



Aplicación práctica de un Functional Safety Pre-Assessment según la normativa

IEC 61511-1

Romel Rodríguez

CSF Consultoría en Seguridad Funcional

rodriguezrx@csf.com.ve

Eliana Berroteran

CSF Consultoría en Seguridad Funcional

berroterane@csf.com.ve

Carlos Salcedo

Fertilizantes Nitrogenados de Venezuela,

Fertinitro C.E.C

salcedoc@fertinitro.com

1 INTRODUCCIÓN

La experiencia en materia de incidentes y accidentes ha demostrado que cuando la seguridad no es gestionada correctamente, los sistemas de protección no son capaces de proveer el grado de reducción de riesgos que de ellos se espera y puede resultar en daños a las personas y el ambiente, con grandes pérdidas monetarias, sin contar con el aspecto legal y de imagen corporativa. Por esta razón las industrias deben optimizar sus procesos en forma constante a fin de mantener y mejorar el funcionamiento de los sistemas de protección que garantizan la seguridad de sus instalaciones.

Uno de los principales sistemas utilizados hoy día en la seguridad de los procesos, son los Sistemas Instrumentados de Seguridad (SIS). Para que un SIS pueda ofrecer seguridad en una forma íntegra (completa) y alcanzar la integridad de la seguridad para la cual fue diseñado, deben ser controladas o evitadas todas las fallas aleatorias (asociadas a la degradación del hardware) y todas las fallas sistemáticas (normalmente asociadas con el software y el diseño).

El manejo de fallas, tanto aleatorias como sistemáticas, fue previsto por quienes desarrollaron las normativas basadas en desempeño, creando disposiciones que permitan gestionar en forma efectiva ambos tipos de fallas. Aun así, en la práctica, para el segundo tipo de fallas sigue siendo difícil. Estadísticas muestran que desde 1987 al 2012 el 90% de los accidentes mayores ocurridos en la industria de procesos son debidos a múltiples fallas sistemáticas (Angel Casal. 2011, “SIS Pitfalls, Major Accidents and Lessons Learned”).

La norma internacional de seguridad funcional IEC 61508, su normativa específica para la industria de los procesos IEC 61511 y su equivalente ISA 84.00.01, son estándares basados en desempeño, que se apartan significativamente del enfoque prescriptivo de los estándares tradicionales que existen en esta área. En ellos se establecen los lineamientos que se deben seguir al diseñar, operar y mantener un SIS y se define un marco referencial que permite establecer (a) los objetivos específicos de desempeño que deben ser alcanzados por el SIS en función del riesgo y (b) el flujo de trabajo que ayuda a minimizar los errores sistemáticos. En ese sentido, al adoptar e implementar estos estándares, es posible asegurar que estos sistemas están siendo manejados bajo un enfoque sistemático y holístico en cuanto a su diseño /operación / mantenimiento y que el riesgo se mantiene en los niveles determinados como tolerables.

Desde su publicación, estos estándares se han considerado como mejores prácticas debido a que en ellos se integran varios de los programas de gestión de seguridad de los procesos (por ejemplo, PSM) usados en todo el mundo, sin embargo, su aplicación a los sistemas de seguridad existentes es uno de los aspectos de cumplimiento más difíciles de



abordar. El estándar ISA 84.00.01 incluye una cláusula para equipos existentes, en el que el propietario / operador debe demostrar que el SIS está "diseñado, mantenido, inspeccionado, probado y operando de manera segura". Esta cláusula "abuelo", libera al propietario / operador de dichos sistemas de los nuevos requisitos de la norma, si cumplen con los criterios de la cláusula. Pero ¿cómo podemos implementar una gestión de la seguridad funcional en una instalación que posea un SIS diseñado antes de la aparición de las normas basadas en desempeño?, ¿cómo demostrar el cumplimiento con la norma IEC 61511? y ¿en qué punto las modificaciones al SIS se vuelven lo suficientemente significativas como para requerir cumplimiento de todos los requisitos de la norma?

