

Particularidades de las Redes de Monitores de Riesgo en Cuba, para el Control y Pronóstico Probabilista de la Operaciones Ante, Durante y Después de la Ocurrencia de Derrames de Hidrocarburos en el Mar

Dr. CT Ing. Jesús Salomón Llanes
Presidente de la Cátedra de Seguridad y Riesgo de Cuba
Presidente del Comité del Instituto Panamericano de Ingenieros Navales
Capítulo Cuba en Evaluación de Riesgo y Confiabilidad.
Ave Salvador Allende y Luaces. Quinta de los Molinos. Plaza AP: 6163
Ciudad de la Habana, Cuba
Teléfono: (+) 537.8785018, 8703913
Fax: (+) 537. 8785018
Email: jsalomon@instec.cu

Resumen

La realización del I Simposio de Seguridad y Riesgo ante Derrames de Hidrocarburo, efectuado el pasado año en Cuba, evidenció, por la complejidad y diversidad de los aspectos teóricos y prácticos abordados, la necesidad de desarrollo y aplicación de los códigos existentes más avanzados en materia de seguridad y riesgo, con vistas a garantizar en el país, la evaluación de los teatros probabilistas de operaciones agrupados por zonas potenciales de interés, con peligro mayor de ocurrencia de eventos de derrame de hidrocarburo, así como lograr una atención priorizada en la formación de los recursos humanos, vinculados con la creación de los nuevos centros de control y pronóstico avanzados de derrame de hidrocarburo propuestos.

En el trabajo, se exponen las características y atributos específicos de las redes de monitores de riesgo consejero hablado de alerta temprana y otros sistemas de apoyo, como forma eficiente y eficaz, en la toma de decisión, para evaluar los riesgos asociados con las fuentes de derrame cerca de las costas de Cuba, así como también otros aspectos de seguridad y riesgo, no menos importantes, tratados en las actividades y talleres realizados en función del seguimiento y cumplimiento de los acuerdos emanados de este I Simposio y la preparación del II Simposio ante de derrame de hidrocarburo, que se efectuará en noviembre del 2012.

Palabras Claves: Monitor de riesgo on-line, teatro de operaciones probabilista, estado operativo, zonas potenciales con peligro mayor de ocurrencia de eventos de derrame de hidrocarburo. Alerta temprana. Centro de Pronóstico y Control de Riesgos y Derrames (CPCRD) de hidrocarburos al mar.

Introducción

La realización del I Simposio de Seguridad y Riesgo ante Derrame Hidrocarburos convocado por la Sección Cuba del Instituto Panamericano de Ingeniería Naval en noviembre del 2010 en la provincia de Cienfuegos, fue un paso oportuno y previsor para reunir y promover entre todas las organizaciones del país el intercambio de experiencia al más alto nivel en materia de seguridad y riesgo, dada la frecuencia y magnitudes que podrían alcanzar los derrames de hidrocarburos en mares cercanos a nuestras costas.

El evento evidenció, por la alta complejidad del teatro probabilista de operaciones y el monitoreo continuo del estado operativo, la gran cantidad y diversidad de los medios y fuerzas que participan, contar con la creación de nuevos centros control y pronóstico de derrame de hidrocarburo (CPCRD), a su vez, dotados estos de los medios informáticos, herramientas y códigos de evaluación más avanzados en materia de seguridad y riesgo [1,2], con vistas a garantizar las actividades de prevención y enfrentamiento.

En cuanto a los recursos humanos, tuvo también el propósito de seguir fomentando una sólida cultura de seguridad y riesgo, suscitando la necesidad de la colaboración en el ámbito nacional e internacional en la región, fundamentalmente entre universidades, centros de investigación, cátedras especializadas y otras instituciones que promueven el intercambio de experiencia más alto, entre expertos y especialistas en este campo.

Alrededor de tema central del I Simposio: "Monitoreo de la Seguridad ante Riesgos de Derrames de Hidrocarburos, a partir de la aplicación de herramientas de avanzada e importancia de los Servicios Offshore", se presentaron más 40 ponencias, distribuidas por paneles asociados con cada una de las temáticas aprobadas para el evento y que reunió cerca de medio centenar de organizaciones.

Uno de los impactos beneficiosos esperado de la realización de este I Simposio, fue que propició, por primera vez en el país, el encuentro más amplio entre profesionales y especialistas de entidades Armadoras, Astilleros, Transitarios, Terminales Portuarias, Sociedades de Clasificación e Inspección, Buró de diseños y proyectos navales, Consultores, Universidades, Suministradores y Centros de Enseñanza Naval y centros afines interesados en la temática de la contaminación marina y la seguridad ante derrames de hidrocarburos como resultado de la actividad marítimo-portuaria.

