entre escenarios plausibles y meramente hipotéticos. Sin embargo, aun con esta definición, la identificación del potencial sigue dejando un gran espacio a la interpretación.

La respuesta de la aeronáutica a este problema resulta particularmente ilustrativa, ya que se trata de una industria considerada ultra segura. En la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), la gestión del riesgo grave se apoya en un conjunto predefinido de tipos de eventos que se establecen a partir de la explotación sistemática de los datos de los vuelos y se asocian con una mayor probabilidad de consecuencias fatales. Por ejemplo, situaciones de humo o fuego en cabina, o fallas estructurales son automáticamente consideradas como eventos graves, aunque el avión haya logrado aterrizar de forma segura.

Este tipo de enfoque reduce la ambigüedad, facilita la clasificación y el alineamiento entre personas, empresas, organismos regulatorios, entre otros. Sin embargo, al apoyarse en listados cerrados, dificulta captar los matices de situaciones y contextos específicos.

Definir qué se entiende por “alto potencial” no es una decisión neutra ni puramente técnica, sino una forma de delimitar el foco del análisis y del aprendizaje. Si la definición es demasiado amplia, todo puede volverse crítico y nada se prioriza. Si es ambigua, el conjunto de casos deja de ser comparable y el proceso de clasificación queda más expuesto a presiones o intenciones. Si es demasiado restrictiva, puede invisibilizar señales relevantes del contexto.

Esta tensión pone de manifiesto la necesidad de avanzar hacia definiciones que se apoyen en referencias concretas, capaces de orientar la interpretación y favorecer evaluaciones más consistentes. En este contexto, se introduce el abordaje EAE.

Una alternativa para reducir la ambigüedad: Los Eventos de Alta Energía

El abordaje EAE propone analizar las condiciones de liberación de energía capaces de producir daños graves o fatales, desplazando el foco de las consecuencias. Gibson (1961) y Haddon (1973, 1980) fueron de los primeros en señalar que las lesiones se producen cuando la energía transferida a una persona supera los límites de resistencia del cuerpo humano. No se trata de la “energía” en un sentido abstracto, sino de la energía en sus distintas manifestaciones -mecánica, eléctrica, térmica, química, gravitacional, cinética, entre otras- y, especialmente, de sus características relevantes -su magnitud, su direccionalidad- y del grado de control que el sistema tiene sobre ella.

Desde el abordaje EAE, investigaciones recientes basadas en análisis de informes de accidentes muestran una correlación entre la cantidad de energía liberada y la ocurrencia de lesiones graves o fatales (Hallowell *et al.*, 2017). En términos concretos, se ha identificado un umbral de energía -utilizado como referencia técnica- por encima de 500 ft-lb (o 680 j), a partir del cual la liberación de energía se asocia con un aumento significativo en la probabilidad de que se produzcan lesiones graves o mortales (Hallowell *et al.*, 2024). Este tipo de referencias permite contar con un criterio más estable entre casos y evaluadores para identificar cuándo un determinado evento podría haber tenido consecuencias graves o fatales.

Un EAE es aquel en el que se produce una liberación no controlada de energía en valores superiores a un umbral que ha entrado en contacto con una persona o ha estado próxima a afectarla.

El interés de este abordaje reside en desplazar el foco de atención hacia eventos que exponen al sistema a una liberación significativa de energía que podría dañar a las personas. Estos eventos permiten analizar condiciones de riesgo relevantes antes de que el daño fatal se materialice, ampliando el universo de situaciones a partir de las cuales es posible aprender y actuar preventivamente.

Distintos autores han avanzado en la formulación de definiciones operativas de eventos de alto potencial de gravedad a partir del criterio de energía. Bajo esta perspectiva, un evento de alto potencial se caracteriza por *tres condiciones*:

- a) la liberación no controlada -o fuera del conocimiento del operador- de una energía capaz de producir daño grave;
- b) la probabilidad presente de exposición de una persona a esa energía y;
- c) la ausencia de barreras eficaces, o la existencia de barreras insuficientes o defectuosas.

