



**DIOXITEK S.A.**

**CICLO DE VIDA DE SEGURIDAD**

**FUNCIONAL SEGÚN IEC61511**

**PLANTA DE CONVERSION FORMOSA**

Ing. Gabriel Gómez – 2 de Noviembre de 2017

# Agenda

Dioxitek S.A.

Proyecto Planta de Conversión Formosa

Introducción a la Seguridad Funcional

Ciclo de vida de seguridad funcional aplicada

Lecciones aprendidas





**DIOXITEK S.A.**

# || Creación de Dioxitek S.A.:

- **Decreto 1286/1996 PODER EJECUTIVO NACIONAL (P.E.N.) 12-nov-1996**
- DISPONESE LA TRANSFORMACION DE LOS SECTORES OPERATIVOS Y PRODUCTIVOS DEL AREA CICLO DE COMBUSTIBLE DEL CITADO ORGANISMO EN DIOXITEK SOCIEDAD ANONIMA, ESTABLECIENDOSE SU CONSTITUCION.

# ||| Estatuto de Dioxitek S.A.

ARTICULO 4º — DIOXITEK SOCIEDAD ANONIMA tendrá por objeto llevar a cabo por sí, por intermedio de terceros o asociada a terceros, **el suministro de dióxido de uranio, natural o enriquecido**, para la fabricación de elementos combustibles destinados a las centrales nucleoelectricas y reactores de investigación, realizando las acciones necesarias para mantener optimizadas las tecnologías asociadas al ciclo de combustible, la formación de recursos humanos, como asimismo la industrialización, transporte y comercialización de los productos resultantes, directos o indirectos, a cuyo efecto podrá comprarlos, venderlos, permutarlos, importarlos o exportarlos y realizar cualquier otra operación complementaria de su actividad industrial y comercial o que resulte necesaria para facilitar la consecución de su objeto. Para el mejor cumplimiento de estos objetivos podrá fundar, asociarse o participar en sociedades privadas o de cualquier otro marco jurídico.

# Reseña histórica:

1982



Puesta en marcha de la planta de UO<sub>2</sub> Córdoba (propiedad CNEA)

1997



Creación de DIOXITEK S.A como desprendimiento de un área de producción de CNEA

2002



Incorporación de la unidad de negocios de diseño, producción y comercialización de fuentes selladas de Co<sup>60</sup>.

2011



Primera operación de exportación de Molibdeno

2014



Comienzo de construcción de la Nueva Planta de Dióxido de Uranio en Formosa.





**2**

Cantidad de centros productivos

**170 tn UO<sub>2</sub>/año**

Capacidad de producción Planta  
Córdoba

**460 tn UO<sub>2</sub>/año**

Capacidad de producción PCF

**400.000 Ci**

Curies de Co60 vendidos (2016)

**5**

Países abastecidos de Co60 (2017)

**6.500 Ci**

Molibdeno vendido (2016)



**\$326MM** Facturación anual 2015

**\$110MM** Facturación anual 2016

**\$643MM** Facturación anual 2017  
Estimado

**138 USD/Kg**

Costo producción UO<sub>2</sub> 2017  
(Importado 2017 163 USD/Kg)

**UO<sub>2</sub>: 60% / Co60 55%**

Remuneraciones/ Costo total

**172 USD MM**

Inversión total Proyecto NPU

**188** Cantidad de empleados

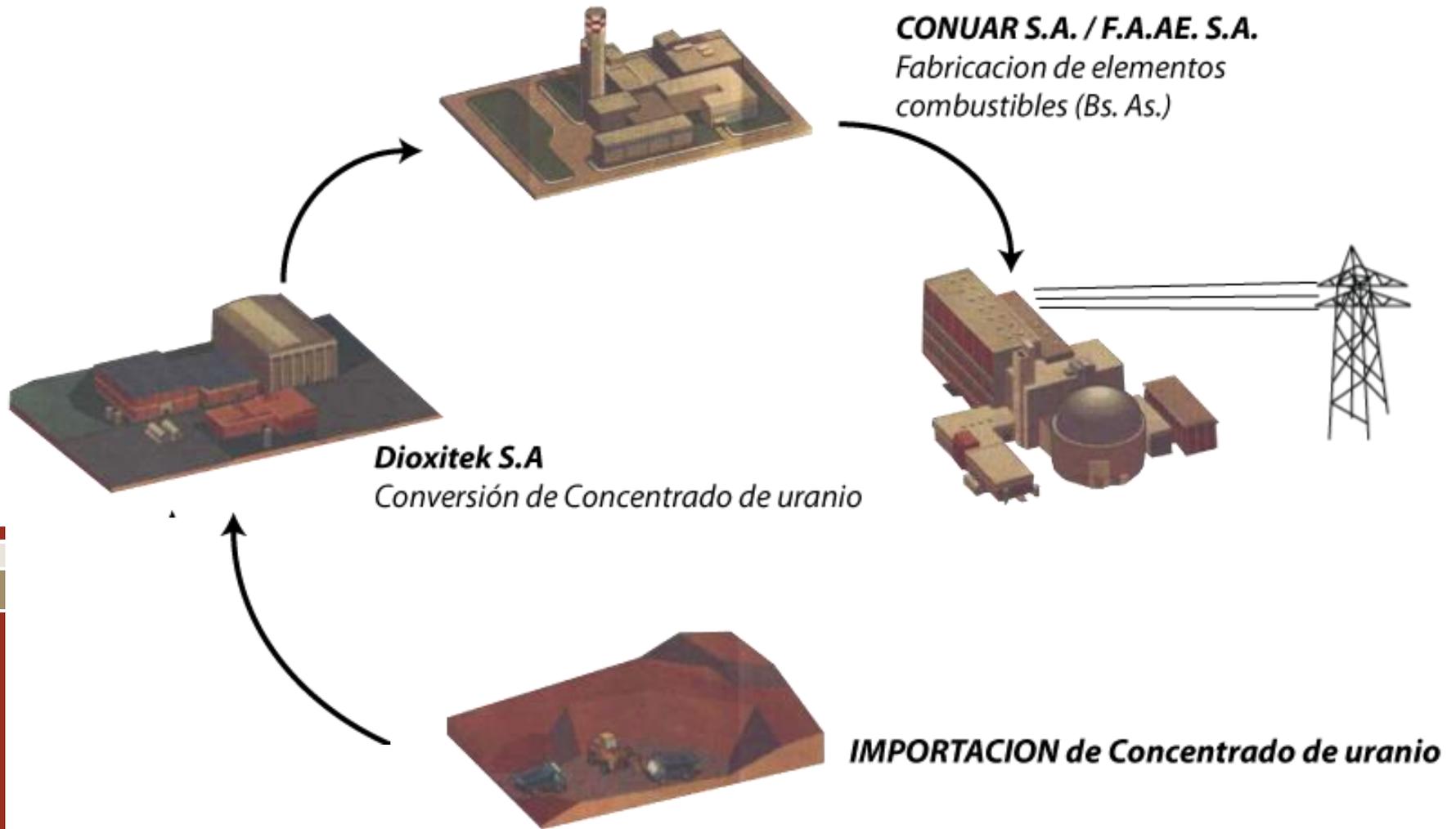
**\$46.962** Costo salarial promedio



	Co 60	UO <sub>2</sub> **	UO <sub>2</sub>
UBICACIÓN	Ezeiza, Buenos Aires	Alta Córdoba, Córdoba	Formosa
TECNOLOGÍA	Procesamiento de radioisótopos	Planta Química de Conversión	Planta Química de Conversión
APLICACIÓN	Insumo para la fabricación de fuentes selladas médicas e industriales (irradiación de alimentos, tratamientos oncológicos, insumos quirúrgicos)	Insumo para la fabricación de combustibles de las centrales nucleares y reactores de investigación.	Insumo para la fabricación de combustibles de las centrales nucleares y reactores de investigación.
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	3 MM Ci/año	170 Tn/año (requerimiento centrales 217 Tn/año)	2 líneas 230 Tn/año c/u (total 460 Tn/año)
CANTIDAD DE EMPLEADOS	50	96	80 (proyección 2020)

\*\* Planta de UO<sub>2</sub> (Córdoba) debe ser cerrada por cambio en la zonificación y uso del suelo de la Municipalidad de Córdoba Capital. La misma se encuentra con un permiso provisorio hasta la finalización de la nueva planta en Formosa.

# Ciclo de combustible nuclear en Argentina





# || ¿Porqué una nueva planta de conversión?

“Programa de Reactivación de las Actividades Nucleares Nacionales” (23 de Agosto de 2006).

Extensión vida útil Embalse, finalización Atucha II, 4ta central a uranio natural...

Consumos:

CNE (Embalse): 120 Tn de U

Central Nuclear Juan Perón (ex Atucha I): 50 Tn

Central Nuclear Nestor Kirchner (ex Atucha II): 130 Tn

A vertical bar on the left side of the slide, composed of several colored segments: a thin black line at the top, followed by a thin white line, a thin grey line, a thin blue line, a thin green line, a thin yellow line, and a thick red line at the bottom.