En la atención a los servicios Offshore, logró también un marco adecuado para el intercambio y el debate de experiencias, en la estimación de riesgos como herramienta de apoyo a la toma de decisiones, basado en la identificación del peligro, toxicidad, exposición y la caracterización del riesgo, así como la mitigación del impacto. Finalmente se reconoció en sección plenaria, el alto beneficio que reportó este evento, la riqueza y rigor científico de sus debates y la necesidad de seguimiento de los acuerdos por todos aprobados.

En el transcurso de este año, se destacan, los dos talleres científico- técnicos efectuados, como forma de mantener vivo la continuidad y el desarrollo de temas del Simposio. Es decir, la creación de un Comité técnico del IPIN Cuba en el área específica de la seguridad y los riesgos ante derrame para garantizar una atención priorizada dentro de la organización, la propuesta de fomentar sitio web, portales y otros espacios de divulgación en revistas especializadas, la divulgación y propiciar el fomento de cursos especializados incluyendo hasta la figura académica del post doctorado, relacionados con los teatros probabilistas de operación ante derrame de hidrocarburos en mar, mediante el empleo de redes de monitores de riesgo, tema central de este trabajo.

Desarrollo

En Cuba, se inicia los primeros estudios de confiabilidad de sistema en el sector nuclear al inicio de la década del 1980, con un alcance bien limitado por las características de los propios códigos adquiridos de otros países, pero permitió en las universidades tener un acercamiento fundamentalmente metodológico, vinculado con los estudios de confiabilidad y riesgo.

El primer estudio de riesgo en Cuba reportado a nivel internacional, se realiza, en la década del 1990 para la Central Electro nuclear de Juraguá en etapa de construcción, cuya singularidad es que fue el primero estudio preoperacional de APS (Análisis Probabilista de Seguridad) de su tipo, en este caso, realizado con un código nacional desarrollado solo en PC.

Sin embargo, fue ya desde finales de la década del ochenta se contó con un código nacional para el desarrollo los estudios de confiabilidad de sistema complejo [3] que superaba, en velocidad, potencialidad de cálculo e integración de sus aplicaciones de APS a muchos códigos de época, incluyendo a los códigos desarrollados para las máquinas grandes. Reto que fue abordado por un país subdesarrollado de la región, en condiciones muy hostiles, en respuesta en aquel entonces a la política de aislamiento, al alto precio y mercado copado de productos de alto valor agregado [4, 5, 6, 7, 8, 9], tema que aun se mantiene y es objeto de amplios debate sin solución, en muchas tribunas abiertas entre los países del norte y del sur [10].

En los países subdesarrollados la introducción de los estudios de APS, aplicación y difusión ha sido poco estimulada y primando un enfoque económico no riguroso y simplista del desarrollo e introducción de las tecnologías. No obstante, después de haberse completado una gran cantidad de APS en todo el mundo, es cuando se ha pasado a las aplicaciones de los estudios de APS disponibles, a la toma de decisiones basadas en criterios de riesgo o información en el riesgo [11], tanto por los explotadores como por los reguladores en actividades donde deben primar el enfoque preventivo.

Bajo este enfoque, se amplió el universo de indicadores y tipos estudios dentro los habituales análisis de confiabilidad y riesgo, con el fin de darle respuesta a las limitaciones existentes detectadas, en este campo de las evaluaciones de los proyectos para la industria y la actividad de operación. Este avance permitió emprender acciones de colaboración, en la aplicación de estas herramientas y

la elaboración textos conjuntos con la UCV y otras universidades de Venezuela, extendiéndose posteriormente, aunque con menos alcance, a otros países de Latinoamérica [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21,22].

Surgimiento de los Monitores de Riesgo.

Los esfuerzos realizados en el país, en décadas anteriores crearon las condiciones objetivas necesarias para el surgimiento y desarrollo de los Monitores de Riesgos nuevo tipo en los umbrales de este siglo, donde ha existido un terreno favorable para su introducción y desarrollo en diversos sectores, transitando por nuevos pasos a mediano plazo, que son los Monitores de Riesgos de tipo Cooperativo y otros, en apoyo a los simuladores conceptuales y de entrenamiento, incluyendo como un próximo paso, las redes de monitores de riesgo de alerta temprana y sus principales atributos relacionados con control y la evaluación del teatros probabilista de operaciones ante el derrame en el mar.

No obstante, se dieron pasos en la algoritmia, desde finales de la década de los años 1990 y inicio de esta década, con vista al desarrollo de la idea de un monitor de riesgo, pero dirigido, en este caso, hacia la industria convencional y otros sectores, cuestión manifiesta de forma no explicita en grupo de trabajo que antecede el primer artículo, donde se exponen por ejemplo las características de un monitor de riesgo avanzado para el control de fuentes móviles en el manejo de mercancías peligrosas [23].