Así, los eventos de alto potencial pueden definirse como aquellos en los que se produjo una liberación no controlada de energía en valores superiores a un umbral, en las que hubo probabilidad de exposición a la liberación de alta energía y en la que las barreras fueron deficientes o eran inexistentes. Este enfoque ha dado lugar a diversas herramientas de clasificación orientadas al aprendizaje organizacional.

En definitiva, el abordaje de alta energía aporta un conjunto de criterios que permiten mejorar los acuerdos entre personas, organizaciones e industrias, así como la comparabilidad entre eventos distintos. A su vez, posibilita delimitar un universo de casos que provee información útil para el aprendizaje y la prevención de lesiones graves y mortales.

El abordaje de alta energía cambia la pregunta de “¿podría haber sido grave?” a “¿qué cantidad de energía estaba en juego, qué posibilidad existía de que una persona estuviese presente en la zona de liberación y qué tan controlada podía estar esa liberación?”.

Sin embargo, como toda herramienta de análisis, introduce tensiones que hay que gestionar en la práctica. Y es que pasar de una idea a criterios de uso concretos en el día a día no es un proceso automático; siempre hay un ajuste entre la teoría y la acción.

Aprender antes de una lesión grave o mortal: el trabajo del GI en Oil & Gas

Este apartado presenta cómo el GI Oil & Gas tradujo el abordaje de alta energía en criterios concretos para el análisis. Más que describir una aplicación lineal del marco conceptual, se busca mostrar el trabajo colectivo de discusión, toma de decisiones y ajuste iterativo.

4.1. Problemas compartidos en la identificación de eventos relevantes

Con el objetivo de consolidar una base de datos de eventos relevantes, el GI se constituyó a partir de un reconocimiento compartido: si en un extremo se ubican los eventos leves -como un predictor poco preciso-, en el otro se encuentran los eventos efectivamente graves y mortales. Si bien ya se revisaron las limitaciones de la primera alternativa, la segunda también presenta restricciones evidentes: además de su carácter extremadamente reactivo -pretender aprender a partir de las fatalidades-, los eventos con consecuencias graves o fatales ocurren con muy baja frecuencia. Analizados de forma aislada, los casos disponibles en cada empresa resultan insuficientes para identificar patrones robustos que permitan orientar la toma de decisiones.

En este contexto, la construcción de una base unificada de eventos se presentó desde el inicio como una condición necesaria para ampliar el universo de análisis y fortalecer el aprendizaje colectivo.

Bajo este propósito emergió el desafío de acordar un marco de referencia que permitiera establecer definiciones y criterios de clasificación compartidos. Al poner en común las definiciones de eventos de alto potencial de gravedad y su aplicación en cada empresa, se hizo visible que las clasificaciones sobre qué eventos debían ser considerados "de alto potencial de gravedad" diferían.

En este marco, se definió el segmento de operaciones Upstream (exploración y extracción de gas y petróleo) como ámbito inicial del análisis con el propósito de acotar el alcance del trabajo a un entorno operativo compartido por las organizaciones participantes.

Este escenario fue el punto de partida del trabajo y delimitó el tipo de solución que era necesario construir.

4.2. Adoptar el abordaje de EAE como marco común

A partir de este diagnóstico compartido, el GI acordó adoptar el abordaje EAE como marco común de análisis. Este desplazamiento implicó correr el foco desde las consecuencias reales o potenciales hacia las condiciones de liberación de energía como criterio principal para identificar situaciones relevantes.

La adopción de este enfoque no fue automática. *El grupo discutió las definiciones disponibles y realizó ajustes explícitos para poner el concepto al servicio de los objetivos de análisis, vigilancia y aprendizaje compartidos.* En particular, se debatió la diferencia entre el EAE y los eventos de alto potencial de gravedad definidos desde una perspectiva energética, lo que llevó a establecer acuerdos claros respecto del rol de las barreras o defensas.

