

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Posgrado y Educación Continua



Trabajo Final

**“SEGURIDAD PARA PREVENIR, PROTEGER, MITIGAR Y CONTROLAR
LAS EXPLOSIONES DE POLVO DE CEREAL EN PLANTAS
AGROINDUSTRIALES”**

Ing. Melina Ramos

Director: Ing. Gerardo Lleset
Co-Director: Esp. Ing. Claudio Bersano

Especialización en Higiene y Seguridad en el Trabajo

INDICE

INTRODUCCIÓN	4
2. FUNDAMENTACIÓN	4
3. MARCO TEORICO	15
Polvo	16
Atmósfera Explosiva	16
Explosión de Polvo	16
Combustión Espontánea y Explosión de Polvo	17
Elementos de una explosión de polvo.....	18
Efecto de las explosiones	19
Características de Combustión	19
Fuente de Ignición	20
Concentraciones de Polvos peligrosas	21
Concentración mínima de explosión	21
Temperatura mínima de ignición a nube (TIN).....	21
Temperatura mínima de ignición en capa (TIC)	21
Energía mínima de ignición (EMI).....	22
Concentración máxima de oxígeno permitida para prevenir la ignición	22
Presión máxima de explosión	22
Gradiente máximo de presión	22
4. MARCO NORMATIVO	24
5. METODOLOGÍA:	27
6. CASO DE ESTUDIO	32
7. PROTOCOLO DE EVALUACIÓN PARA CONDICIONES DE SEGURIDAD EN PLANTAS CEREALERAS	37
a. Directiva 1999/92/CE. Disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas.	37
b. NFPA 61 – Standard for the Prevention of Fires and Dust Explosions in Agricultural and Food Products Facilities 1999 Edition.....	38
c. Ley 19587 – Decreto 351/79, Capítulo 14 - Instalaciones Eléctricas	44
d. NFPA 70 “Código Eléctrico Nacional”.....	46
e. NORMA IRAM 3675-1: 1996 “Sistemas de protección contra explosiones”.....	46
f. Mediciones de Puesta a Tierra.....	47
g. Clasificación de las áreas.....	52
h. Creación de un Procedimiento Gral. Para minimizar el Riesgo de explosión de polvo.....	65
i. Identificación de Tareas Críticas	66

j.	Capacitación	69
k.	Inspecciones Planeadas	70
l.	Frecuencia de Limpieza_ Registros	75
m.	Monitoreo Ambientales y Ambiente laboral	77
n.	Plan de emergencia	79
o.	Controles de Ingeniería	79
p.	Mantenimiento Planeado.....	84
q.	Permisos de Trabajo en Caliente y Espacio Confinado	87
r.	Sensores permanentes de control de particulado y temperatura.....	91
s.	Herramientas Antichispas	91
t.	Elementos de Protección Personal	91
u.	Cartelería, y Alarmas	92
8.	VALIDACIÓN DE PROTOCOLO DE EVALUACIÓN PARA CONDICIONES DE SEGURIDAD EN PLANTAS CEREALERAS.....	93
8.1	Verificación de las instalaciones de seguridad	93
8.2	Verificación de aplicación de normativas internacionales y nacionales.	96
9.	PROPUESTA DE MEJORAS.....	120
9.1	Propuestas técnicas de protección contra explosiones.	120
9.2	Procedimiento Gral. para evitar explosiones de Polvo	126
10.	DISCUSIÓN	133
11.	CONCLUSIONES	135
12.	REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS.....	138
13.	ANEXO	142
1.1.2	INTRODUCCIÓN AL RIESGO INDUSTRIAL.....	142
1.1.3	Riesgo – Definición y tipos.....	142
1.1.4	Manipulación de sólidos. Principales eventos.....	144
1.1.5	Análisis de causas.....	146
1.1.6	Elementos funcionales de la identificación de peligros asociados al transporte, almacenamiento y operación de material sólido.	146
1.1.7	Estructura general del análisis	148
1.1.8	Metodología de trabajo	148
1.1.9	Establecimiento de frecuencias de fallas. Cuantificación de fallas.....	151

2. FUNDAMENTACIÓN

Los productos almacenados en silos agrícolas habitualmente generan polvo, el cual en determinadas condiciones puede ser causa de explosión.