Un diagnóstico que nos muestre el estado de la gestión de la seguridad funcional es una de las muchas respuestas a estas interrogantes. Este tipo de evaluaciones le permite a una organización identificar mejoras en materia de seguridad funcional que se adapten a su forma de trabajo, puesto que, al estar basadas en desempeño, el usuario de estas normas es libre de desarrollar diseños y soluciones que demuestren cumplimiento dentro del esquema de trabajo establecido por la normativa. Adicionalmente, al realizar mejoras en la gestión y cambios en su cultura organizacional, que muestren evidencias del mantenimiento del sistema en condiciones tan buenas como las de diseño, no solo se está adoptando una buena práctica y extendiendo la vida útil de la instalación, sino que, se cumple con lo requerido por el PSM de OSHA en uno de los ítems incluidos en el apartado de Integridad Mecánica.

2 EVALUACIÓN PRELIMINAR (PRE-ASSESSMENT) DE LA SEGURIDAD FUNCIONAL

La diferencia fundamental entre una Evaluación (Assessment) de la Seguridad Funcional respecto a los requisitos de la norma IEC 61511 y una Evaluación Preliminar (Pre-Assessment) de la Seguridad Funcional, es que mientras la primera emite juicio respecto a la seguridad funcional y la integridad de seguridad lograda por el SIS, la segunda tiene como objetivo identificar de brechas existentes en la gestión de la seguridad funcional, en una instalación donde su SIS no fue diseñado bajo el enfoque establecido en esta normativa.

Mediante una Evaluación Preliminar (Pre-Assessment) de la Seguridad Funcional es posible que una organización pueda demostrar cumplimiento con la norma IEC 61511 o, en caso contrario, tomar acciones que aseguren la integridad de seguridad de los SIS a través de la implementación de mejoras en su gestión de la seguridad funcional.

Durante una Evaluación Preliminar (Pre-Assessment) de la Seguridad Funcional basada en la norma IEC 61511 se deben considerar tres aspectos básicos:

- **Marco de Gestión:** Permite identificar las actividades de gestión necesarias para cumplir los objetivos de la seguridad funcional.
- **Base Técnica:** Permite determinar si se cumplen los requisitos establecidos para cada fase del Ciclo de Vida de Seguridad del SIS y desarrollar diseños y/o soluciones que demuestren cumplimiento dentro del esquema de trabajo establecido por la normativa.
- **Seguimiento y cierre de brechas identificadas (responsabilidad del propietario / operador).**



3 METODOLOGÍA UTILIZADA

La metodología utilizada fue la siguiente:

3.1 REVISIÓN DEL DISEÑO BASE

La Evaluación Preliminar de la Seguridad Funcional (Functional Safety Pre-Assessment) realizada estuvo enfocada en proporcionar información de la brecha existente entre la forma de diseñar, implementar, operar y mantener los SIS y lo exigido por la norma IEC 61511.

En la evaluación se realizaron entrevistas al personal, revisión de la documentación disponible, visitas a campo, inspecciones visuales, presentaciones, reuniones y mesas de trabajo que permitieron tener argumentos suficientes sobre los aspectos técnicos y administrativos asociados a la gestión de la seguridad funcional.

3.2 PREPARACIÓN Y PLANIFICACIÓN PREVIA

Se documentó el plan de Evaluación Preliminar de la Seguridad Funcional (Functional Safety Pre-Assessment) y se elaboró el cronograma de entrevistas que fue aplicado. Adicionalmente se elaboraron y aprobaron las listas de evaluación que fueron utilizadas y se revisó la información disponible de cada una de las áreas evaluadas. Antes de iniciar la evaluación se realizó una reunión de inicio a fin de sensibilizar a los involucrados y exponer el alcance de la evaluación, los objetivos, el procedimiento a utilizar, el personal requerido y el cronograma de ejecución.

3.3 GENERACIÓN DE LISTAS DE EVALUACIÓN

La norma IEC 61511, a través del concepto del Ciclo de Vida de Seguridad del SIS, define

un marco sistemático y estructurado de las actividades que deben ser realizadas e indica el orden específico en que deben ser realizadas cada una de esas tareas para garantizar que el SIS operará en forma correcta (cuando sea requerido) y que la seguridad funcional es alcanzada.

Para cada fase del Ciclo de Vida de Seguridad del SIS se generaron listas de evaluación las cuales fueron organizadas en ítems que permiten determinar el grado de cumplimiento de cada fase del Ciclo de Vida Seguridad del SIS en función de los requisitos de la norma.