El entendimiento común fue que, si bien la actuación exitosa de las barreras puede interpretarse como una manifestación de resiliencia del sistema o de "fallo seguro", llevar esta lógica al extremo puede resultar engañoso. El hecho de que un sistema tolere una liberación significativa de energía sin consecuencias, dadas las barreras existentes, no implica necesariamente que esté diseñado para operar de manera cotidiana bajo esas condiciones. Por ello, *se resolvió considerar relevantes todos los eventos que superen un determinado umbral energético, con independencia de que las barreras hayan actuado de manera exitosa o no.*

En esa misma línea, *el grupo acordó no restringir la noción de EAE a la existencia de contacto humano efectivo en el momento del evento. Se incluyeron también aquellas situaciones en las que la presencia de personas resulta plausible en el desarrollo normal de las actividades.* Es decir, eventos que ocurren en zonas donde el tránsito de personas es

frecuente, aunque no haya habido involucrados directos en el instante del suceso. Esta decisión respondió a un posible efecto indeseado de esta forma de clasificación: numerosos eventos no involucran personas por una circunstancia fortuita y no por una decisión de diseño del sistema sociotécnico.

En síntesis, la definición de EAE construida por el grupo de intercambio es:

Un Evento de Alta Energía (EAE) es todo suceso en el cual: a) se libera una cantidad de energía superior a 500 ft-lb (680 J); y b) existe exposición efectiva de un trabajador o una posibilidad razonable de que dicha exposición ocurra en el desarrollo normal de las actividades.

4.3. De un marco conceptual a criterios compartidos de análisis

El siguiente paso consistió en *desarrollar una taxonomía de EAE y una guía de clasificación* basada en los acuerdos conceptuales realizados, los conocimientos y experiencias de los profesionales intervinientes y la casuística de eventos de las organizaciones participantes.

Este trabajo colaborativo permitió construir una taxonomía compuesta por 17 tipos de EAE, asociados a 9 tipos de energías presentes en las actividades desarrolladas por las empresas del grupo (ver Anexo).

La taxonomía parte de los tipos de energía presentes en la industria que podrían liberarse por encima del umbral energético y se organiza en categorías de eventos para cada tipo de energía. Estas categorías describen situaciones en las que se asume una liberación de energía capaz de ocasionar lesiones graves o fatales. Por ejemplo, para la energía gravitacional se definieron las caídas de personas desde una altura de 1,8 m y las caídas de objetos cuando el resultado del producto de su peso (kg) x altura (m) x 9,81 (m/s²) es igual o mayor a 680 (j). Para la energía cinética se definieron distintos eventos vehiculares terrestres: atropellamientos de personas, vuelcos de vehículos, impactos entre vehículos y entre vehículos y animales (muy frecuentes en los caminos transitados por los vehículos de las empresas del grupo).

La guía de clasificación se construyó a partir de un proceso de discusión y acuerdo en torno a *dos criterios de clasificación y un conjunto de eventos de referencia*.

- a) *El primer criterio se apoya en descripciones detalladas de las situaciones de liberación de energía, incorporando parámetros físicos y técnicos -como altura, peso, velocidad, temperatura, presión o tensión eléctrica, entre otros- que permiten estimar la magnitud y facilitan una clasificación consistente y comparable. Estos parámetros se definieron a partir de referencias técnicas de marcos normativos y organismos nacionales e internacionales que regulan la seguridad y la salud ocupacional en distintas actividades de riesgo, tales como la National Fire Protection Association (NFPA), la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) y la International Electrotechnical Commission (IEC). Por ejemplo: Colisión entre uno o más vehículos donde al menos uno circula a una velocidad superior a 50 km/h. Se incluyen los choques frontales, laterales y/o rozamientos.*

Esta modalidad de clasificación establece el umbral energético para cada categoría de evento, aunque en algunas categorías no resulte necesario hacerlo en forma cuantitativa. Por ejemplo, en la categoría de atropellamiento de personas, la relación de masas entre un vehículo y el cuerpo humano hace que cualquier evento de este tipo sea considerado por definición como un EAE, independientemente de la velocidad al momento del impacto.