Sin embargo antecede esta idea, el desarrollo de un monitor de riesgo on-line para el control de la contaminación ambiental de bahías, por posibles derrames de aguas negras, debido a fallos potenciales y vertimientos de las plantas de reprocesamiento cercanas a estos estuarios, así como también paralelamente, la idea del monitor de la Central Termoeléctrica de Máximo Gómez, ubicada en la zona de Mariel al este de la provincia Habana, en Cuba.

El desarrollo alcanzado hasta la actualidad, en los estudios de confiabilidad y Riesgo, parte de un verdadero enfoque preventivo e integral sobre el carácter dinámico de los riesgos, sustentado en un proceso escalonado de mejora continua de las herramientas destinadas a su predicción cualitativa, semicuantitativa y cuantitativa, cuestión que se ilustra a manera de esquema en la figuras siguientes [23].

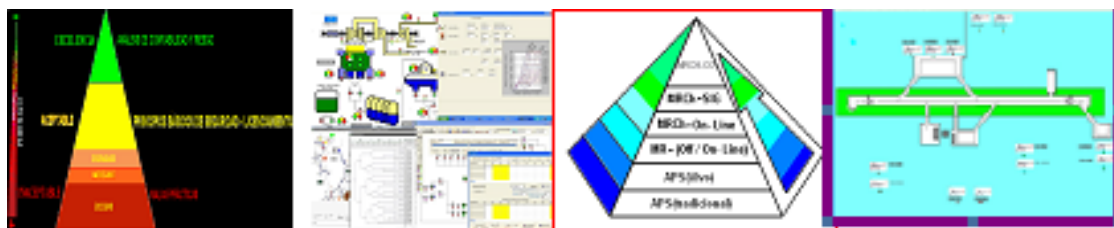


Figura No 1 Esquema de los Nivel de Seguridad y el desarrollo de los Monitores de Riesgo en Cuba.

Monitor de Riesgo off-line

Régimen de espera

Sin embargo, el primer Monitor de riesgo se desarrolló para otros sectores, con el objetivo de evaluar la disponibilidad de medios de transporte fundamentalmente en estado de conservación prolongada en el año. Por la característica del tipo control, se desarrolló una variante tipo Monitor off-line para régimen de espera [25]. Permitió, por primera vez en el país, crear una base de datos de fallos y base de datos confiabilidad específica dinámica, en función de ciclos de registros y almacenamiento de la información, para la creación de nuevos indicadores a partir del procesamiento de las curvas de indisponibilidades instantáneas aperiódicas, singularidad típica, presente también en cada monitor de riesgo desarrollado [26]. Esto exigió un salto verdaderamente significativo en la algoritmia general, en comparación a las nuevas versiones de código de APS desarrollando en el país, hasta ese entonces.

En esta línea de Monitores de Riesgo, para actividad conservación, ha continuado el desarrollo de nuevos indicadores probabilistas y aplicaciones en nuevos monitores de adaptado de mayor alcance y complejidad [27,28].

Régimen de Operación

Este otro régimen de trabajo, por la diversidad de medio analizado, exigió la creación de un grupo de nuevas herramientas y adaptación de otras, con el fin de garantizar la dinámica del registro de las operaciones y cálculos de nuevos indicadores probabilistas, fundamentalmente durante la operación y el mantenimiento de los medios en explotación.

En el caso de los monitores de la actividad de transporte se creó el sistema integral de catálogos digitales, se adaptó y desarrolló el código de logística industrial para el control de parte y piezas de repuesto y su inventario automatizado, la creación de los formularios digitales, la determinación de los parámetros de confiabilidad en función del tiempo y el Kilometraje recorrido, junto con otras nuevas aplicaciones de APS única de su tipo [29, 30, 31,32].

Monitores de Riesgo Consejero Hablado.

Este cuarto escalón de desarrollo nace durante la propia implementación del Monitor de Riesgo on-line en la CTE de Mariel, donde se introduce como apoyo a la toma de decisión, una base de conocimiento (BDC) tipo consejera en apoyo a la actividad de operación lográndose además, introducir sistema de alertas hablado a partir de la existencia de esta propia BDC. Esta posibilidad permitió dar un salto apreciable en el nuevo alcance del proyecto, definir nuevos concepto asociado a los tipos de disponibilidad y los factores de acoplamiento, que junto con el concepto de reducción booleana dinámica un procesamiento dinámico de la información con mayor exactitud y velocidad.

La determinación de los tipos de indisponibilidades de cada uno de los componentes de los sistemas tecnológicos de un proceso productivo determinado, permite una mayor visualización de la importancia de cada componente, al determinarse los factores de acoplamiento que permiten una disminución de la entropía del Estado Operativo [33] en que se encuentre el bloque, lográndose también reducir sensiblemente la cantidad de patrones a tener en cuenta en modelo probabilista para el proceso, lo que se consigue finalmente un aumento de la seguridad de la operación y la objetividad de la actividad mantenimiento de la instalación productiva[34].