# PROYECTO PLANTA DE CONVERSIÓN FORMOSA

# Proyecto "greenfield"











# || Sectores:



# Sectores de Producción:

Control de Producto

Disolución

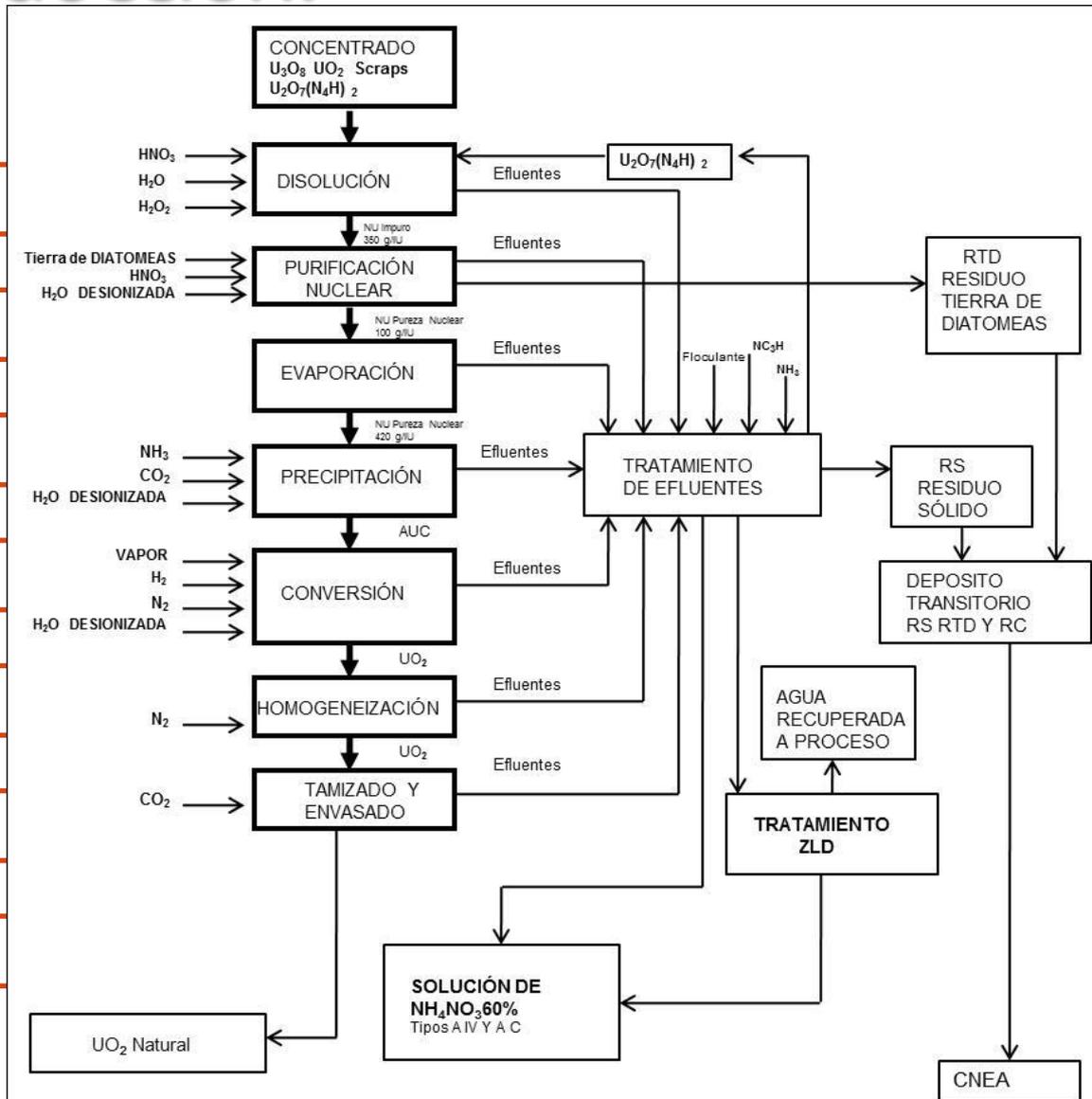
Purificación

Evaporación

Precipitación

Conversión

Homogeneización



# Insumos:

## Gaseosos:

Amoníaco

Dióxido de Carbono

Hidrógeno

Nitrógeno

## Líquidos:

Metanol

Jet-A1

TBP

Ac. Nítrico

Agua oxigenada

Gas-oil (calderas)

# || Insumos:

## Sólidos:

Tierra de diatomeas

Hidróxido de sodio



# ■ Servicios Auxiliares

Energía Eléctrica

Vapor

Aire Comprimido

Vacío

Ambientación

Aguas



# INTRODUCCION A LA SEGURIDAD FUNCIONAL

# Introducción:



# || Medidas Gubernamentales:

- SEVESO I – CE 1985
- SEVESO II – CE 1999
- SEVESO III – CE 2003
- OSHA - 1910.119 Process Safety Management Of Highly Hazardous Chemicals – USA 1992
- OSHA - Process Safety Management - USA
- OSHA - Management Of Change - USA
- EPA Risk Management Program – USA 1990
- HSE Health & Safety Executive – GB 1987

## || Medidas Gubernamentales:

- IEC 61508 "Functional Safety of E/E/PE safety-related systems"
- IEC 61511 "Functional Safety: Safety Instrumented Systems for the Process Industry"
- ANSI/ISA 84.01 "Application of Safety Instrumented Systems for the Process Industries"
- Health and Safety Executive (HSE) PES Guidelines

## || Medidas Gubernamentales:

- DIN/VDE 0801 "General Safety Principles for Vendors" Derogada
- DIN V 19250 "Fundamental Safety aspects for Measurements and Control Equipment"
- AIChE CCPS " Guidelines for Safe Automation of Chemical Processes"



# III Introducción:

## **Industrias de Procesos**

- Principales preocupaciones
  - Seguridad
  - Disponibilidad



# || Seguridad:

## *Definición de Seguridad:*

Es el estado en el que hay certeza de que no existe la posibilidad de peligro o daño

Significa estar libre de riesgos inaceptables que puedan provocar daños físicos o a la salud de las personas, ya sea en forma directa, o indirecta, como resultado de daños a la propiedad o al ambiente

## || Seguridad Funcional:

La **seguridad funcional** es la parte de la seguridad global que depende del funcionamiento correcto del proceso o equipo en respuesta a sus entradas, cuando la seguridad depende del funcionamiento correcto de un sistema eléctrico (E), electrónico (E) y electrónico programable (PE) (abreviado: E/E/PE).

## || Seguridad Funcional:

**Seguridad funcional (Functional Safety)** se refiere a la parte de la seguridad global de un sistema consistente en que sus componentes o subsistemas eléctricos, electrónicos, programables y sistemas de control/mando con implicaciones en materia de seguridad respondan de forma adecuada ante cualquier estímulo de fallo externo (peligros): errores humanos, HW/SW o cambios en su entorno de funcionamiento.

## || Seguridad Funcional:

Seguridad Funcional no es: Security, Seguridad eléctrica, Incendios o Radiológica, etc...



# || Seguridad Funcional:

- **Seguridad:** ausencia de riesgo inaceptable
- **Riesgo:** combinación entre la probabilidad de ocurrencia de un daño y la severidad de dicho daño.
- **Daño:** heridas o muerte de personas, peligro para el medio ambiente

**¡El objetivo es reducir el riesgo a un nivel tolerable!**

# || Seguridad Funcional:

- **Riesgo Tolerable:** es el aceptado por la sociedad.



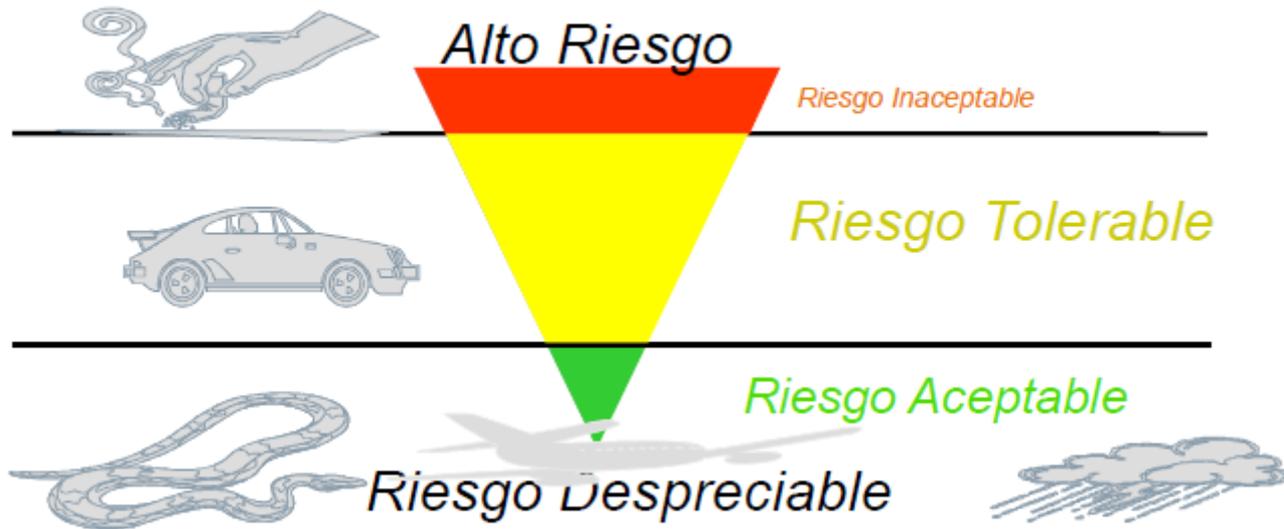
# Seguridad Funcional:

Ejemplos: numero de fatalidades (frecuencia)

- Fumar 20 / dia  $5000 \times 10^{-6}$  por año
- Accidente de Automóvil  $150 \times 10^{-6}$  por año
- Accidente en la vía  $100 \times 10^{-6}$  por año
- Accidente en el Trabajo  $10 \times 10^{-6}$  por año
- Que le caiga un Rayo encima  $0.1 \times 10^{-6}$  p/ año
- Que lo Muerda una Culebra  $0.1 \times 10^{-6}$  por año
- Que se caiga su avión  $0.02 \times 10^{-6}$  por año

# Seguridad Funcional:

Conceptos Fundamentales de IEC 61508



## || Seguridad Funcional:

Si el análisis de riesgo de un proceso determina que el nivel de riesgo es inaceptable se deben tomar medidas para disminuirlo

### **Reducción de Riesgo**

Hay estándares y reglas que describen las medidas para reducir riesgo a niveles aceptables:

# || Seguridad Funcional:

## **1.IEC/EN 61508** “Seguridad funcional de sistemas de control eléctricos, electrónicos y electrónicos programables”

Esta norma contiene los requisitos y disposiciones aplicables al diseño de sistemas y subsistemas de electrónica complejos y programables. La norma es genérica, por lo tanto puede aplicarse en todos los sectores industriales.