- b) *El segundo criterio dispone situaciones de clasificación directa. En este punto, el grupo reconoce que existen determinadas situaciones que, por sus características y por la dinámica propia del evento, representan exposiciones relevantes a alta energía y son consideradas prioritarias para el aprendizaje colectivo, aun cuando la estimación precisa de la energía liberada resulte difícil o poco viable. En estos casos, se acuerda su inclusión directa como EAE, sin requerir un cálculo específico. Este paso no implica abandonar el abordaje EAE, sino traducirlo en criterios operables y compartidos, priorizando la*

consistencia del análisis y la comparabilidad interorganizacional por sobre la precisión de un cálculo puntual. De este modo, la clasificación directa simplifica y vuelve operativo el modelo, fortaleciendo el valor práctico de la taxonomía de EAE como herramienta común de clasificación. *Entre los eventos vehiculares, “una pérdida de control de un vehículo que circula a más de 50 km/h y provoca un despiste” es un ejemplo de clasificación directa.*

Finalmente, la guía presenta un conjunto de ejemplos representativos que no agotan todos los casos posibles, pero facilitan la comprensión de cada categoría. Por ejemplo: Rotura de barra de dirección, punta de eje, de un vehículo que circula a más de 50 km/h.

A modo de ejemplo integrador, en la Tabla 1 se presenta la categoría de Vuelcos y colisiones entre cualquier tipo de vehículo terrestre, y entre vehículo terrestre y animal/objeto.

Tabla 1: Criterios de clasificación de la categoría Vuelcos y colisiones entre cualquier tipo de vehículo terrestre, y entre vehículo terrestre y animal/objeto.

Energía involucrada: energía cinética		
Categoría de EAE: Vuelcos y colisiones entre cualquier tipo de vehículo terrestre, y entre vehículo terrestre y animal/objeto.		
Descripción de la situación en que se libera la energía	Situaciones de clasificación directa	Eventos de referencia
<p>a. Colisión entre uno o más vehículos donde al menos uno circula a una velocidad superior a 50 km/h. Se incluyen los choques frontales, laterales y/o rozamientos.</p> <p>b. Colisión entre vehículo que circula a una velocidad superior a 50 km/h y animal/objeto. Se incluyen los choques frontales, laterales y/o rozamientos.</p> <p>c. Vuelco de vehículo, independiente de la velocidad de circulación previa.</p> <p>Observación: se incluyen eventos relacionados con vehículos motorizados diseñados para transportar personas y bienes por tierra (por ej. automóviles, autobuses y camiones), sean propios de la compañía o de terceros, y en cualquier etapa desde el inicio del viaje hasta la llegada al punto de destino.</p>	<p>1. Pérdida de control del vehículo circulando a más de 50 km/h que provoca un despiste.</p> <p>2. Pérdida de control del vehículo que deriva en el cruce o invasión del carril de circulación contrario, independientemente de la velocidad a la que circula.</p> <p>3. Falla mecánica de un vehículo que circula a más de 50 km/h, independientemente de si se pierde o no el control de este (por ejemplo, rotura de componentes estructurales, suspensión o dirección).</p> <p>4. Desprendimiento de una o más ruedas de un vehículo en circulación, independientemente de la velocidad al momento del evento (Observación: es independiente de si pierde o no el control del vehículo).</p> <p>5. Colisión con activación de airbags, independiente de la velocidad.</p>	<p>a. Roce de espejos de vehículos en circulación.</p> <p>b. Colisión con instalaciones fijas de producción o instalaciones de campamento.</p> <p>c. Colisión con animales en ruta.</p> <p>d. Rotura de barra de dirección, punta de eje, de un vehículo que circula a más de 50 km/h.</p> <p>e. Rotura y/o salida de rueda de un vehículo.</p>

4.4. Resultados del abordaje EAE: ampliar para focalizar

El uso del abordaje de EAE permitió la construcción de una amplia base de eventos pertinentes para el aprendizaje colectivo. Luego de realizar una prueba piloto para identificar ajustes en las descripciones, el reporte y la clasificación, el grupo avanzó hacia un análisis integrado de los EAE a nivel sectorial.

