

NATECH, DESASTRES TECNOLÓGICOS PROVOCADOS POR PELIGROS NATURALES ESTUDIO DEL ARTE

Natech, technological disasters caused by natural hazards: a literature review

Manuel Ignacio Silva Hoyos
manuel.silva@unipaz.edu.co

¹Instituto Universitario de la Paz, Escuela de Ingeniería de Producción, Grupo de Investigación en Reingeniería, Innovación y Productividad, GREIP

Recibido: julio 20 de 2024 – Aceptado: diciembre 02 de 2024

Resumen

El cambio climático es causado por las acciones humanas y pone en peligro la vida en la Tierra. A medida que las emisiones de gases de efecto invernadero aumentan, el cambio climático se está acelerando a un ritmo mucho mayor de lo que se había anticipado. Desde el punto de vista de eventos de amenaza de origen natural, los peligros naturales y tecnológicos han incrementado. Al mismo tiempo que el clima se vuelve más severo es mayor la probabilidad de materializarse los riesgos en las actividades económicas, con eventos meteorológicos como tormentas e inundaciones. Ante la variedad de amenazas naturales que afectan a Colombia, es esencial analizar su posible impacto en las zonas industrializadas, especialmente en el uso de sustancias químicas en los procesos industriales, la infraestructura sísmo resistente y la capacidad de respuesta ante emergencias. Este análisis es fundamental para identificar y caracterizar los posibles escenarios Natech que podrían surgir en el país en un futuro próximo.

Palabras clave: Cambio Climático, Geofísico, Impacto, Natech, Tormenta, Inundación, sismo.

Abstract

Climate change is caused by human actions and endangers life on Earth. As greenhouse gas emissions increase, climate change is accelerating at a much faster rate than previously anticipated. From the point of view of natural hazard events, natural and technological hazards have increased. While the climate becomes more severe, the probability of risks materializing in economic activities is greater, with meteorological events such as storms and floods. Given the variety of natural threats that affect Colombia, it is essential to analyze their possible impact on industrialized areas, especially in the use of chemical substances in industrial processes, earthquake-resistant infrastructure and emergency response capacity. This analysis is essential to identify and characterize the possible Natech scenarios that could arise in the country in the near future

Keywords: Climate Change, Geophysical, Impact, Natech, Storm, Flood, earthquake.

I. INTRODUCCIÓN

Las consecuencias tecnológicas por eventos naturales (Natech) representan el inicio para identificar, clasificar y comprender estos riesgos, desde una preocupación mundial hasta una visión de nuestro entorno. Esta preocupación es compartida por la organización de naciones e investigadores, dado que la actividad humana ha acelerado la frecuencia de manifestación de estos eventos debido a la modificación en el medio ambiente y la falta de capacitación e información para identificarlos en nuestro país.

El cambio climático, impulsado por las acciones humanas y el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, representa una amenaza para la vida en la Tierra, acelerando a un ritmo más rápido de lo previsto. Esto conlleva un aumento en los peligros naturales y tecnológicos, como tormentas e inundaciones, que impactan en las actividades económicas. Además, los eventos de origen humano, como accidentes industriales y fallos de infraestructura, pueden resultar en pérdidas de vidas, daños a la propiedad y perturbaciones económicas.

Así mismo, Colombia enfrenta múltiples amenazas naturales debido a su ubicación geográfica en relación con la Cordillera de los Andes, lo que hace importante analizar más a fondo el impacto potencial en las zonas industrializadas y desarrollar capacidad de respuesta ante emergencias para enfrentar escenarios Natech en el futuro.

II. GENERALIDADES DE LOS NATECH

En 1994, Showalter y Myers utilizaron el término Natech, derivado de la expresión en Natural Hazard-Triggered Technological Disasters. Este concepto refiere a los desastres tecnológicos que son provocados por eventos de origen natural.

El cambio climático, resultado de las acciones humanas, pone en peligro la vida en la Tierra. A medida que las emisiones de gases de efecto invernadero aumentan, el cambio climático se acelera más de lo previsto, lo que puede dar lugar a fenómenos meteorológicos extremos. Ante la importancia de la consecuencia que genera el cambio climático en el planeta, se consideran los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 13: Acción por el Clima.

En relación con las amenazas de origen natural, los peligros tecnológicos han aumentado, lo que puede tener consecuencias en sitios industriales. Los accidentes tecnológicos causados por eventos naturales se conocen como escenarios Natech (Cruz y Krausmann, 2017). A la vez que el clima se vuelve más agresivo, como en el caso de tormentas e inundaciones, incrementa la probabilidad de materialización de riesgos en las actividades económicas.