# Seguridad Funcional:

**2.IEC/EN 62061** "Seguridad de la maquinaria – Seguridad funcional de sistemas de control relacionados con la seguridad eléctricos, electrónicos y electrónicos programables"

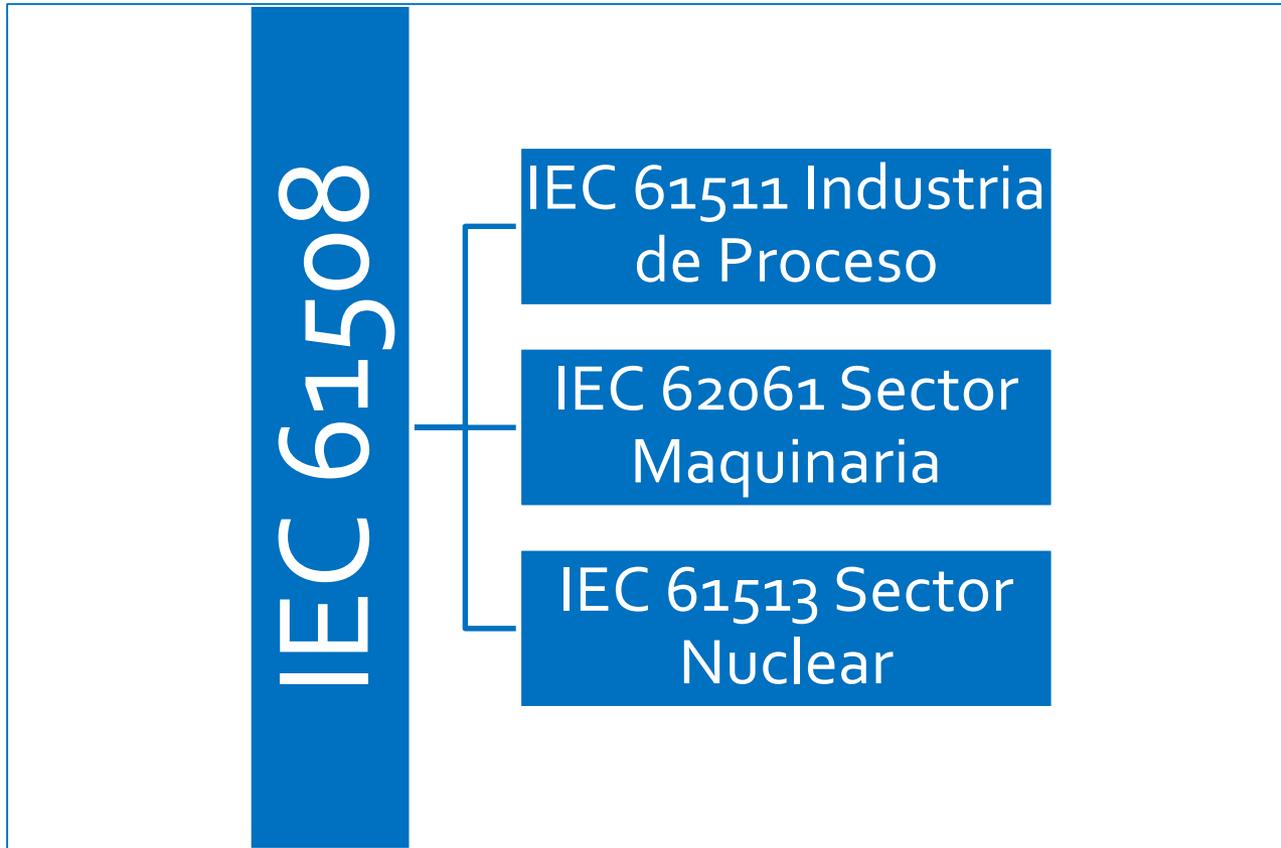
Esta norma es la implementación específica para maquinarias de IEC/EN 61508. Proporciona requisitos aplicables al diseño de nivel del sistema de todos los tipos de sistemas de control eléctricos relacionados con la seguridad de la maquinaria y también para el diseño de subsistemas o dispositivos no complejos. Requiere que los subsistemas programables o complejos cumplan con la norma IEC/EN 61508.

# || Seguridad Funcional:

- 3. **IEC 61511** "Seguridad funcional – Sistemas instrumentados de seguridad para el sector de proceso industrial"  
Esta norma es la implementación específica de la norma IEC/EN 61508 del sector de procesos.



# Seguridad Funcional:





# CICLO DE VIDA DE LA SEGURIDAD FUNCIONAL

## ■ Fundamentos:

1. Defensa en profundidad
2. Fallas en los sistemas de seguridad



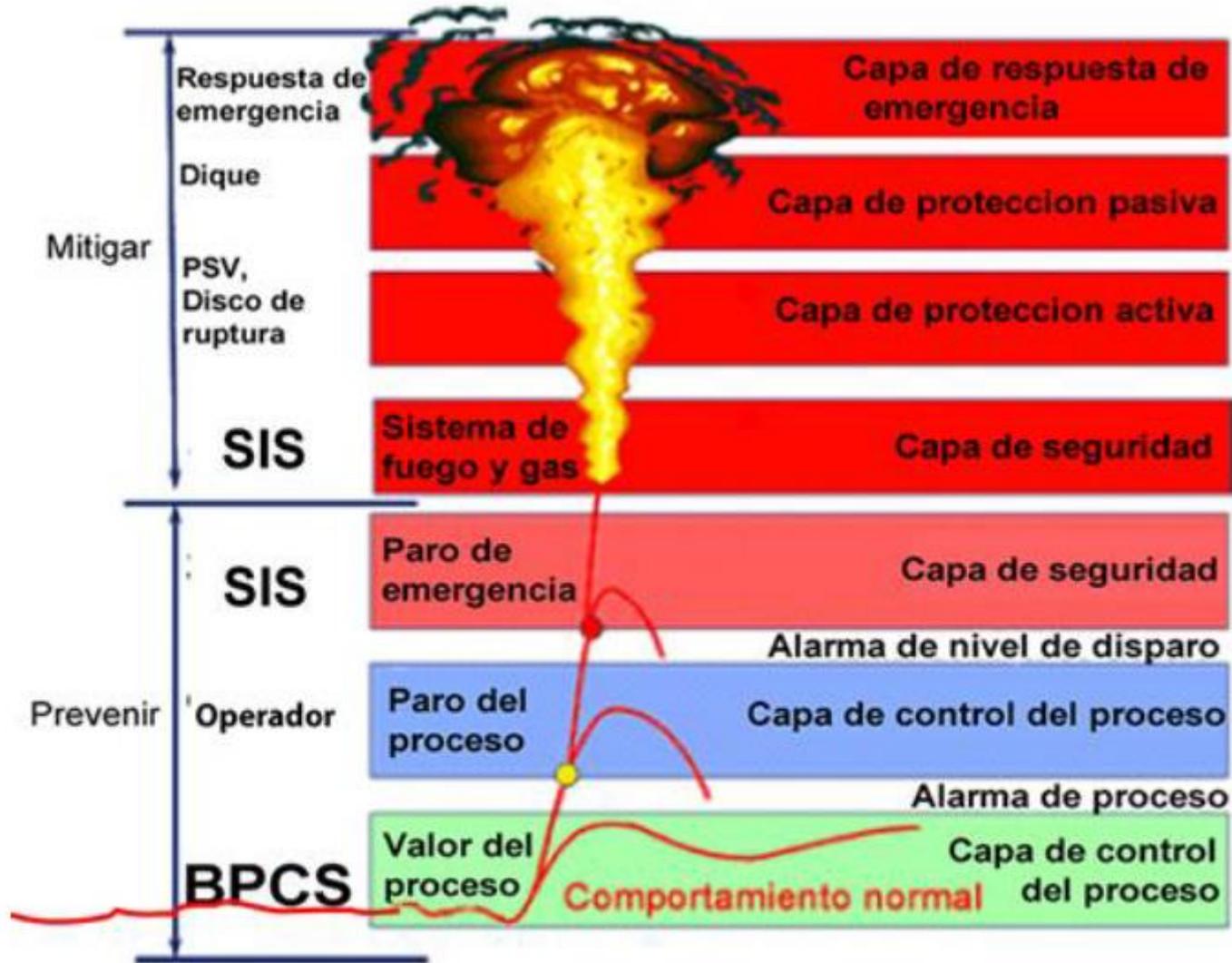
# 1. Defensa en profundidad:

Sistema formado por “capas” de protección.

Una capa de protección deben ser:

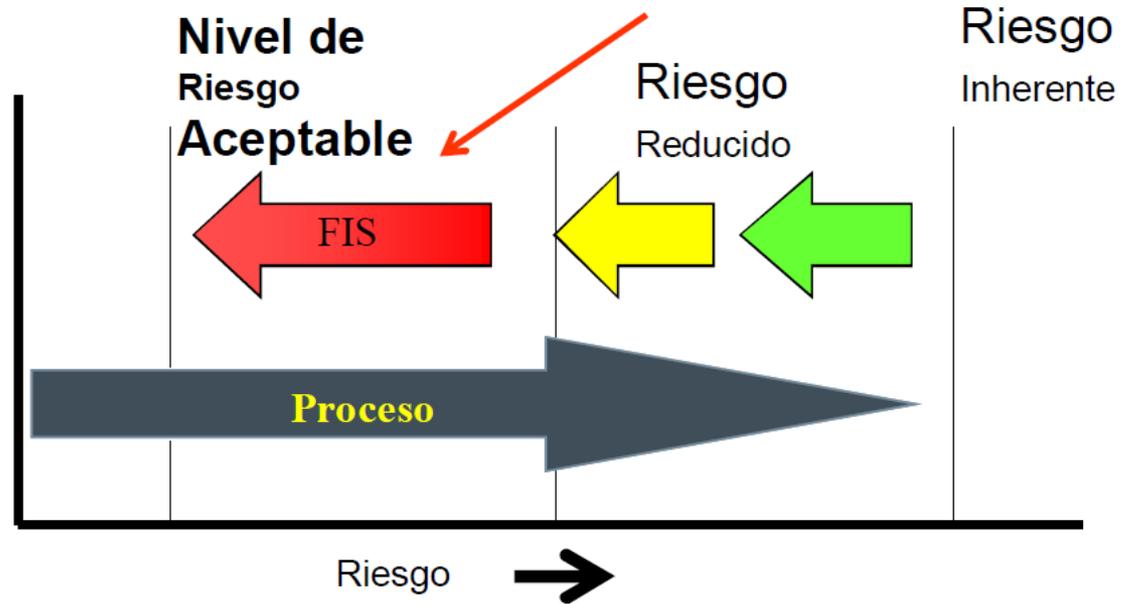
1. **Especifica** (bien definida)
2. **Independiente** (rechazo fallas de modo común)
3. **Confiable** (debe reducir el riesgo al menos en un orden de magnitud)
4. **Auditable** (evaluable respecto a su rendimiento)