Como resultado, se pasó de contar con 57 eventos de alto potencial de gravedad reportados en forma agregada por las organizaciones durante el año 2024 en el segmento *Upstream*, a identificar 324 EAE, lo que puso en evidencia el potencial de la herramienta para ampliar el universo de situaciones relevantes. A la vez, la suma de los reportes del grupo permitió visibilizar exposiciones críticas que son difíciles de priorizar en las bases individuales dada la escasa cantidad de casos.

A partir de este universo ampliado, el análisis de la base mostró que el 86,4% de los EAE identificados en los reportes del año 2024 se concentraban en cuatro de las 17 categorías: Colisiones entre cualquier tipo de vehículo terrestre, y entre vehículo terrestre y animal u objeto; Proyección de fluidos líquidos y/o semilíquidos a presión; Caída de objetos desde altura física; e Incendio sostenido o declarado.

Además, tres de las categorías no presentaron casos en el periodo 2024: Deslizamiento de material en excavaciones o zanjas, Contacto con superficies extremadamente calientes o frías, Liberación de radiaciones ionizantes.

Tabla 2: Distribución de Eventos de Alta Energía del segmento *Upstream*, año 2024

Tipo de energía	Categoría	Casos	Porcentaje
Cinética	Colisión entre cualquier tipo de vehículo terrestre, y entre vehículo y animal/objeto	136	42,0
Potencial de sólidos: presión	Proyección de fluidos líquidos y/o semi-líquidos a presión	72	22,2
Gravitacional	Caída de objetos desde altura física	46	14,2
Térmica	Incendio "sostenido o declarado"	20	6,2
Potencial de fluidos contenidos a presión > patm	Explosión	13	4,0
Mecánica	Contacto con partes en movimiento de máquinas y/o equipos pesados	13	4,0
Cinética	Impacto de vehículos terrestres en movimiento con personas	8	2,5
Eléctrica	Contacto directo e indirecto con energía eléctrica	5	1,5
Eléctrica	Arco eléctrico	3	0,9
Gravitacional	Caída de persona desde altura física	3	0,9
Eléctrica	Descargas atmosféricas	2	0,6
Química	Contaminantes químicos presentes en el ambiente de trabajo	1	0,3
Térmica	Contacto con vapores/gases calientes	1	0,3
Térmica	Contacto con líquidos y/o semi-líquidos extremadamente calientes o fríos	1	0,3
Total		324	100,0

Sobre la base de esta evidencia, el GI decidió, por consenso, focalizar el análisis sobre dos categorías: Vuelcos y colisiones entre cualquier tipo de vehículo terrestre, y entre vehículo terrestre y animal u objeto, e Impacto de vehículos terrestres en movimiento con personas, referidas en forma abreviada como Eventos vehiculares.

Esta focalización no surge de una prescripción teórica del modelo, sino del análisis colectivo del riesgo real del sector. El *riesgo más importante* no se define en abstracto ni desde supuestos generales, sino que se construye de manera compartida a partir de los datos, la experiencia operativa de las organizaciones y la comprensión del contexto en el que se desarrollan sus actividades.

Los Eventos vehiculares concentran una proporción significativa de eventos con consecuencias potenciales graves y fatales, afectan empleados propios, contratistas y terceros.

Asimismo, se puso en evidencia que, si bien la clasificación por tipo de energía resulta fundamental para identificar eventos relevantes y ampliar el universo de aprendizaje colectivo, el análisis con fines preventivos requiere abordar las categorías de eventos de manera diferenciada. Cada tipo de evento responde a dinámicas propias y combina factores técnicos, organizacionales y contextuales distintos; incluso dentro de una misma categoría. En este sentido, la focalización es una condición necesaria para profundizar el aprendizaje colectivo y orientar la inversión de recursos hacia modelos de análisis útiles para la prevención de los *riesgos más importantes*. Por eso, los eventos vehiculares se convirtieron en el nuevo objeto de aprendizaje colectivo.