En cada lista de evaluación fueron consideradas: (a) las actividades técnicas realizadas, (b) las verificaciones efectuadas en relación con cada actividad técnica, (c) las competencias de todas las personas encargadas de realizarlas, (d) el correcto uso de los planes, procedimientos, herramientas, y técnicas, (e) la documentación utilizada, así como la generada durante la ejecución de cada actividad.

A continuación, se muestran listas parciales de algunas de las fases evaluadas:

Gestión de la Seguridad Funcional

- ¿Se ha desarrollado un Sistema de Gestión de la Seguridad Funcional en la instalación?
- ¿Fueron definidas las personas, unidades, y departamentos responsables de realizar las actividades asociadas al Ciclo de Vida de Seguridad?
- ¿Fueron asignadas e informadas las responsabilidades a cada persona, unidad, y departamento responsable de realizar las actividades del Ciclo de Vida de Seguridad?

- ¿Las personas relacionadas con las actividades del Ciclo de Vida de Seguridad tienen las competencias requeridas?

Análisis de Peligros y Riesgos

- ¿Se han realizado PHA en la instalación?
- ¿La información utilizada fue actualizada con las modificaciones realizadas en la instalación?
- ¿Se indica nivel de riesgo de cada escenario evaluado y la reducción de riesgo necesaria para llevarlos a su valor tolerable?
- ¿Se describen las medidas a ser tomadas y salvaguardas necesarias para controlar los riesgos?
- ¿Existe evidencia del seguimiento y cierre de las recomendaciones?

Asignación de las Funciones de Seguridad a las Capas de Protección

- ¿En los estudios de Asignación de las Funciones de Seguridad a las Capas de Protección se evaluó la independencia del BPCS y el SIS?
- ¿Las Capas de Protección acreditadas cumplen con las características de Capas de Protección Independiente?
- ¿En los estudios de Asignación de las Funciones de Seguridad a las Capas de Protección se tomaron en cuenta otros medios de reducción de riesgo para determinar el SIL?

Operación y Mantenimiento

- ¿Existen procedimientos para la realización de las actividades de Operación y Mantenimiento?

- ¿Existe supervisión para asegurar el cumplimiento de los procedimientos de Operación y Mantenimiento?
- ¿Se han aplicado procedimientos apropiados para prevenir el acceso no autorizado al sistema?
- ¿Los ensayos periódicos fueron realizados en el tiempo requerido?
- ¿Existen registros adecuados de las fallas generadas por el SIS?

3.4 ENTREVISTAS AL PERSONAL

El mayor grado de realización de la evaluación, solo puede ser logrado cuando todas las partes involucradas (incluyendo auditores, gerentes, jefes de departamento, operadores, mantenedores, etc.) entienden la necesidad y el propósito de la evaluación. Las entrevistas fueron realizadas haciendo uso de listas de evaluación desarrolladas para cada fase.

El personal entrevistado fue organizado en grupos de trabajo en función de los roles y las actividades que desarrollan en cada fase del Ciclo de Vida de Seguridad, incluyendo las siguientes áreas:

- Gerencia Técnica:
 - Ingeniería de Planta.
 - Ingeniería de Procesos.
 - Automatización y Control.
- Gerencia de Mantenimiento:
 - Instrumentación.
- Gerencia de Operaciones:
 - Operaciones.
 - Ingeniería de Producción.
- Gerencia de Confiabilidad:
 - Instrumentación.

- Mecánica.

Por parte de la Consultora participó un equipo técnico formado por nueve (09) Ingenieros de Seguridad Funcional, un (01) Verificador y un (01) Gerente de la Seguridad Funcional.

3.5 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

A cada una de las preguntas de las listas de evaluación se le asignó una calificación, según el criterio de los encargados de realizar la evaluación y las evidencias presentadas o disponibles.

Se consideraron los siguientes tipos de instrumentos para el registro de las evidencias:

- Revisión Documental (RD): aplicable cuando se realiza una revisión en un documento y es posible validar la existencia o la ausencia del mismo.
- Observación de la actividad (OA): aplicable cuando es posible observar directamente la actividad a evaluar. Se considera como complemento de las evidencias documentales.
- Entrevistas: aplicable cuando el evaluador formula una pregunta directamente al experto técnico y/o encargado de realizar alguna actividad.