Por otra parte, también existe una amenaza desde un ámbito tecnológico e industrial de origen humano, que puede incluir accidentes, procedimientos peligrosos, fallos en la infraestructura en actividades humanas. Como consecuencia de estos sucesos se pueden producir pérdidas de vidas, lesiones, enfermedades, daños a la propiedad, interrupción de medios de vida y servicios, así como perturbación económica y daño ambiental.

Desde estas perspectivas, es importante considerar las posibles consecuencias que un evento puede tener en la población, como el desplazamiento de personas; en el medio ambiente, con impactos ambientales; en las pérdidas económicas de las actividades industriales; y en el riesgo para la continuidad del negocio. Además, es crucial hacer una distinción entre los peligros naturales y los peligros provocados por el hombre. Las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) de ayuda humanitaria y respuesta a emergencias, como la Federación Internacional de la Cruz Roja (IFRC), clasifican estos eventos como REM (Respuesta a Eventos Masivos con un enfoque múltiamenazas con efectos en cascada para la atención).

Para una mejor comprensión, desde el punto de vista de los eventos Natech, se realiza el siguiente esquema:



Marzo de 2016, Publicación Referencia

III. CARACTERIZACIÓN DE EVENTOS NATECH

Los fenómenos naturales pueden provocar daños, interrupciones y pérdidas económicas en instalaciones industriales, así como accidentes graves debido a la liberación de energía o materiales. Terremotos, inundaciones, rayos, tsunamis y tormentas, incluidos huracanes y tornados, junto con otros fenómenos como lluvias intensas o temperaturas extremas, deben ser evaluados en términos de su capacidad para causar daños.

La comprensión de los escenarios Natech se basa en las lecciones aprendidas de incidentes ocurridos en diferentes lugares, lo cual facilita el análisis de los accidentes de este

tipo, identifica sus causas raíz y la progresión de los mismos, ofreciendo de esta manera una valiosa contribución a la prevención y reducción de dichos eventos.

A. Geofísicos: fallas geológicas / sismos / terremoto

Son movimientos sísmicos del suelo causados principalmente por actividades tectónicas. La interacción entre terremotos y equipos puede provocar grandes daños, especialmente en instalaciones industriales peligrosas. Para reducir un riesgo Natech se requiere un esfuerzo multidisciplinario que involucre la evaluación de la probabilidad de la ocurrencia del evento, el análisis estructural, análisis de daño estructural y el análisis de riesgo.

Por otro lado, los movimientos en masa se definen como los desplazamientos descendentes del terreno compuesto por rocas y/o suelos, causados por la acción de la gravedad. Estos movimientos pueden variar en velocidad, siendo lentos o rápidos, y pueden presentarse en diferentes estados, como seco, húmedo o fluido. Los deslizamientos y la caída de rocas son los tipos más frecuentes de estos movimientos.

B. Tsunamis

Un tsunami, traducido como "ola de puerto", es una secuencia de ondas de agua de largo periodo provocadas por el desplazamiento de un gran volumen de agua generado por terremotos submarinos, erupciones volcánicas, deslizamientos de tierra submarinos y otras perturbaciones sobre o debajo del agua. La aparición de tsunamis puede acarrear pérdidas significativas, tanto directas como indirectas, en infraestructura y vidas humanas.

Los tsunamis pueden causar daños a través de dos mecanismos principales. En primer lugar, la fuerza de una pared de agua que se desplaza a gran velocidad y colisiona contra costas y estructuras. En segundo lugar, las fuerzas de arrastre de un gran volumen de agua que se aleja de la tierra. Desde una perspectiva de ingeniería, es necesario evaluar la acción del tsunami en términos de la carga sobre las estructuras y considerar los parámetros de intensidad.

C. Inundaciones

La inundación es una condición general causada por la crecida súbita de áreas terrestres normalmente secas, debido a precipitaciones relacionadas con el tiempo y la intensidad. Esto puede resultar en el desbordamiento de aguas continentales o de mareas, así como de corrientes de lodo. Las inundaciones se clasifican en dos categorías principales: ribereñas y costeras.

Para identificar áreas propensas a inundaciones, es necesario recopilar y analizar datos históricos de

inundaciones, contar con datos digitales precisos de elevación, disponer de información sobre las precipitaciones de agua y tener acceso a secciones transversales de arroyos que se encuentren a lo largo de la cuenca.

D. Tormentas

Las tormentas comprenden una serie de fenómenos, los cuales pueden afectar negativamente y causar daños en tierra a través de inundaciones por marejadas ciclónicas, es decir, agua a alta velocidad impulsada por vientos huracanados, y por la presión del viento, así como también mediante descargas eléctricas continuas y de gran intensidad.