4.5. La capacidad predictiva de los EAE

Un punto no menor del trabajo fue indagar si los EAE presentan efectivamente capacidad predictiva respecto de las fatalidades. En este sentido, se analizó la base 2024 y se la contrastó con las fatalidades registradas en las mismas categorías y organizaciones. El coeficiente de correlación obtenido ($r = 0,74$) muestra una relación positiva fuerte entre la cantidad de EAE y los eventos fatales.

Reflexiones finales

La experiencia del GI Oil & Gas de Icsi Latam muestra que redefinir que lo que se entiende por *riesgos más importantes* no es un ejercicio conceptual aislado sino una decisión estratégica que orienta la forma en que las organizaciones observan, priorizan y aprenden de sus eventos. Fijar criterios explícitos a partir de la teoría de los EAE permitió desarrollar una definición objetiva que reduce la subjetividad al momento de identificar eventos con alto potencial de aprendizaje. El abordaje de los EAE aportó referencias técnicas más estables para disminuir la ambigüedad del “alto potencial” y facilitar acuerdos entre organizaciones con contextos operativos similares. Además, dado que los eventos de alto potencial de gravedad pueden ser escasos, contar con definiciones compartidas posibilita intercambiar información, aumentar su volumen y, en consecuencia, tomar decisiones mejor fundadas en datos.

La construcción colectiva de una taxonomía común implicó equilibrar precisión y aplicación, ampliar el universo de eventos relevantes y, al mismo tiempo, focalizar el análisis sobre categorías prioritarias como los eventos vehiculares. Este proceso permitió hacer visibles exposiciones críticas que permanecían dispersas en los análisis individuales y mostró que aprender antes del daño grave no significa analizar todo, sino construir marcos compartidos que orienten el esfuerzo preventivo.

El GI Oil & Gas demuestra que la prevención de los grandes riesgos se fortalece cuando el aprendizaje deja de ser exclusivamente intraorganizacional y se convierte en un proceso colectivo, apoyado en criterios explícitos, debate profesional y compromiso interinstitucional. Este camino refuerza el compromiso con los principios fundacionales del Icsi.

Anexo

Energías y categorías de Eventos de Alta Energía

Energía Involucrada	Categoría de EAE
Gravitacional	Caída de objetos desde altura física
	Caída de persona desde altura física
Cinética	Impacto de vehículos terrestres en movimiento con personas
	Vuelcos y colisiones entre cualquier tipo de vehículo terrestre, y entre vehículo y animal/objeto.
Mecánica	Contacto con partes en movimiento de máquinas y/o equipos pesados
Térmica	Contacto con superficies extremadamente calientes o frías
	Contacto con vapores/gases calientes
	Contacto con líquidos y/o semilíquidos extremadamente calientes o fríos
	Incendio "sostenido o declarado"
Potencial de fluidos contenidos a presión >patm	Explosión
	Proyección de fluidos líquidos y/o semilíquidos a presión
Potencial de sólidos: presión	Deslizamiento de material en excavaciones o zanjas
Eléctrica	Contacto directo e indirecto con energía eléctrica
	Arco eléctrico
	Descargas atmosféricas
Química	Contaminantes químicos presentes en el ambiente de trabajo
Nuclear	Liberación de radiaciones ionizantes

Abreviaturas

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
EAE	Evento de Alta Energía
GI	Grupo de Intercambio
HIPO	High Potential Incidents
IEC	International Electrotechnical Commission
IOGP	International Association of Oil and Gas Producers
NFPA	National Fire Protection Association
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PSIF	Potential Serious Injury and Fatality
SCL	Safety Classification and Learning Model