Cada pregunta se marcó con la puntuación correspondiente, en función a los siguientes criterios de evaluación:

- Cuando no se cumple ninguno de los requerimientos contenidos en la pregunta se marcó con una “X” en la casilla correspondiente al valor “0”.
- Cuando se cumplen todos los requerimientos de la pregunta y se están implementando efectivamente se marcó con una “X” en la casilla correspondiente al valor “4”.

- Cuando se cumplen parcialmente los requerimientos de la pregunta, se marcó con una “X” las casillas correspondientes a los valores “1”, “2” ó “3”, de acuerdo al criterio especificado en la Tabla 2.

Tabla 2. Calificación utilizada en la evaluación

Calificación	Significado	Acción Requerida
4	Muy Bueno	No se requiere acciones.
3	Bueno	Pueden implementarse acciones para lograr/mejorar la eficacia. Sólo existen pequeñas inconsistencias con los requerimientos de la norma IEC 61511
2	Satisfactorio	Existe, pero requiere implementación. La organización tiene un conocimiento básico de los requerimientos de la norma IEC 61511.
1	Deficiente	Requiere mejoras en la documentación e implementación inmediata. La organización tiene un conocimiento básico de los requerimientos de



Calificación	Significado	Acción Requerida
		la norma IEC 61511.
0	Muy Deficiente	Requiere documentación e implementación inmediata. Los elementos requeridos por la norma IEC 61511 no están presentes. La organización está en proceso de desarrollo y entendimiento de la normativa.

Cuando el requerimiento asociado no fuera aplicable al área evaluada, la pregunta fue marcada como “No Aplica” (NA) en las listas de evaluación. A estas preguntas no se les asignó ningún valor y en consecuencia no fueron tomadas en cuenta para determinación del grado de cumplimiento correspondiente a la fase evaluada. La calificación de la evaluación fue ajustada en consecuencia y las calificaciones de los demás elementos y de la evaluación total fue recalculada en la forma correspondiente.

En cada pregunta se dejó registro de aquellas condiciones o hallazgos que mejor describían la situación del elemento bajo evaluación, especialmente aquellos que pueden ser útiles en el proceso de implantación o seguimiento. El resultado total del grado de implantación de la gestión de la seguridad funcional para cada fase del Ciclo de Vida de Seguridad se determinó considerando el valor asignado a cada ítem y el número de ítems evaluados, según lo indicado en la tabla 3

Tabla 3. Grado de Implantación de cada fase del Ciclo de Vida de Seguridad

Porcentaje Obtenido	Grado de Implantación
Entre 80% y 100%	Muy Bueno
Entre 60% y 80%	Bueno
Entre 40% y 60%	Satisface
Entre 20% y 40%	Deficiente
Entre 0% y 20%	Muy Deficiente

4 INSTALACIÓN EVALUADA

Fertilizantes Nitrogenados de Venezuela (FertiNitro C.E.C) es una empresa petroquímica construida en marzo de 1998 en el Complejo José Antonio Anzoátegui. Esta empresa invirtió 36 meses para la construcción de dos trenes de proceso, conformados cada uno por una planta de amoníaco y una de urea, con una capacidad total de producción de un millón 300 mil toneladas anuales de amoníaco y un millón 500 mil toneladas anuales de urea.

5 CONCLUSIONES

- Para diseñar, mantener y operar un SIS de forma adecuada se deben tomar en cuenta todas las causas que puedan hacer que el SIS se vea inhabilitado de poder ejercer la función para la cual ha sido construido, considerando la gestión tanto de las fallas aleatorias como de las fallas sistemáticas.
- La implementación efectiva de la Gestión de la Seguridad funcional y el uso del Ciclo de Vida de Seguridad, ayuda a minimizar los errores sistemáticos y asegura que el riesgo se mantiene en los niveles determinados como tolerables.