# Defensa en profundidad:

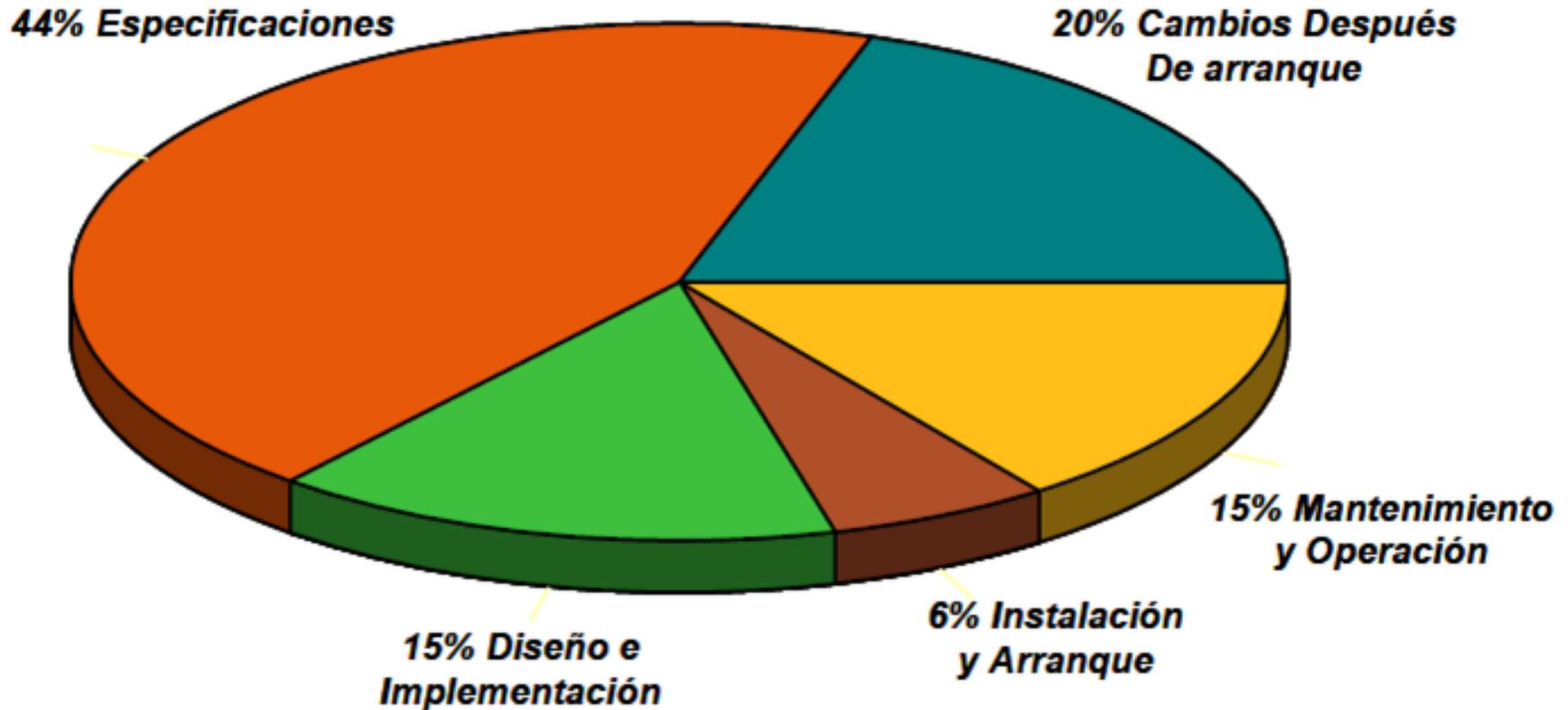


Capas de protección

# Defensa en profundidad:

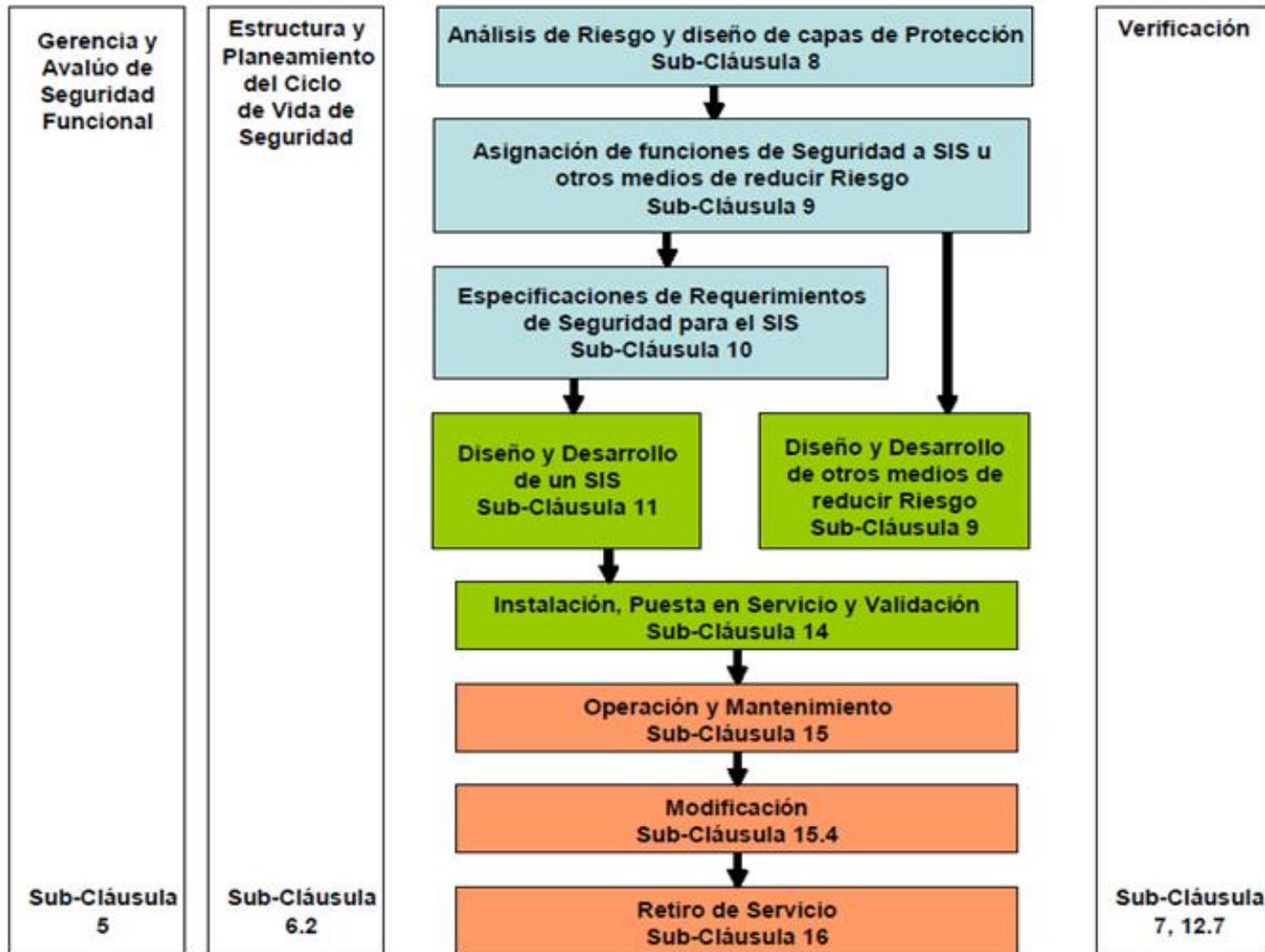


## 2. Fallas en los sistemas de seguridad:



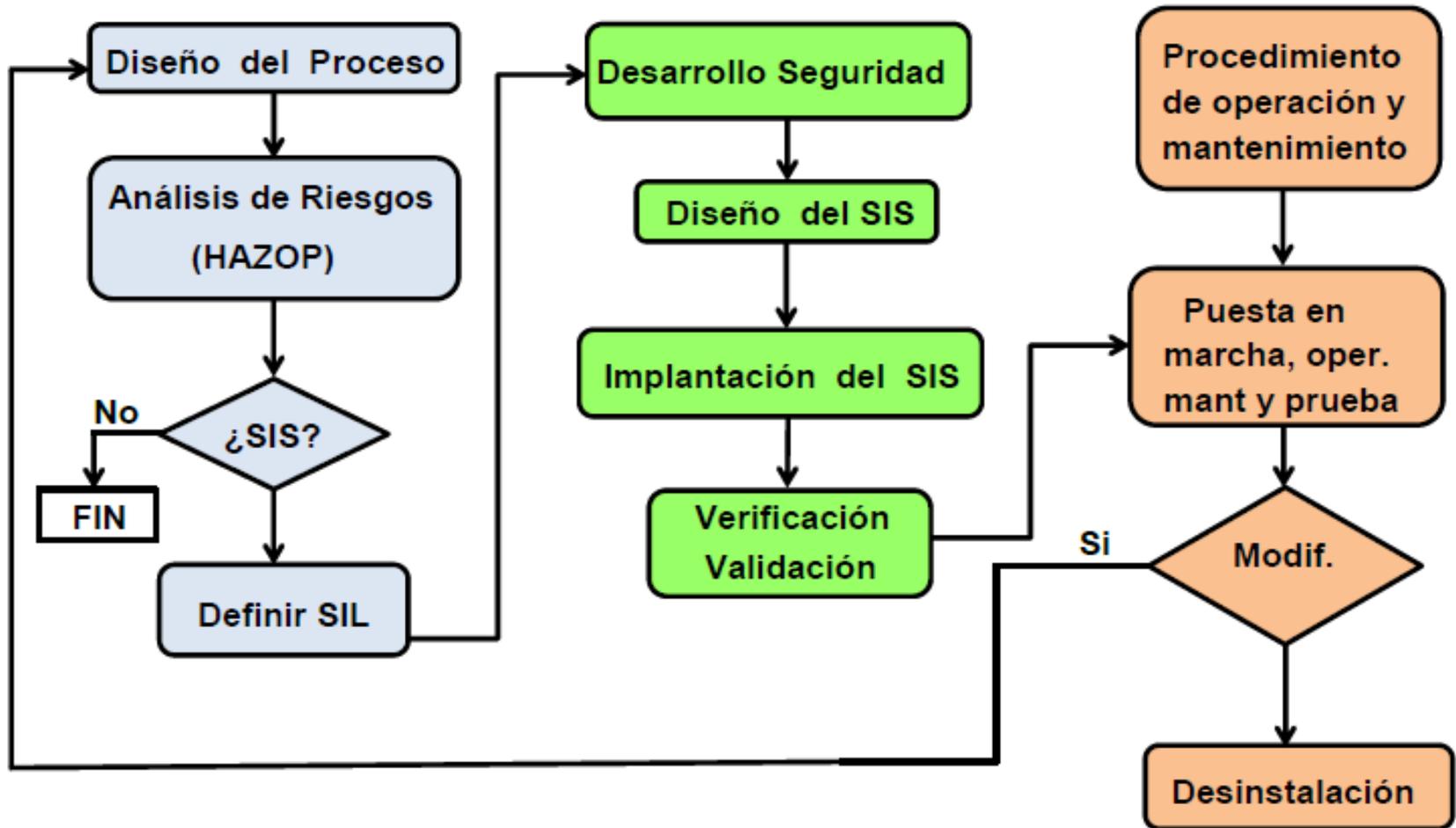
Fuente: "Out of Control", HSE 1987

# Ciclo de vida de seguridad funcional:



Ciclo de vida de seguridad funcional  
Fuente: IEC 61511 y ANSI/ISA 84.00.01

# Ciclo de vida de seguridad funcional:



Ciclo de vida de seguridad (SLC)