Las primeras ideas del desarrollo de un monitor de riesgo avanzando para la actividad petrolera, se plantea en el evento de TECPET 2000 [35,36] para la actividad de extracción y producción, junto con una propuesta de formación de los recursos humanos bajo esta nueva concepción de desarrollo. Sin embargo, no es hasta finales del año 2007 que se plantea de llevar a cabo la idea de adaptación y aplicación, a nivel proyecto, de un prototipo de Monitor Consejero Hablado para la transportación de crudo en el oleoducto Varadero Matanzas y Centro Distribución de la Terminal 221 de la refinería Níco López [37,38].

Se trabaja en sistemas de gasoductos, cuyo ejemplo de árbol de evento hipotético es el que se ilustra en la figura 2.

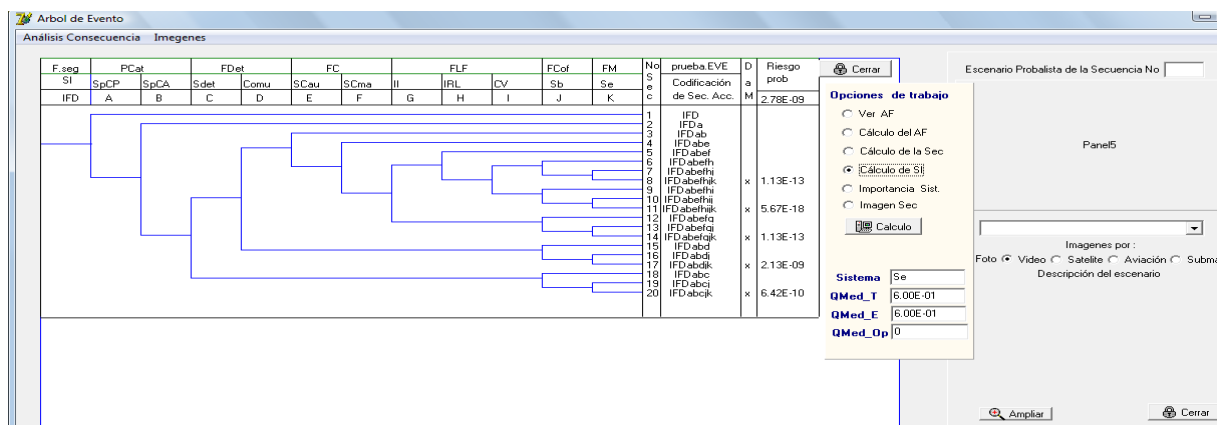


Figura No 2. Árbol de evento hipotético de un gasoducto.

Monitores Riesgo Consejero Hablado apoyados en sistemas de información geográfica.

En estos monitores tiene la singularidad que los árboles de eventos varían tomando además en cuenta la posición geográfica donde ocurre el iniciador o los fallos de componentes o sistemas caracterizándose por una series de atributos que son muy importantes conocer, la categorización pueden hacerse de acuerdo al tipo de instalación aplicado evaluaciones de riesgo por métodos semicuantitativos e incluso puramente cualitativos en función del alcance y el tipo de Monitor [39].

En general, los centros de control y pronóstico en la situación habitualmente más compleja con relación a estos atributos del monitor se requieren:

- Mapa geodésico en coordenadas espaciales
- Mapa de las zonas de navegación en coordenadas espaciales.
- Ubicación de corredores aéreos.
- Demografía de la población dividida por zonas ubicación.
- Características de las industrias y otros objetos de obras ubicados en la región de influencia.
- Características de las cuencas hidrográficas y submarinas.
- Existencia y ubicación de los medios y fuerzas para el pronto socorro y la mitigación de accidentes e incendios.
- Ubicación de hospitales y postas de atención médica de emergencia en la región cercana a la zona de ubicación o trasiego.
- Información sobre la existencia de redes eléctricas, comunicaciones, oleoductos, cables eléctricos submarinos, de redes de comunicaciones submarinas y otras
- Localización de otras fuentes de peligro.
- Colaboración con otros monitores de riesgos ubicados en las zonas para propósitos específicos.
- Programas de geolocalización avanzados con representación de multicapas