- Aunque las organizaciones declaran conformidad con la norma IEC 61511 / ISA 84.00.01, la mayoría de ellas no cumplen con la intención de estas, desarrollando solo actividades aisladas como Análisis de Peligros y Riesgos, Asignación / Verificación del SIL, Pruebas FAT/ SAT, etc.
- Los resultados de una Evaluación Preliminar (Functional Safety Pre-Assessment) de la Seguridad Funcional, permiten determinar la brecha existente en la actual gestión de la seguridad funcional, en una instalación donde su Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS) no fue diseñado bajo el enfoque establecido en la normativa IEC 61511.
- Una Evaluación Preliminar (Functional Safety Pre-Assessment) permite identificar mejoras en materia de seguridad funcional que pueden demostrar cumplimiento dentro del esquema de trabajo establecido por la normativa y adaptarse a cualquier organización.
- Las mejoras requeridas para cumplir con los requerimientos de la norma IEC 61511 / ISA 84.00.01 deben ser aplicadas en cualquier instalación cuando se determine que los dispositivos asociados al SIS no cumple con la reducción de riesgo que se espera de ellos.
- A pesar de que en FertiNitro C.E.C se identificaron áreas con mayor grado de cumplimiento que otras, los resultados muestran que no se cumplen con los requisitos de cada una de las fases del Ciclo de Vida de Seguridad establecido por la normativa IEC 61511.
- El resultado total del grado de implantación de la Gestión del Ciclo de Vida de Seguridad de la instalación evaluada es de 34 %, lo que corresponde a un sistema DEFICIENTE, según el criterio de evaluación utilizado. Ver figura 1.

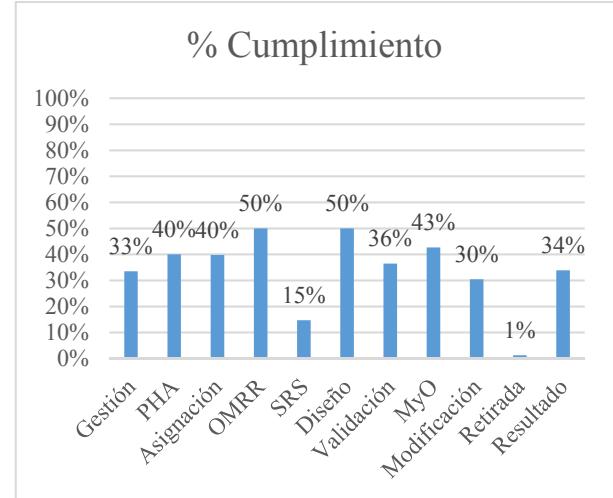


Figura 1. Resultados de la Evaluación Preliminar (Functional Safety Pre-Assessment) de la Seguridad Funcional

- En la instalación evaluada, no existe registro de las Especificaciones de los Requerimientos Funcionales y de Seguridad para el SIS, solo se dispone de información asociada a las especificaciones que fueron realizadas por la empresa encargada del diseño de la instalación y el fabricante del equipo, por lo que no es posible validar su diseño.
- A pesar de que en la instalación evaluada no existe un departamento que se encargue de la gestión de la seguridad funcional, se han implementado, de forma aislada, planes de mantenimiento, operación e inspección para los elementos asociados al SIS, lo cual representa una oportunidad de

implementación de un sistema de gestión y oportunidad de mejora.

- La instalación evaluada no posee un registro adecuado de indicadores para la medición del desempeño del SIS, lo que permitiría mejorar la priorización y monitoreo de los trabajos requeridos.
- FertiNitro C.E.C no posee procedimientos para realizar la desincorporación parcial o total de una SIF del SIS. Actualmente este proceso se realiza a través de la política del manejo de cambio general de la instalación, no existen un procedimiento donde se especifique el tipo de evaluación requerida (análisis de impacto), los recursos, el personal, y se establezcan claramente los pasos a seguir, para su solicitud, aprobación e implementación.

6 RECOMENDACIONES

- Implementar el concepto del Ciclo de Vida de Seguridad en la instalación, como proceso controlado y sistemático para asegurar la integridad de seguridad y comunicar a todos los involucrados la política y la estrategia que permita alcanzar la seguridad de la instalación.
- Desarrollar, documentar e implementar un Plan de Gestión de Seguridad Funcional acorde a los requisitos de la norma IEC 61511 en la instalación, en el que se indiquen las actividades requeridas para asegurar que el Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS), tenga la capacidad de llevar y mantener al proceso en un estado seguro.
- Definir claramente los roles y las responsabilidades de cada departamento y unidad responsables de las actividades relacionadas del Ciclo de Vida de

Seguridad, y asegurar que las actividades sean planificadas y actualizadas, indicando los responsables y los recursos a utilizar.