## III Inicio ciclo de vida:

Necesitamos:

1. Identificar el nivel de riesgo aceptable para cada peligro existente.
  - Fuente: políticas corporativas, leyes, etc.
2. Mensurar el riesgo inherente a cada peligro
  - HAZOP, Listas de verificación, etc.
3. Seleccionar maneras de *disminuir* los riesgos *mitigarlos* hasta llegar a un nivel aceptable

# HAZOP:

## 1 – HAZOP: Analizamos el riesgo inherente

- ❑ ¿Que tan seguido?
- ❑ ¿Qué tan grave?



### HAZOP y estimación de Riesgo Peligro por Peligro

*¿I si el sensor se “congela”?  
¡Pasa 1 en 100 por año!*

*Pongamos mas sensores ... ¿Tres?*

*Ok, pero ... ¿Y  
las válvulas?*

*¿Cuáles son entonces las  
consecuencias?*

*¡No exageren que cuesta  
mucha plata!*

*Y si el operador tiene mucha presión  
y no reacciona a tiempo?*



*Pongámosle una válvula de  
alivio aquí.  
¿Les parece?*

*¿Otra válvula mas?  
Estamos complicando mucho el  
diseño.*

*Hablemos del medio ambiente.  
Amigos; ¡La planta está en el desierto!*

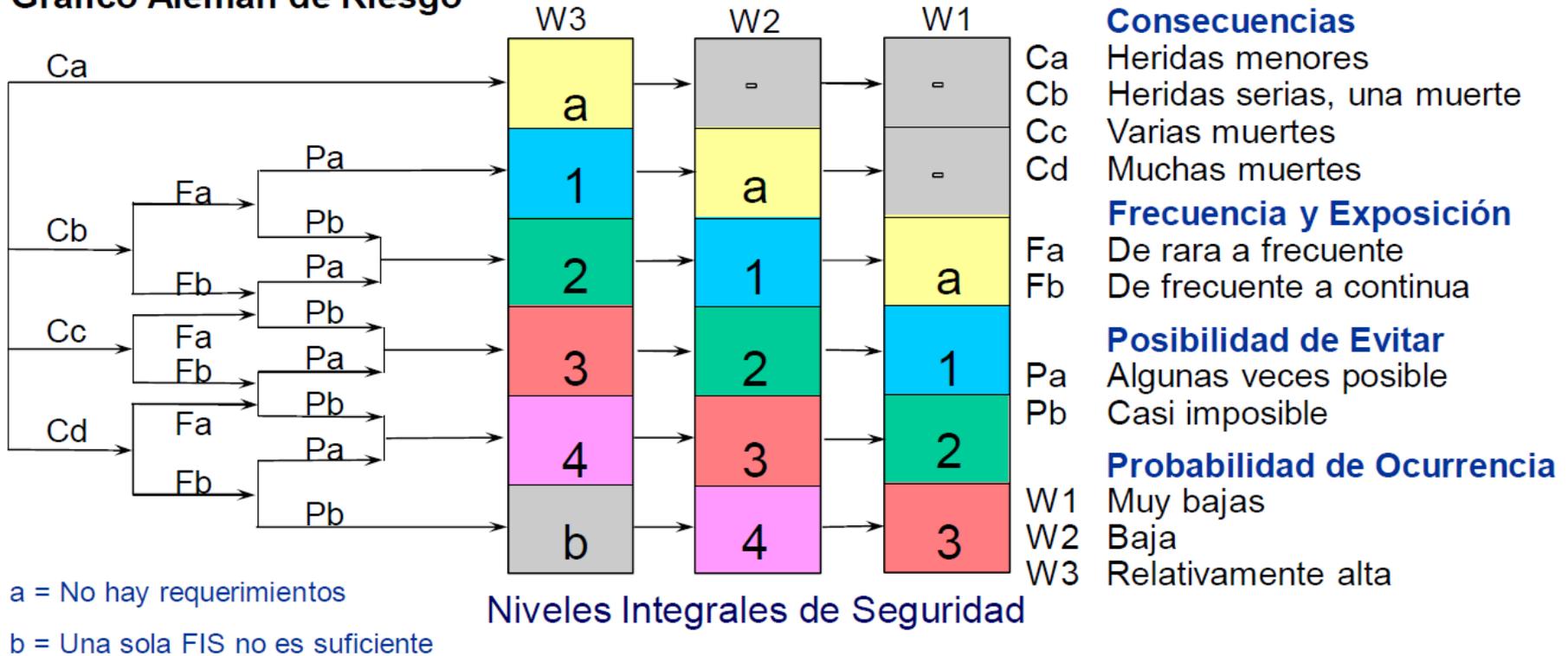
# ■ Métodos de cálculo de riesgo:

1. Métodos cualitativos
  1. Matriz de riesgo
  2. Gráficos de riesgo
2. Métodos cuantitativos o cuasi-cuantitativos
  1. LOPA (Layer Of Protection Analysis)



# Gráfico de riesgo:

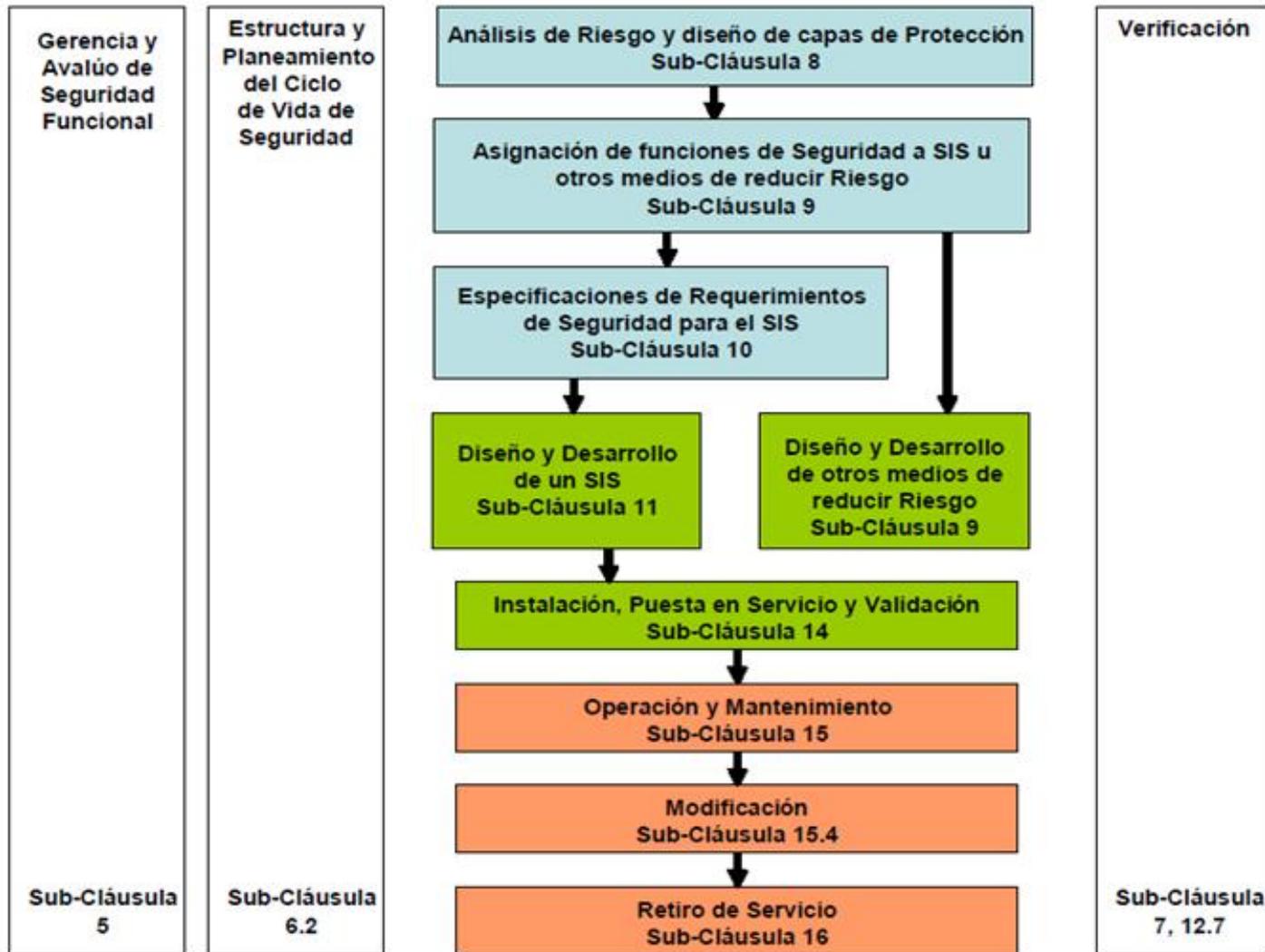
## El Grafico Alemán de Riesgo





# CICLO DE VIDA EN LA PCF

# Ciclo de vida de seguridad funcional:



Ciclo de vida de seguridad funcional  
Fuente: IEC 61511 y ANSI/ISA 84.00.01

# Plan de Seguridad del Proyecto (cl. 6.2):

## Project Safety Plan

Safety Instrumented Systems according IEC 61511 Ed. 2.0, CDV:2014-05

Project: **Template TBDiP**

Document number: **FSM 010 TBDiP**

Document for Functional Safety to IEC 61511

CLIENT  
LOGO

Customer: **<<Customer>> TBDiP**

Location: **<<Project Location>> TBDiP**

Package: **<<Work Package>> TBDiP**

Project-ID: **<<Project-ID>> TBDiP**

Oktober 2015

Safety for the process industry

PA EC - Functional Safety Services

**SIEMENS**

S

Siemens Functional Safety Services

Project Safety Plan

INTRODUCTION	1
METHODOLOGY	2
ROLES AND RESPONSIBILITIES	3
DEALING WITH SUB-SUPPLIERS	4
FUNCTIONAL SAFETY ASSESSMENT	5
MANAGEMENT OF MODIFICATION	6
CONFIGURATION MANAGEMENT	7
SAFETY LIFECYCLE	8
VERIFICATION	9
TEST MEASURES	10
SIS INSTALLATION AND COMMISSIONING	11
SIS SAFETY VALIDATION	12
SIS OPERATION AND MAINTENANCE	13
SIS MODIFICATION	14
SIS DECOMMISSIONING	15
DOCUMENTATION	16
GLOSSARY	17
REFERENCES	18
ANNEX	19

Intern

## ■ Análisis de riesgo (cl. 8):

“Análisis de riesgo de proceso y análisis de consecuencias de las etapas de Disolución y Purificación de la Planta de Conversión Formosa, Formosa - Argentina”.