IV. EVENTOS NATECH Y CONSECUENCIAS

Los eventos Natech han adquirido relevancia debido a la respuesta a los eventos presentados por los impactos generados por estos.

En marzo de 2011, un tsunami golpeó una planta de energía nuclear en Fukushima, Japón, causando una fusión nuclear y planteando la posibilidad de una contaminación con consecuencias potencialmente generalizadas y a largo plazo. Los incendios y explosiones en las refinerías de petróleo, como resultado del terremoto que desencadenó el tsunami, también acapararon los titulares a nivel mundial. La Oficina del Gabinete de Japón estimó pérdidas directas del orden de 210 mil millones de dólares, lo que convierte a este doble desastre en el más destructivo.

Además de los dos desastres ocurridos en 2011, existen otros ejemplos que vale la pena recordar: el huracán Sandy, en 2012, que causó múltiples derrames de hidrocarburos y descargas de aguas residuales; los daños a los parques industriales durante las inundaciones tailandesas en 2011; los huracanes Katrina y Rita en 2005, que causaron daños en la infraestructura de petróleo y gas en la costa del Golfo de México; en 2013, un deslizamiento de masa ocasionó la ruptura de un oleoducto Trans-Ecuador, resultando en un derrame de 9,777 barriles (1,600,000 litros) de crudo que contaminó fuentes de agua superficiales en la cuenca hidrográfica del río Amazonas, entre Ecuador y Perú, afectando a 60,000 personas debido a la interrupción del servicio de agua potable; y, finalmente, en 2018, en Japón, la explosión en una fábrica de aluminio debido a una inundación.

En Colombia, la falta de una cultura de reporte de accidentes tecnológicos y la consideración de los eventos naturales como causas raíz limitan el registro de eventos Natech en el país. Aunque la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y la Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) cuentan con bases de datos que incluyen información sobre derrames de hidrocarburos y eventos accidentales en el sector de minas y energía, estas bases

consideran a los fenómenos naturales como causas de dichos eventos. En la actualidad, en el país se detallan eventos Natech documentados en artículos académicos o con cobertura mediática debido a sus grandes impactos, con el objetivo de ampliar el conocimiento sobre su presencia en el territorio.

A continuación, la Tabla I presenta información sobre los eventos Natech ocurridos en Colombia y la Tabla II sobre los eventos Natech en zonas cercanas a Barrancabermeja.

TABLA I.
EVENTOS NATECH OCURRIDOS EN COLOMBIA

Lugar de ocurrencia	Fenómeno natural	Descripción del evento
Costa Pacífica, Nariño, 1979.	Sismo/Tsunami	Se registró un tsunami con alturas de hasta 3 metros que impactó toda la costa desde Guapi hasta Tumaco. El muelle de la Isla Gorgona fue destruido por la fuerza de las olas y, en Tumaco, varios barcos fueron arrancados de sus amarres y llevados cientos de metros tierra adentro.
Nevado del Ruiz, Tolima, 1985	Lahar	Cerca de 29,000 personas perdieron la vida y 5,092 viviendas fueron destruidas debido a la erupción volcánica y el flujo de lodo. Además, 58 instalaciones industriales sufrieron daños irreparables.
Armenia, Eje Cafetero, 1999	Sismo	La afectación se extendió a 28 municipios, pero fue la ciudad de Armenia la más golpeada con 921 muertes, 2,300 heridos, más de 30,000 viviendas dañadas, aproximadamente el 75 % de las escuelas con daños y más de un millón de metros cúbicos de escombros.
Olas invernales En lugares geográficos diferentes del país	Inundaciones	Daños en infraestructura en Oil&Gas. Daños en micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyME) y grandes empresas. Afectación en el sector agroindustrial. Daños en el sistema de producción eléctrica. Afectación en vías de comunicación terrestre.
Girardot, Cundinamarca 2017	Tormenta Eléctrica	Incendio en bodega de almacén de telas.
Toledo, Norte de Santander 2021	Geofísico Movimiento de masa	Un gasoducto que provee de gas al departamento de Santander y otras zonas del oriente del país fue afectado por un deslizamiento de tierra que causó la rotura de la tubería y una explosión posterior, resultando en tres heridos y 17,000 habitantes sin suministro de gas.