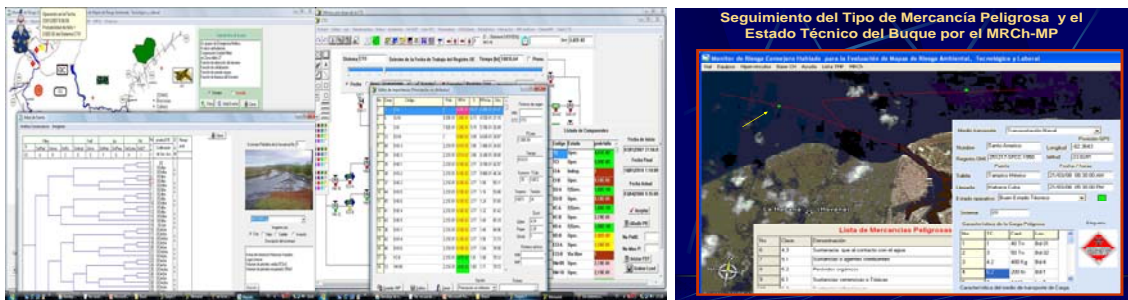


Figura No 3. Simuladores Conceptuales y de Entrenamiento Soportados en redes de Monitores de Riesgo Consejero Hablado de Tipo Cooperativos para teatros de operaciones probabilistas.

Precisamente el enfoque preventivo sobre la necesidad de automatizar la coordinación del trabajo de diferentes monitores de riesgo consejeros hablados con distintos niveles de alcance y funcionamiento de sus actividades, condujo a la variante de evaluar y coordinar a nivel territorial por medio de una red de Monitores de Riesgo cooperada, para evaluar dinámicamente el riesgo potencial asociado a nivel territorial, ante la ocurrencia de diferentes eventos tanto de origen naturales, como inducidos por el hombre, y así mantener a un control exhaustivo antes, durante y después de la ocurrencia de sucesos iniciadores, así como prever en caso extremos postulados un listado de averías fuera de proyecto con escenarios de máximas consecuencias evaluados.

Este sistema propuesto exige de la existencia en el territorio, de un grupo de monitores de riesgo de nueva generación adaptado para el trabajo de redes, con modelos probabilista dinámicos de escenarios múltiples previamente desarrollado, capaz de dar prioridades basadas en criterios de riesgo, de acuerdo a la información que se genera por esta red de estos monitores, A su

vez tiene que tener una base de conociendo que permita apoyar la toma de decisiones.

Lo más importante, es que junto a estos sistemas, deben desarrollarse simuladores que permitan evaluar y entrenar a los grupos operativos que participaran en los teatros de operaciones en los CPRD.

Estos simuladores tendrán los escenarios previamente desarrollados con imágenes videos y sistemas remotos de rastreo y búsqueda de información de fallas que permitan anticipadamente ver simulacros de averías simuladas en tiempo real de esos escenarios complejos, como se muestra en la figura No 3, con el fin de tomar las medidas oportunas que permitan conducir las averías hacia los escenarios de mínimas consecuencias.

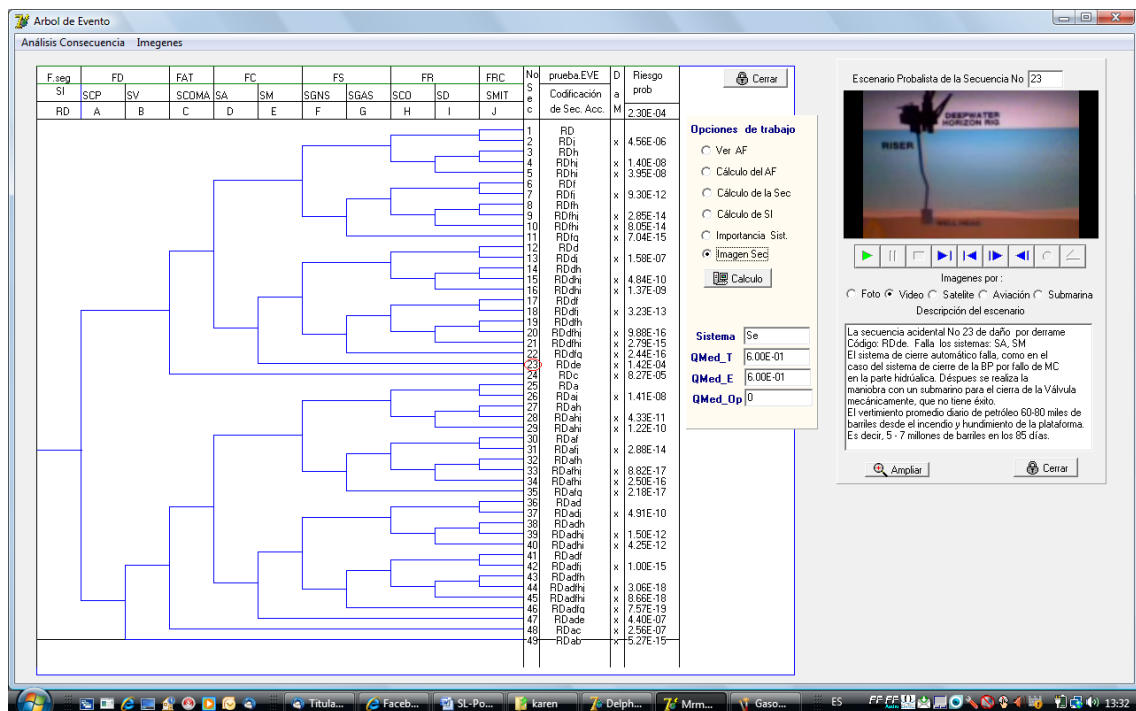


Figura No -3 Árbol de evento del teatro probabilista de operaciones de derrame de hidrocarburo en el mar, para el entrenamiento de los operadores del los CPRD