“Determinación del nivel de integridad de seguridad (SIL) de cada función instrumentada de seguridad (SIF) de las etapas de Disolución y Purificación de la Planta de Conversión Formosa acorde al HAZOP y diseño básico del proceso.”

# || Análisis de riesgo :

La Identificación y Evaluación Cualitativa del Riesgo del Proceso, utilizando la metodología **HazOp**.

Una vez identificados los riesgos de manera cualitativa durante el análisis HazOp, los escenarios de mayor riesgo relacionados a las consecuencias más severas, fueron analizados mediante un **Análisis de Consecuencias**, utilizando software especializado Phast el cual incluye modelos matemáticos precargados para realizar el modelado de dispersión de gases, estimar los efectos de radiación térmica, sobrepresión y toxicidad, para las sustancias analizadas.

## || Análisis de riesgo :

Para la Jerarquización de Riesgos se aplicó la técnica de **Matrices de Riesgo** durante el desarrollo de las sesiones HazOp, la cual permitió clasificar por su grado de riesgo, los escenarios de peligro identificados.

La aplicación de los **factores de Consecuencia y Frecuencia** fueron de acuerdo a la experiencia y criterios tomados por el grupo Multidisciplinario (conformado por personal de Dioxitek, Autex y MAJA CONSULTING GROUP), para dicho efecto se utilizó la Matriz de Riesgos de ejemplo en el documento Safety Assessment of Fuel Cycle Facilities - Regulatory Approaches and Industry Perspectives. nuclear Safety NEA /CSNI / R(2012), 4 Julio 2013.

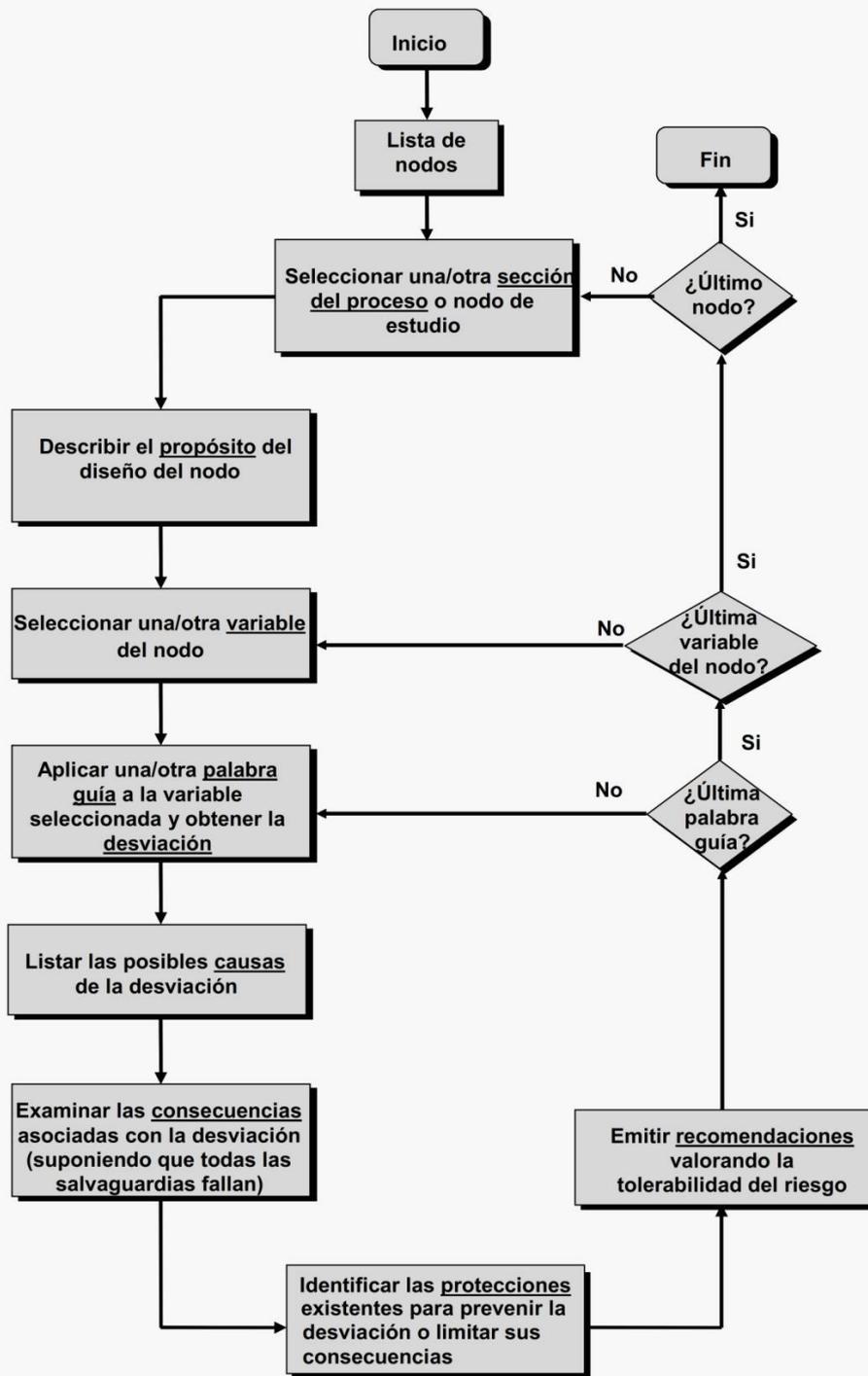
# || Análisis de riesgo :

Las recomendaciones que se requieren para reducir el rango de riesgo de cada escenario identificado, se listan partiendo desde el **diseño inherentemente seguro del proceso** (especificaciones de materiales, parámetros de diseño, tipos de recipientes, etc.), controles regulatorios y on/off del **sistema de control básico del proceso, Alarmas Críticas con Respuesta del Operador , Sistemas Instrumentados de Seguridad , protecciones activas** (Válvulas de seguridad, discos de ruptura), **protecciones pasivas**, hasta finalizar en los planes de **respuesta a emergencias**. Estas recomendaciones son propuestas por el grupo y aceptadas o rechazadas por la persona que tiene la responsabilidad en Dioxitek de autorizarlas para su ejecución.

# || Análisis de riesgo :

Los Riesgos de mayor rango identificados durante el HazOp fueron posteriormente evaluados con el **análisis de consecuencias** para estimar la magnitud de la severidad, y posteriormente se evalúan las medidas de seguridad (capas de protección), que se tengan para contrarrestar la frecuencia de un evento iniciador o la severidad de las consecuencias.





# Reporte de análisis de riesgo:

CONSECUENCIA

		0	1	2	3	4	5
FRECUENCIA	5	C	C	B	A	A	A
	4	C	C	B	B	A	A
	3	C	C	C	B	A	A
	2	C	C	C	C	B	B
	1	C	C	C	C	B	B

Figura 5.1.2 Matriz de Riesgos

# Planta de Conversión Formosa:

RANGO DE CONSECUENCIA	CRITERIO CUANTITATIVO DE CONSECUENCIA
Nivel C5	Impacto internacional mayor (reputación), múltiples fatalidades (personal), Efecto masivo (Impacto Ambiental), Daño Masivo (Producción/Infraestructura).
Nivel C4	Impacto nacional mayor (reputación), una fatalidad (personal), Efectos mayores (Impacto Ambiental), Daños mayores (Producción/Infraestructura).
Nivel C3	Impacto considerable (reputación), lesiones mayores (personal), Efectos locales (Impacto Ambiental), Daños locales (Producción/Infraestructura).
Nivel C2	Impacto limitado (reputación), lesiones menores (personal), Efectos menores (Impacto Ambiental), Daños menores (Producción/Infraestructura).
Nivel C1	Leve impacto (reputación), Lesiones leves (personal), Efectos leves (Impacto Ambiental), Daños leves (Producción/Infraestructura).
Nivel C0	Ningún impacto (reputación), No hay lesionados (personal), No hay efectos (Impacto Ambiental), No hay daños ni pérdidas de producción (Producción/Infraestructura).

*Tabla 5.1.1 Criterio Cuantitativo de Consecuencia*

# Planta de Conversión Formosa:

RANGO DE PROBABILIDADES	CRITERIO CUANTITATIVO DE FRECUENCIA
Nivel F5	Ha ocurrido varias veces por año en el lugar de trabajo
Nivel F4	Ha ocurrido varias veces por año en la empresa operadora (en alguna filial de la misma cadena de empresas, no necesariamente en el lugar de trabajo)
Nivel L3	Ha ocurrido en la empresa operadora (en alguna filial de la misma cadena de empresas, no necesariamente en el lugar de trabajo).
Nivel L2	Sucedido varias veces al año en la industria.
Nivel L1	Raramente ocurrido en sectores de E&P (Exploración y Producción, oil and gas).