Fuente: Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)

TABLA II
EVENTOS NATECH OCURRIDOS CERCA A BARRANCABERMEJA

Lugar de ocurrencia	Fenómeno Natural	Descripción del evento
Barrancabermeja 11 de noviembre	Tormenta Eléctrica	Las fuertes lluvias que cayeron sobre Barrancabermeja provocaron daños en las líneas de media y alta

de 2022		tensión que suministran energía al acueducto del distrito, lo que dejó a más de 250,000 personas del puerto petrolero sin el servicio de agua potable. (Caracol Radio)
Ruta del cacao Tramos de la vía de Bucaramanga a Barrancabermeja 3 de octubre de 2023	Geofísico Falla Geológica	En la zona existe una falla geológica, lo que hace que la vía sea susceptible a movimientos de tierra, que provocan hundimientos en la bancada y destrucción de la capa asfáltica, así como la caída de árboles en la vegetación a ambos lados de la vía. Aunque el incidente no dejó personas heridas, ha sido necesaria la evacuación de las familias que viven en la zona, ya que la falla geológica podría seguir causando afectaciones en los terrenos por los que pasa debido a la posibilidad de sismos. (Colombia noticias)

Fuente: Propia

A. Panorama de eventos Natech en Colombia

Colombia se encuentra expuesta a diversas amenazas de origen natural debido a su ubicación geográfica en el Cinturón de Fuego del Pacífico. La presencia de la Cordillera de los Andes y la convergencia de las placas de Nazca, Sudamericana y del Caribe aumentan el riesgo de fenómenos geológicos en el país.

Además, Colombia se ve afectada por otros eventos naturales como La Niña y El Niño, que se caracterizan por un aumento y disminución de las precipitaciones, respectivamente. También se observa una variabilidad climática y la presencia de fenómenos hidrometeorológicos.

Ante esta diversidad de amenazas naturales, es necesario realizar un análisis del impacto que podrían tener en las zonas industrializadas y en las sustancias químicas utilizadas en los procesos industriales, así como evaluar la evolución de la infraestructura sismo resistente y la capacidad de respuesta ante eventos de emergencia. Este análisis es relevante para identificar y caracterizar los posibles escenarios Natech que podrían surgir en el país en un futuro cercano.

Durante el período de 1998 a 2022, se analizaron las cifras de eventos naturales reportados en la base de datos de emergencias de la UNGRD, una vez identificada la exposición de Colombia a amenazas de origen natural. Se encontró que los incendios forestales fueron la principal amenaza para el territorio colombiano, seguidos por inundaciones, deslizamientos y vendavales, mientras que otros fenómenos naturales hidrometeorológicos tuvieron una presencia menos relevante.

V. CONCLUSIONES

En Colombia, es fundamental desarrollar sensibilización en la identificación, valoración y seguimiento de los riesgos Natech, con el fin de aprender de las lecciones pasadas y brindar una respuesta efectiva ante estos eventos. Los incidentes de Natech han experimentado un significativo incremento y han alcanzado dimensiones importantes a nivel mundial, lo que podría sugerir una falta de preparación adecuada. Las causas son diversas y no pueden atribuirse a un único factor determinante. La principal dificultad probablemente surge del hecho de que la mitigación de riesgos de Natech es esencialmente un tema multidisciplinario que va más allá de las fronteras de las profesiones tradicionales.

El riesgo de eventos Natech se ha reconocido como emergente, especialmente tras una serie de accidentes recientes de magnitud. Sin embargo, persiste la falta de conocimiento detallado sobre estos eventos y la orientación necesaria para que la industria y las autoridades aborden este riesgo de manera efectiva como escenarios para la planificación, simulación y predicción de estos eventos.

AGRADECIMIENTOS

El autor reconoce las contribuciones de la Ingeniera Nohemi Gomez por la contribución en la orientación de identificación de información científica.

A la ingeniera Gisel Oviedo por animar en escribir el presente artículo.

REFERENCIAS

Cozzani, V., Antonioni, G., Landucci, G., Tugnoli, A., Bonvicini, S., & Spadoni, G. (2014). Quantitative assessment of domino and NaTech scenarios in complex industrial areas. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 28(Supplement C), 10-22. doi:https://doi.org/10.1016/j.jlp.2013.07.009

Cruz, A. M., & Suarez-Paba, M. C. (2019). Advances in Natech Research: An Overview. *Progress in Disaster Science*, 1(100013), 1-7. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.pdisas.2019.100013

Krausmann, E., Cruz, A. M., & Salzano, E. (2017). *Natech Risk Assessment and Management: Reducing the Risk of Natural-Hazard Impact on Hazardous Installations: Elsevier*.

Organizacion de Naciones Unidas Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030

Showalter, P.S., Myers, M.F., 1994. *Natural disasters in the United States as release agents of oil, chemicals, or radiological materials between 1980–1989: analysis and recommendation*



Manuel Ignacio Silva Hoyos. Ingeniero Ambiental y Sanitario de la Universidad de la Salle (2002), Esp. En Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente, Bogotá Colombia, con experiencia en la industria en Oil & Gas y construcción. En la actualidad Docente del Instituto Universitario de la Paz.