Este presenta de los ya mencionados anteriormente los siguientes atributos generales operativos:

- Compatibilidad de la información de intercambio.
- Uso de base de datos no expansivas.
- Vínculo dinámico en función de los sucesos iniciadores de avería a nivel zonas en el mar de interés

- Sistema único de codificación y decodificación de la información operativa, con diversidad de las forma de transmisión.
- Establecimiento de un nivel jerárquico de priorización de toma de decisión en función de la supervisión de las Instalaciones, ante durante y después de la ocurrencia de posibles iniciadores de averías, con una valoración de la magnitud de los daños asociados.
- Desarrollos de modelos probabilista dinámicos de escenarios múltiples
- Identificación de los arboles de fallos de los sistemas y arboles de eventos, con posibilidad de mostrar el estado de sus componentes en tiempo real.
- Mostrar con agilidad los estudios de importancias de secuencias accidentales, sistemas y componentes por tipo de iniciador evaluado.
- Posibilidad de paralelización del sistema de información, tomando en cuenta el desarrollo acelerados de las TIC y su uso para teatros de operaciones [56].
- Valorización de información operativa para simultanear las acciones a ejecutar por las fuerzas y medios disponibles en territorial, con apoyos de las redes de monitores creadas para instalaciones específicas.
- Utilización de sistemas de localización Satelital, remotos aéreos, terrestres y submarino (en caso último, en instalaciones costa afuera) en tiempo real.
- Sistema de videos de escenarios simulados de ocurrencias de iniciadores dentro y fuera de la base de diseño.
- Bases de conocimiento de escenarios simulados de averías previstas y la actuación coordinada en cada uno de los monitores cooperativos.
- Mapas animados de los principales puntos de derrames, junto con los escenarios de riesgo virtuales cooperativos de los medios y fuerzas que actuarían en el teatro de operaciones.
- Sistemas de códigos de geolocalización avanzados con representación de multicapas

La evaluación de las zonas de interés exige la confección de diferentes los árboles de eventos para la evaluación de los teatros probabilistas de operaciones asociados con el derrame de hidrocarburo en el mar y otras actividades anexas [1,40, 41, 42, 43 , 44, 45].

Conclusiones

Las nuevas aplicaciones desarrolladas para la evaluación de las infraestructura e instalaciones con peligro de derrame en redes de Monitores de Riesgo cooperativos expanden las potencialidades de los análisis semicuantitativos y cuantitativos de confiabilidad y riesgo[59,60], creando un sistema sólido de herramientas importantes en el apoyo de la operación a la evaluación de los escenarios probabilistas antes, durante y después de los posibles sucesos iniciadores relacionados con los derrame de hidrocarburo.

La experiencia en Cuba, ha demostrado la factibilidad de hacer Monitores de Riesgo Consejeros de alerta temprana y otros más avanzados a partir del Know How propio, con mínimos recursos humanos y materiales.

El nuevo conocimiento generado, ha sido fruto de años de trabajo de investigación, cuya salida ha podido formar especialistas en los diferentes niveles académicos en Cuba, con posibilidad establecer, en el futuro inmediato, cursos y programas de post doctorados relacionados con el nivel de prioridad que exige el estudio de enfrentamiento y reducción de las consecuencias de estos eventos.

En este año, los talleres realizados, han ido contribuyendo al cumplimiento de los acuerdos emanados del I Simposio, creando un espacio favorable y eficaz, para lograr el mayor intercambio de experiencia e información en materia de seguridad y riesgo, en torno a este importante tema expuesto en este trabajo.

Bibliografía.