*Tabla 5.1.2 Criterio Cuantitativo de Frecuencia*

# Planta de Conversión Formosa:

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN CUALITATIVA DE RIESGO
A	Riesgo Intolerable: requiere reducción de riesgo
B	Riesgo Tolerable: requiere reducción de riesgo o una estimación de riesgo más rigurosa
C	Riesgo Aceptable: no requiere reducción de riesgo

*Tabla 5.1.3 Descripción Cualitativa de Riesgo.*



# Planta de Conversión Formosa:

	Riesgo No Tolerable (A)	Riesgo ALARP (B)	Riesgo Tolerable (C)	Total de Escenarios
<b>Receptor del riesgo:</b>				
PERSONAL	5	12	3	20
POBLACIÓN	NP	NP	NP	NP
MEDIO AMBIENTE	NP	3	2	5
INSTALACIÓN/PRODUCCIÓN	4	24	22	50

*Tabla 8.1 Resumen de Jerarquización de riesgos Planta Conversión Formosa, Etapa Disolución.*

# Planta de Conversión Formosa:

	Riesgo No Tolerable (A)	Riesgo ALARP (B)	Riesgo Tolerable (C)	Total de Escenarios
<b>Receptor del riesgo:</b>				
PERSONAL	NP	2	2	4
POBLACIÓN	NP	NP	NP	NP
MEDIO AMBIENTE	1	NP	1	2
INSTALACIÓN/PRODUCCIÓN	2	27	29	58

*Tabla 8.2 Resumen de Jerarquización de riesgos Planta Conversión Formosa, Etapa Purificación.*

# Planta de Conversión Formosa:



"ANÁLISIS DE RIESGO DE PROCESO Y ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS DE LAS ETAPAS DE DISOLUCIÓN Y PURIFICACIÓN DE LA PLANTA DE CONVERSIÓN FORMOSA, ARGENTINA"



Recomendaciones	Lugar(es) utilizado(s) en Hoja de Trabajo HazOp	Responsabilidad	Riesgo máximo	Rec Cat	Condición	% Completo	Fechas Estimadas		Observaciones
							Fecha de Inicio	Fecha de terminación	
1. Incluir las válvulas en una frecuencia adecuada en el programa de mantenimiento de acuerdo a manual de fabricante	Consecuencias: 2.2.2.1, 22.4.1.1		B	DISEÑO					ETAPA DISOLUCIÓN
2. Evaluar la factibilidad de ser incluida la detección de ácido nítrico dentro de un sistema de detección de fugas	Consecuencias: 2.2.2.1		B	SF&G					ETAPA DISOLUCIÓN
3. Definir punto de ajuste por alto nivel LSAH1.27.1 con respecto al máximo nivel operativo y no con respecto al máximo nivel del tanque TK1.27	Consecuencias: 2.1.1.1		B	SCBP					ETAPA DISOLUCIÓN
4. Definir punto de ajuste por bajo nivel con respecto al mínimo nivel operativo del tanque TK1.27	Consecuencias: 2.2.1.2		B	SCBP					ETAPA DISOLUCIÓN
5. Independizar la descarga del agua oxigenada para que no sea canalizada a las cámaras de efluentes	Consecuencias: 3.1.1.2		C	DISEÑO					ETAPA DISOLUCIÓN
6. Generar una instrucción de trabajo para	Consecuencias: 3.1.1.1		C	DISEÑO					ETAPA DISOLUCIÓN

# ■ Planta de Conversión Formosa:

## **Etapas Disolución.**

Se identificaron 60 puntos de mejora (recomendaciones):

- Recomendaciones para riesgos Tipo A: 9
- Recomendaciones para riesgos Tipo B: 41
- Recomendaciones para riesgos Tipo C: 9



# Planta de Conversión Formosa:

Las 60 recomendaciones están subdivididas de acuerdo al tipo de capa de protección asociada:

- Recomendaciones del Diseño del Proceso: 24
- Recomendaciones del Sistema de Control Básico del Proceso: 22
- Recomendaciones de Alarmas Críticas con Respuesta del Operador: 2
- Recomendaciones de Funciones Instrumentadas de Seguridad (FIS): 6
- Recomendaciones de Protecciones Mecánicas: 4
- Recomendaciones de Sistemas de Detección de Gas y Fuego: 1
- Recomendaciones de Capas Pasivas: 0
- Recomendaciones de Planes de Respuesta de Emergencia: 0

# Planta de Conversión Formosa:

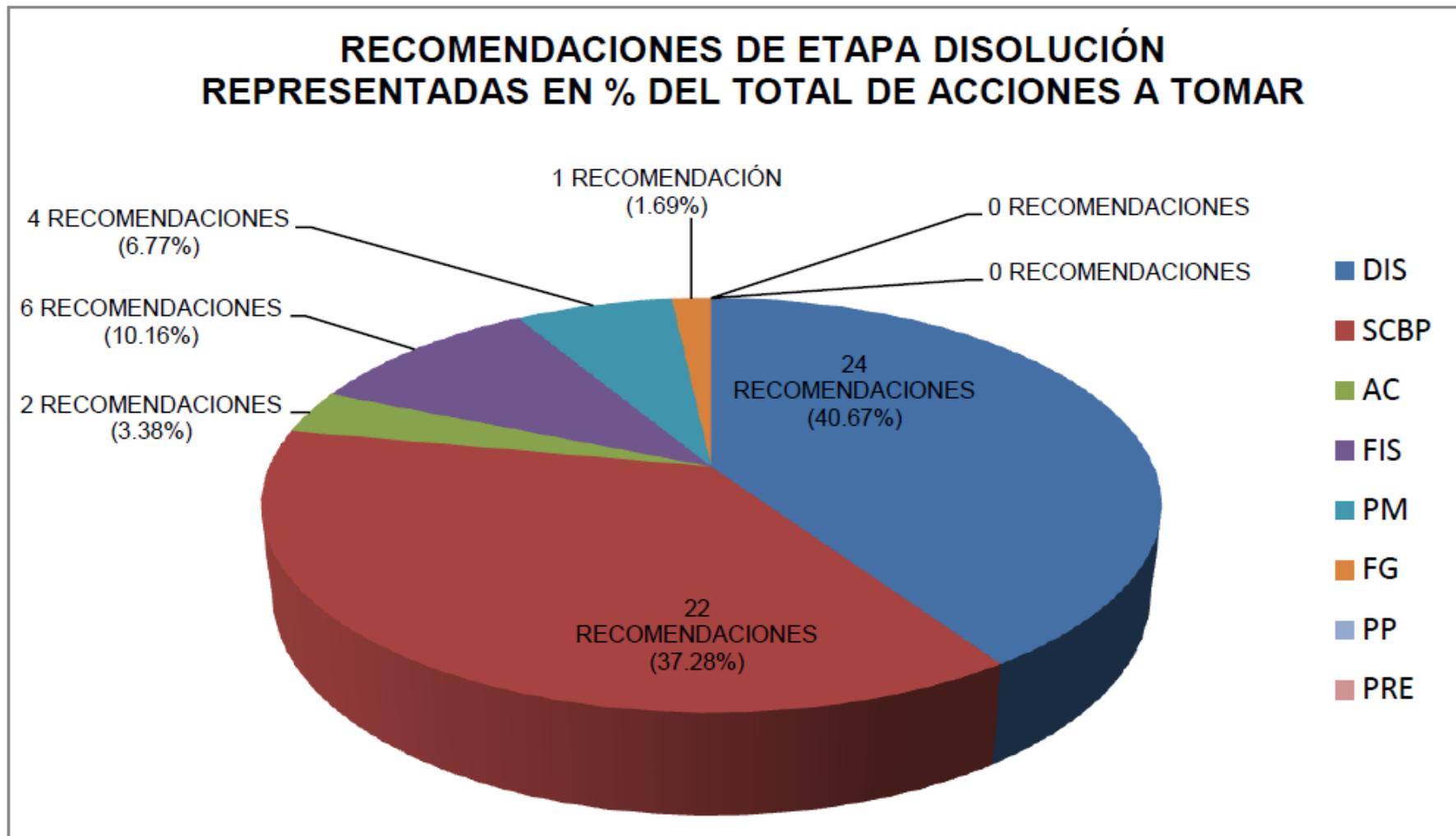


Figura 11.1 Recomendaciones de Etapa Disolución.