- Desarrollar e implementar planes de adiestramiento que permitan garantizar que las personas, departamentos o unidades implicados en actividades del Ciclo de Vida de Seguridad sean competentes para realizar las actividades de las que son responsables.
- Desarrollar e Implementar un Sistema de Control de Documentación que permita mantener la documentación asociada a la instalación actualizada y bajo un control adecuado, que permita realizar eficazmente las actividades del Ciclo de Vida de Seguridad.
- Garantizar la realización de Análisis de Peligros y Riesgos de manera periódica en la instalación y desarrollar e implementar procedimientos que permitan realizar el seguimiento y resolución de las recomendaciones resultantes de los mismos, así como de actividades de auditoria, validación y actividades Post Incidentes y Accidentes.
- Asegurar que todas las Capas de Protección Independientes (IPL) y los Otros Medios de Reducción de Riesgo que fueron considerados en el cálculo del SIL para cada Función Instrumentada de Seguridad (SIF) sean operadas y mantenidas de forma adecuada a lo largo de la vida útil de la instalación, para poder garantizar la reducción de riesgo que deben ofrecer.
- Desarrollar las Especificaciones de los Requerimientos Funcionales y de Seguridad para el SIS (SRS) para cada SIF, a fin de realizar las actividades de diseño, instalación, validación, operación y mantenimiento del SIS.
- Definir claramente la interacción entre el personal de la instalación, el Consultor de

Ingeniería y el Integrador del SIS, lo que permitirá hacer seguimiento a los requerimientos técnicos y de gestión asociados a la Seguridad Funcional.

- Garantizar que en el diseño del SIS se definan los requisitos para las pruebas de fábrica (FAT), las pruebas de validación del sitio (SAT), procedimientos de prueba en línea y fuera de línea, mantenimiento de registros y procesos para rastrear, corregir y verificar las deficiencias de inspección y pruebas.
- Desarrollar e implementar procedimientos y especificaciones para realizar la correcta instalación, recepción y validación del SIS, en los que se especifiquen los criterios de aceptación y rechazo para cumplir con la validación.
- Desarrollar e implementar procedimientos para la realización de las actividades de operación y mantenimiento, detección y reparación de fallas en el sistema, ejecución de ensayos periódicos que permitan evaluar el funcionamiento del SIS y revelar las fallas peligrosas de cada SIF, toma de datos para verificar el desempeño del SIS, entre otros y así poder realizar la comprobación de las premisas de diseño.
- Asegurar la implementación de procedimientos para la correcta colocación de desvíos (POS / MOS), en los que se incluya un esquema de aprobación y seguimiento adecuado.
- Mantener actualizada la documentación asociada a las actividades de Operación y mantenimiento, detección y reparación de fallas en el sistema, ejecución de ensayos periódicos, datos de desempeño del SIS bajo un esquema de documentación adecuado. Así como las métricas de medición de desempeño del SIS.
- Asegurar que se apliquen procedimientos para autorizar y controlar los cambios

realizados en el SIS, en los que se indiquen los recursos, herramientas, documentación, personal, y se establezcan claramente los pasos a seguir, para la solicitud, aprobación e implementación de los cambios requeridos. Asegurar que se mantiene la integridad de la seguridad del SIS a pesar de cualquier modificación realizada en el Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS).

- Asegurar que al momento de realizar modificaciones en el SIS se realicen Análisis de Peligros y Riesgos y análisis de impacto para determinar si el cambio genera peligros nuevos dentro de la instalación al momento de realizar modificaciones en el SIS.
- Garantizar que, luego de realizar modificaciones en el SIS, se realicen las tareas de verificación y validación.
- Desarrollar e implementar procedimientos para autorizar desmantelamientos dentro de la instalación, en los que se especifique el tipo de evaluación requerida (Análisis de Impacto) en el proceso de retirada de servicio de una SIF que deberá ser formalmente aprobado previo a la realización de los trabajos.
- Actualizar la documentación asociada al diseño del SIS cada vez que se realicen modificaciones al Sistema.

7 BIBLIOGRAFIA

- [1] ANSI/ ISA. S84.00.01: Application of Safety Instrumented Systems for the Process Industries, 1996.
- [2] IEC. 61508: Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety Related Systems. Edition 2.0 2010.
- [3] IEC. 61511: Functional Safety: Safety Instrumented Systems for the Process Sector. Edition 2.0, 2016.