- [1]- Salomón J. Redes de Monitores de Riesgo de Alerta Temprana para Teatro de Operaciones Probabilista Contra Derrames de Hidrocarburos. I simposio de Seguridad y Riesgo ante Derramen de Hidrocarburo y Servicio Off Shore. IPIN. Cienfuegos. Cuba Noviembre 2010. ISSN 1011-5951.
- [2]-Casa O, Riesgos de Derrames de Hidrocarburos y las medidas de Seguridad y el Plan de Respuesta ante un Derrame. . I simposio de Seguridad y Riesgo ante Derramen de Hidrocarburo y Servicio Off Shore. IPIN. Cienfuegos. Cuba Noviembre 2010. ISSN 1011-5962.
- [3]-Nápoles J. G., Rivero J., Salomón J. ANCON: Un código para la evaluación de árboles de fallos complejos en computadoras personales. Núcleos 9, 1990.
- [4]-Rivero J., Salomón J.:“Análisis Probabilista de seguridad de las Instalaciones Nucleares en Cuba. Simposio de la Sección Latinoamericana de la Sociedad Nuclear Americana (LAS-ANS). Aspectos de Seguridad de las Centrales Nucleares Latinoamericanas. Río de Janeiro, Brasil, 1991.
- [5]-Salomón J., Rivero J. ANCON 4.0: Un código de análisis de fiabilidad y APS de primer nivel en computadoras personales. Simposio internacional sobre el empleo de la evaluación probabilista de la seguridad a la seguridad operacional, EPS-91, Viena, Austria, 1991.
- [6]- Rivero J., Salomón J., Perdomo M., Torres A.: “Estudios de Análisis Probabilistas de Seguridad en Cuba”. ISCTN. Revista Nucleus No 16. Ciudad de La Habana. 1993.

- [7]- Rivero J., Salomón J., Perdomo M., Torres A.: “Resultados significativos de los estudios de análisis probabilista de seguridad (APS) en Cuba”. ISCTN. Revista Núcleos No 18. Ciudad de La Habana. 1994.
- [8]- Rivero J, Algoritmos para la evaluación de árboles de fallos complejos, InSTEC La Habana. (1996).
- [9]- Salomón J, Desarrollo de las Aplicaciones de los APS, InSTEC, La Habana (1997).
- [10]- Salomón R. La Senda del Desarrollo. Diplomado. Relaciones internacionales siglo XXI Instituto Superior de Relaciones Internacionales.2005.
- [11]- Salomón J, M Perdomo, A Torres. Desde de los APS a los Monitores de Riesgo. Ciclo de Innovación Tecnológica. III Taller Cátedra de Seguridad y Riesgo de Cuba. LABIOFAM Noviembre 2008.
- [12] -.Manual de Seguridad Operacional, OACI, 2006.
- [13] -.Monitores de Riesgo Cooperativos Hablado, PDVSA, Venezuela. 2008.
- [14]- Rivero J., Salomón J., Torres A., Perdomo M. El programa ARCON 4.1 para APS de nivel I. II Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear, Zacatecas, México, 1993.
- [15]- Rivero J., Salomón J., Perdomo M., Torres, A.: “El código ARCON 5.0 para Análisis Probabilista de Seguridad de nivel 1”. Memorias Simposium ALAS. Brasil. 1995.
- [16]- Manual del Código ARCON V 5.0. ISCTN. 1995.
- [17]- Rivero J., Salomón J., Torres A., Perdomo M. Principales características del código ARCON versión 5.1. Reunión Técnica IV-OH ARI-/4/12 Cuba 1996.
- [18]- Salomón J., Rivero J., Torres A. La reconfiguración del tiempo de misión una solución a la cuantificación de las misiones por fase. Reunión Técnica IV-OH ARI-/4/12 Cuba 1996.
- [19]- Mosquera G., Rivero J., Salomón J. y otros. Confiabilidad de sistemas para el mantenimiento Industrial. Caracas. Edit. UCV 1994.
- [20]- Perdomo M, Ferror A Analisis de Falla dependiente y Errores Humanos. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Humanístico. Instituto Superior de Ciencias y Tecnología Nucleares la Habana Cuba. Edit. UCV, Caracas, 2000.
- [21]- Salomón. J. Evaluación Probabilista de accidentes en refinería. III Conferencia Internacional de Bomberos .Cuba 2000.
- [22]- Salomón J., Perdomo M., y otros. Análisis de Riesgo Industrial. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Humanístico. Instituto Superior de Ciencias y Tecnología Nucleares la Habana Cuba. Edit. UCV, Caracas, 2000.
- [23]- Salomón J, Rivero J Control de fuentes móviles basado en monitores de Riesgo. SAFIN-2001, ISCTN. Cuba. 2001.
- [24]- Salomón J. Perspectivas de los Monitores de Riesgo en la CTE. SAFIN-2003. ISCTN
- [25]- De la Cruz M., Salomón J.: “Sistema de Almacenamiento y Procesamiento de Datos Orientado a la Confiabilidad y la Conservación, Código BDCONA”. V Taller de la Cátedra de Seguridad de la Industria (SAFIND 03). ISCTN. Ciudad de La Habana. 2003.
- [26]- Saavedra J. F.: “Conservabilidad de los sistemas electro óptico”. Tesis presentada en opción de Grado Científico de Doctor en Ciencias EIGAM. Ciudad de la Habana. Cuba. 2008.