# Planta de Conversión Formosa:

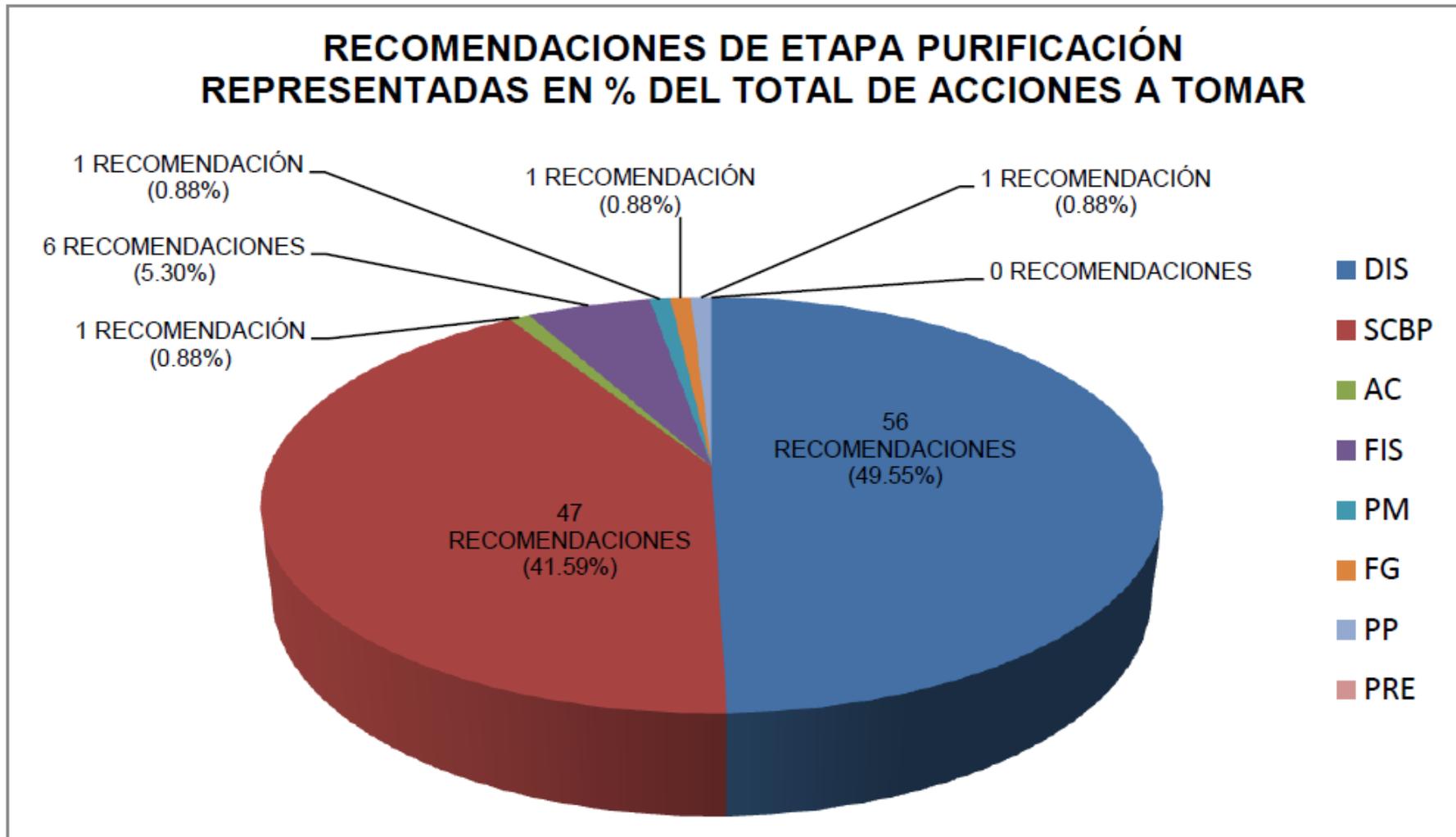


Figura 11.2 Recomendaciones de Etapa Purificación.

# || Criterio de análisis de consecuencias:

- a) Radios potenciales de afectación**
- b) Modelos de Radiación**
- c) Consecuencias por radiación**
- d) Modelos de Sobrepresión**
- e) Consecuencias por ondas de sobrepresión**
- f) Modelos de Toxicidad**
- g) Determinación de los orificios equivalentes de fuga**
- h) Determinación de tiempos de duración de las fugas**



# Criterio de análisis de consecuencias:

No. DE CASO	TIPO DE ESCENARIO	UBICACIÓN
Escenario 1	Fuga de Peróxido de Hidrógeno al 60% en línea de proceso de 1.5"Ø, en Tanque Vertical de Almacenamiento de Peróxido de Hidrógeno de 300 L.	Etapa de Disolución
Escenario 2	Fuga de Ácido Nítrico concentrado (70)% en línea de proceso de 1.5"Ø, en Tanque Vertical de Almacenamiento de Ácido Nítrico de 1,600 L.	Etapa de Disolución

*Tabla 10.1 Selección de escenarios de riesgo simulados en la Etapa de Disolución.*

# || Criterio de análisis de consecuencias:

No. DE CASO	TIPO DE ESCENARIO	UBICACIÓN
Escenario 1	Derrame de "Jet A-1" por ruptura total de Celdas de Extracción CE2.12	Etapa de Purificación

*Tabla 10.2 Selección de escenarios de riesgo simulados en la Etapa de Purificación.*

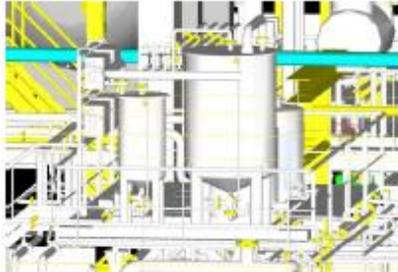


# Escenario 1 DIS

	"ANÁLISIS DE RIESGOS DE PROCESO Y ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS DE LAS ETAPAS DE DISOLUCIÓN Y PURIFICACIÓN DE LA PLANTA DE CONVERSIÓN FORMOSA, ARGENTINA" "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE INTEGRIDAD DE SEGURIDAD (SIL) DE CADA FUNCIÓN INSTRUMENTADA DE SEGURIDAD (SIF) DE LAS ETAPAS DE DISOLUCIÓN Y PURIFICACIÓN DE LA PLANTA DE CONVERSIÓN FORMOSA, ARGENTINA, ACORDE AL HAZOP Y DISEÑO BÁSICO DEL PROCESO"	
	INFORME DEL ANÁLISIS DE RIESGO DEL PROCESO DE LAS ETAPAS DE DISOLUCIÓN Y PURIFICACIÓN DE LA PLANTA DE CONVERSIÓN FORMOSA, ARGENTINA.	

## ETAPA DE DISOLUCIÓN:

Escenario 1.- Fuga de Peróxido de Hidrógeno en línea de proceso de 1.5"Ø, en Tanque Vertical de Almacenamiento de Peróxido de Hidrógeno de 300 L (Etapa de Disolución).

DATOS GENERALES									
Instalación	Planta de Conversión Formosa, Argentina								
Ubicación	Provincia de Formosa, Argentina								
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS PROMEDIO Y TIPO DE ZONA									
Temperatura Ambiente (°C)	Presión Atmosférica (mmHg)	Humedad Relativa (%)		Zona Tipo:					
30	68 mmHg (754 mm Hg)	75.5		Rural:	<b>R</b>	Urbana:	U	Industrial:	I
CONDICIONES METEOROLÓGICAS AL MOMENTO DE LA FUGA DE LA SUSTANCIA PELIGROSA (Estabilidad de Pasquill)									
Peor Caso		Caso más probable			Caso alternativo				
Velocidad del Viento (m/s)	Estabilidad	Velocidad del Viento (m/s)	Estabilidad	Velocidad del Viento (m/s)	Estabilidad				
1.5	F	3	D	5	D				
PARÁMETROS DE EVALUACIÓN									
Inflamabilidad (Nivel de radiación térmica)		Explosividad (Sobrepresión)			Toxicidad (Concentración)				
Zone de Alto Riesgo 5.0 (kW/m <sup>2</sup> )	Zone de Amortiguamiento 1.4 (kW/m <sup>2</sup> )	Zone de Alto Riesgo 1.0 (psi)	Zone de Amortiguamiento 0.5 (psi)	Zone de Alto Riesgo 75 ppm (IDLH)	Zone de Amortiguamiento 1 ppm (TLV)				
PARÁMETROS DE EVALUACIÓN PARA DISEÑO									
Inflamabilidad (Nivel de radiación térmica)		Explosividad (Sobrepresión)			Toxicidad (Concentración)				
Zone de afectación a instalaciones 37.5 (kW/m <sup>2</sup> )	Zone de daño severo a equipos 12.5 (kW/m <sup>2</sup> )	Zone de afectación a instalaciones 14.0 (psi)	Zone de daño severo a equipos 7.0 (psi)	Zone de Alto Riesgo N/A	Zone de Amortiguamiento N/A				
SUSTANCIA PELIGROSA A MODELAR Y CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EN EL QUE SE ENCUENTRA EL RECIPIENTE									
Sustancia	Composición química de la sustancia	Fase	Inventario (kg)	Área de Disolución (m <sup>2</sup> )	Tipo de Superficie				
Peróxido de Hidrógeno (Agua Oxigenada)	Ver HDS ICSC:0164	Líquido	300 L = 0.3 m <sup>3</sup>	altura = 11.80 m ancho = 19.93 m largo = 20.25 m	Tierra seca	Tierra húmeda	Concreto	X	
DATOS DEL RECIPIENTE Y CARACTERÍSTICAS DE LA FUGA				DIAGRAMA					
Tipo de recipiente	Tanque Vertical (Etapa de Disolución)								
Temperatura operación (°C)	30°C (Temperatura Ambiente)								
Presión de operación (psi)	Presión Atmosférica								
Altura Nidráulica (m)	1.64 m								
Diámetro equivalente Fuga / Rotura (in)	1.5 in								
Dirección de la fuga	N/A								
Elevación de la fuga (m)	0.15 m								
Tiempo de Fuga (s)	30 min – 75 ppm 1 hora – 1 ppm								
Distancia a posibles fuentes de ignición (m)	N/A								
									
DISTANCIAS DE INTERÉS PARA LA MODELACIÓN									
Distancia de interés <u>50</u> m			Distancia de interés <u>100</u> m			Distancia de interés <u>1,000</u> m			
Área del Edificio de la Planta			Área del Edificio y Área del terreno dentro de la Planta			Vegetación y Carreteras de Acceso a la Planta			
MCG-SEP-FD-029 Rev. 0									

ELABORADO PARA: 	PLANTA	No. DE CONTRATO	FECHA:	No. DE DOCUMENTO	PÁGINA
	PLANTA DE CONVERSIÓN FORMOSA, ARGENTINA	ORDEN DE COMPRA 0001-00001671	OCTUBRE 2017	ARP-DIOX-R-001	83 DE 76

# Escenario 1 DIS

**Escenario 1.-** Fuga de Peróxido de Hidrógeno en línea de proceso de 1.5"Ø, en Tanque Vertical de Almacenamiento de Peróxido de Hidrógeno de 300 L (Etapa de Disolución).

Tabla de Resultados de Toxicidad - Estabilidad Atmosférica 1.5 / F		
Nivel de toxicidad	Distancia de afectación (m)	Interpretación
1 ppm	1,703.04	Las regulaciones de la OSHA (Occupational Safety and Health Administration - Administración para la Seguridad y Salud Ocupacionales de los EEUU) indican que un tiempo de peso promedio (TWA – Time-weighted average) de 1 ppm (1.4 mg/m <sup>3</sup> ) es el límite de exposición permisible a los vapores de peróxido de hidrógeno. El personal afectado por los vapores de peróxido de hidrógeno debe ser llevado inmediatamente al aire libre.
75 ppm	67.26	Inmediatamente peligroso para la vida y la salud. Las atmósferas IDLH son Concentraciones máximas de una sustancia peligrosa expresada en ppm o en mg/m <sup>3</sup> la cual representa una amenaza, porque puede causar la muerte o efectos adversos, permanente inmediatos o de manifestación diferida, o porque impide escapar de tal ambiente. La exposición a 75 ppm constituye un peligro inmediato para la vida y la salud.



# LECCIONES APRENDIDAS

## Lecciones aprendidas:

- a) Ventajas de la utilización de estándares (ingenieros de 3 países diferentes Argentina, México y Alemania)
- b) Implementación de una “Filosofía de la Seguridad”
- c) Respaldo documental
- d) Desarrollo de capacidades locales (Siemens, Autex, Dioxitek).