[4] ISA. TR84.00.04-2011, Part 1: Guidelines for the Implementation of ANSI/ISA-84.00.01. 2004.

Romel Rodriguez

Ingeniero en Electrónica con más de 20 años de experiencia y certificación como Ingeniero de Seguridad Funcional (TÜV SÜD TP16051216 y TÜV Rheinland 575/07), ISA como como Especialista en Fundamentos de SIS y PHA Leader (ABS Consulting). Amplia experiencia en el desarrollo y supervisión de proyectos en instalaciones de la industria petrolera y en el desarrollo de Análisis de Peligros y Riesgos (HAZOP, What If, APP, Análisis de Capas de Protección - LOPA). Sólidos conocimientos sobre Sistemas Instrumentados de Seguridad (SIS) y métodos para asignación del Nivel de Integridad de Seguridad (Matriz de Riesgo, Grafica de Riesgo Calibrada, LOPA), desarrollo de SRSs y Verificación del Nivel de Integridad de Seguridad de las SIF de los SIS. Implementación del Ciclo de Vida de Seguridad. Evaluación (Assessment) y Auditoria de Sistemas Instrumentados de Seguridad. Planificación, supervisión y control de actividades de mantenimiento de sistemas eléctricos e instrumentación industrial en instalaciones de la industria petrolera. Profesor contratado para el postgrado de Ingeniería Eléctrica UDO Anzoátegui.

Eliana Berroteran

Ingeniero Químico con 10 años de experiencia y certificación como Ingeniero de Seguridad Funcional (TÜV SÜD TP16051216) y PHA Leader (ABS Consulting). Amplia experiencia en el desarrollo y supervisión de proyectos en instalaciones de la industria petrolera y en el desarrollo de Análisis de Peligros y Riesgos (HAZOP, What If, APP,

Análisis de Capas de Protección - LOPA). Sólidos conocimientos sobre Sistemas Instrumentados de Seguridad (SIS) y métodos para asignación del Nivel de Integridad de Seguridad (Matriz de Riesgo, Grafica de Riesgo Calibrada, LOPA). Implementación del Ciclo de Vida de Seguridad. Evaluación (Assessment) y Auditoria de Sistemas Instrumentados de Seguridad.

Carlos Salcedo

Ingeniero Electrónico con 9 años de experiencia en Ingeniería de Confiabilidad, Instrumentación, Automatización & Control, Controladores de Turbinas y Compresores, Sistemas de Monitoreo y Condiciones de Máquinas, Ingeniería de Confiabilidad, Telecomunicaciones, Redes e Informática. Experiencia en desarrollo de metodologías como Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), Análisis de Fallas de Equipos y Sistemas de Instrumentación, y Optimización y mejora continua de planes de Mantenimiento mediante manejo de base de datos, análisis de criticidad, análisis de efectos y modos de fallas (FMEA). Certificado TÜV Functional Safety Engineer y experiencia en HAZOP, LOPA, desarrollo de la Gestión de la Seguridad Funcional a través de todo el Ciclo de vida de Seguridad Funcional (Según ISA 84/IEC 61511), desarrollo de Estudios SIL y SRS

Romel Rodriguez

Teléfonos: +58 416-6840929
+58 281-2766313
+58-281-2864447

Dirección Residencia: Residencias las Buganvillas, apto 5-B. Lechería.
Dirección Oficina: CC El Ingenio, Primer Piso, Oficina 24, Nueva Barcelona – Barcelona.

rodriguezrx@csf.com.ve

Barcelona, estado Anzoátegui. Venezuela.



Eliana Berroteran

Teléfonos: +58 426-5833731

+58 281-2766313

+58-281-2864447

Dirección Conjunto Residencial Los Girasoles, sector Nueva Barcelona. Barcelona.

Dirección Oficina: CC El Ingenio, Primer Piso, Oficina 24, Nueva Barcelona – Barcelona.

berroterane@csf.com.ve

Barcelona, estado Anzoátegui.
Venezuela.

Carlos Salcedo

Teléfonos: +58 414-0944467

+58 281-2703461

Dirección Oficina: Complejo José Antonio Anzoátegui.

salcedoc@fertinitro.com
Barcelona, estado Anzoátegui.
Venezuela.