- [27]- Santalla V, Salomón J. Estudio de Sensibilidad Biparamétrico por Indisponibilidades Media Instantánea. EN.2008.
- [28]- Salomón J.: "Estado actual y futuro de los monitores de riesgo". Instituto Superior de Ciencias Tecnológicas Aplicadas (InSTC). Ciudad de la Habana. 2004.
- [29]- Santana V., Salomón J. Digitalización interactiva de los procesos de selección de partes y piezas automotores. Cátedra: Medios de Aseguramiento Técnico de Aeródromos ITM-2000.
- [30]- Santana V., Salomón J.: "Fortalezas y singularidades de la introducción de las técnicas del APS aplicadas al transporte". V Taller de la Cátedra de Seguridad de la Industria (SAFIND 03). ISCTN. Ciudad de La Habana. 2003
- [31]- Jacas B, Padilla M, Salomón J: "Evaluación de capacidad de trabajo de los Medios Técnicos de Paracaidismo (MTP). Seminario metodológico. IN-FCTN. InSTEC. 2005.
- [32]- Alfonso L, Montesino G. Salomón J, Evaluación probabilista del Aseguramiento Técnico de Medios de Transporte Soportado en un Monitor de Riesgo Off -line. Seminario metodológico. IN-FCTN. InSTEC. 2005.
- [33]- Castellano, V, Salomón, J Entropía de los Estados Operativos en la CTE Mariel SAFIN-2001, ISCTN. Cuba2001.
- [34]- Castellano, V, Salomón, J. Tipos de Indisponibilidades en los Procesos Tecnológicos en la configuración del MRch-CTE. I Taller de la Cátedra de Seguridad y Riesgo de Cuba. Noviembre, LABIOFAM-InSTEC. 2007.
- [35]- Rivero J., Salomón J, Perdomo M. El Análisis de Riesgo como Herramienta para la de decisiones en las industrias peligrosas. TECNOPET 2002. ISCTN.
- [36]- Salomón J Rivero J., Perdomo M Torres A. Difusión de la experiencia Nuclear en los estudios de confiabilidad y Riesgo a la formación de Recursos Humanos en el Sector Convencional en Cuba. TECNOPET 2002. ISCTN.
- [37]- De Diego R, Verde J, Salomón J. Aplicación de Monitor de Riesgo en el Oleoducto varadero –Matanzas. II Taller de la Cátedra de Seguridad y Riesgo de Cuba. Escuela de Cuadros MINBAS-InSTEC.2008.
- [38]- Garcías M, Salomón J. Adaptación y aplicación de un Monitor de riesgo Consejero hablado en la Termina 221 de la refinería Níco López. II Taller de la Cátedra de Seguridad y Riesgo de Cuba. Escuela de Cuadros MINBAS-InSTEC.2008.
- [39]- Castellanos V.: "Monitor de Riesgo Consejero Hablado para Bloques Energéticos (Código MRch-CTE)". Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría. Ciudad de la Habana. Cuba. 2008.
- [40]- Salomón. J. Concepción y Desarrollo de los Monitores de Riesgo Consejero Hablado. Conferencia Magistral. Segundo Taller de la Cátedra de Seguridad y Riesgo de Cuba. Escuela De Cuadro MINBAS.-InSTEC. Mayo 2008.
- [41] Milian D, Propuestas desde las Ciencia e Ingeniería Computacionales para los Análisis de Seguridad y Riesgos ante Derrames de Hidrocarburos I Simposio de Seguridad y Riesgos ante Derrames de Hidrocarburo. Cienfuegos. Cuba. Noviembre 2010.
- [42] Salomón J, Perdomo M, Rivero J, Domínguez D, Fria D. Monitoracao Continua da Confiabilidade e Riscos em Sistema Integrados e Distribuídos. IBP2955_10. Rio Oil & Gas Expo and Conference 2010. 13 de Septiembre de 2010. Brasil.

[43] Perdomo M, Salomón J. Rivero J, Domínguez D, Fria D. Sistema Avanzado para Avialazao de Seguranza Operacional e Risco em Industrias con Elevados Requisitos de Confiabilidade. IBP3090_10.Rio Oil & Gas Expo and Conference 2010. 13 de Septiembre de 2010. Brasil.

[44] Moradeira J,G, Salomón J, Lazo. Empleo del Monitor de Riesgo MRCh-HT en las Operaciones de lucha Contra Derrame de petróleo. I Simposio de Seguridad y Riesgos ante derrames de hidrocarburo. Cienfuegos. Cuba. Noviembre 2010.

[45] Castellanos V. Las Centrales Eléctricas y Estado Actual del Teatro de Operaciones para el Enfrentamiento de Grandes Derrames de Hidrocarburos. Noviembre 2010.
Noviembre 2010.