Bibliografía

- Bird, F. E., y Germain, G. L. (1986). *Practical loss control leadership*.
- Busch, C., Usrey, C., Loud, J., Goodell, N., y Carrillo, R. A. (2021). Serious injuries and fatalities: Why are they constant while injury rates decrease? *Professional Safety*, 66, 26–31.
- Edison Electric Institute. (2023). *Safety classification and learning (SCL) model* [White paper].
- Gibson, J. J. (1961). The contribution of experimental psychology to the formulation of the problem of safety: A brief for basic Research Behavioral approaches to accident research. En *Behavioral approaches to accident research* (pp. 77–89). Association for the Aid of Crippled Children.
- Haddon W. Jr. (1973). Energy Damage and the Ten Countermeasures Strategies'. Insurance Institute for Highway Safety, Washington, D.C. *Human Factors*, 15(4), 355-366
- Haddon, W. (1980). The Basic Strategies for Reducing Damage From Hazards of All Kinds. *Hazards Prevent*, 16, 8-12
- Hallowell, M. R., Alexander, D., & Gambatese, J. A. (2017). Energy-based safety risk assessment: Does magnitude and intensity of energy predict injury severity? *Construction management and economics*, 35(1-2), 64-77.
- Hallowell, M. R., y Spencer, C. (2024). Safety classification and learning model: Defining and classifying potential serious injuries and fatalities. *Professional Safety*, 69(01), 18–26.
- Heinrich, H. W. (1931). *Industrial accident prevention: A scientific approach*.
- Hopkins, A. (2000). *Lessons from Longford: The Esso gas plant explosion* (1st ed.). CCH Australia Ltd.
- Hopkins, A. (2001). Lessons from Esso's Gas Plant Explosion at Longford. En E. Bluff, R. Johnstone, & M. Quinlan (Eds.), *Occupational Health and Safety Management Systems: Proceedings of the First National Conference*. CCH Australia.
- Hopkins, A. (2008). *Failure to Learn: The BP Texas City Refinery Disaster*. CCH Australia Limited.
- Hopkins, A. (2012). *Disastrous Decisions: The Human and Organisational Causes of the Gulf of Mexico Blowout*. CCH Australia Limited.
- Icsi (2019). *Lo esencial de la prevención de accidentes graves, mortales y tecnológicos mayores*.
- International Association of Oil & Gas Producers. (2024a). *Fatality & Permanent Impairment (FPI)* [Folleto].
- International Association of Oil & Gas Producers. (2024b). *IOGP Safety performance indicators - 2023 data* (Report No. 2023s).
- Manuele, F. A. (2008). Serious injuries and fatalities: A call for a new focus on their prevention. *Professional Safety*, 53(12).
- Martin, D. K., y Black, A. (2015). Preventing serious injuries and fatalities: Study reveals precursors and paradigms. *Professional Safety*, 60, 35–43.
- Pomeroy, J., y Pilbeam, C. (2025). Signs of safety: An investigation of how OHS professionals interpret injury metrics. *Journal of Safety Research*, 95, 87–100.
- Wachter, J. K., & Ferguson, L. H. (2013). Fatality Prevention. *Professional Safety*, 58(7), 41-49.
- The Campbell Institute. (2018). *Serious injury and fatality prevention: Perspectives and practices* [White paper]. National Safety Council.

Reproducción de este documento

Este documento se difunde de acuerdo con una [licencia BY de Creative Commons](#). Puede reproducir, distribuir y comunicar esta creación al público bajo las siguientes condiciones:

- ▷ **Compartir:** copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato para cualquier propósito, incluso comercialmente.
- ▷ **Adaptar:** remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia bajo los siguientes términos:

- ▷ **Atribución:** Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.
- ▷ **No hay restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.



Puede descargar este documento (y otras ediciones de los “*Cahiers de la sécurité industrielle*”) en formato PDF en el sitio web del ICSI: <http://www.icsi-eu.org/es>



Editor : **Instituto para una cultura de seguridad industrial**

Asociación conforme a la Ley 1901

<http://www.icsi-eu.org/es>

Aráoz 855, 5° Piso, Oficina A C1414DPQ
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Argentina

Teléfono: (+54 11) 5031 2939
E-mail: contacto@icsi-latam.org

ISSN 2100-3874



Aráoz 855, 5° Piso, Oficina A C1414DPQ
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Argentina

www.icsi-eu.org