En el caso de que ésta se produzca, los accidentes suelen ser extremadamente graves, con grandes pérdidas materiales y de vidas humanas.

Si bien las explosiones producidas en ambientes con polvo combustible se presentan de forma muy ocasional las eventuales consecuencias de las mismas hace que sea necesaria una adecuada gestión del riesgo de manera para que se mantenga controlado. (Fundación Mapfre, 2007)

Sin embargo, actualmente es un fenómeno poco conocido y con un desarrollo normativo insuficiente, a nivel nacional no hay legislación específica sobre el tema. Los capítulos del Decreto 351 reglamentario de la Ley N° 19.587, y de los Decretos o Resoluciones subsiguientes no abordan el tema directamente, sin embargo existen Directivas de la UE (Unión Europea) y Normativas asociadas a la NFPA específicas sobre explosión de Polvo, de igual manera la Asociación Electrotécnica Argentina, basa sus Normas en el IEC (International Electrotechnical Commission), siendo lo más parecido a una Norma específica para Polvo.

En Estados Unidos se han producido, en el período 1987-1997, una media de 13 explosiones al año, con un balance de 18 muertos, más de 115 heridos y 77 millones de dólares de pérdidas. (W. Schoeff,1995)

Las explosiones e incendios son más habituales de lo que se cree en los lugares donde se almacenan granos. La razón es simple: si el polvo que producen cereales y oleaginosas entra en contacto con el aire y con un foco ígneo, hay muchas probabilidades de que estalle. En Rosario y la región, donde abundan los puertos cerealeros y los silos para almacenar granos, hay muchos antecedentes trágicos. Solo en Rosario, entre los años 1984 y 2015, se sucedieron 6 accidentes mayores con 22 muertos y más de 30 heridos de gravedad. (Diario la Capital, nota de jueves 28 de diciembre de 2017)

En Argentina, contando un período desde 1977 a 2002, la cifra de accidentes asciende a 8 dejando un saldo de 46 muertes (BOTTA- 2013)

Teniendo en cuenta los antecedentes que existen sobre datos de explosiones a nivel mundial y nacional, las Gerencias Generales, de Producción y de Seguridad de las plantas deberían empezar a considerar de gran importancia la realización de estudios sobre el tema ya que una posible explosión en las terminales, podría significar una catástrofe para la empresa debido a las posibles pérdidas humanas, las pérdidas millonarias que implicaría en daños materiales, pérdidas de producción e imagen pública a nivel mundial.

Las compañías hoy no tienen fácil acceso a una guía metodológica estándar para incorporar con un enfoque de aplicación práctica e inmediata y que a su vez posea bajo costo en su implementación en comparación del alto beneficio que pueda obtenerse.

Se destaca la importancia de la realización de un chequeo sistemático que verifique el cumplimiento o no de las normativas y legislación vigente en las instalaciones de plantas cerealeras. como así también la definición de políticas generales en materia de Higiene y Seguridad Industrial, para su incorporación antes de la realización de nuevos proyectos de diseños y construcciones, de esta manera se logra crear un ámbito de posibles acciones correctivas y estandarizaciones.

Se incluyeron datos históricos de accidentes y de las causas principales asociadas a las explosiones de polvo que tuvieron lugar en plantas de ese tipo, buscando comparar y sacar estadísticas que ayuden a estandarizar un conjunto de buenas prácticas para todas las Plantas que lleven adelante esta actividad. De manera que podemos tomar a esta investigación como un estudio instrumental de casos.

Estudios de casos

Los siniestros ocurridos en el pasado han demostrado que las explosiones de polvo pueden llegar a ser tremendamente violentas, causando muchas víctimas y arrasando totalmente instalaciones de todo tipo (minas, silos para almacenar granos, fábricas de harina o azúcar, almacenes de forraje, etc.). (INTI, 1997)

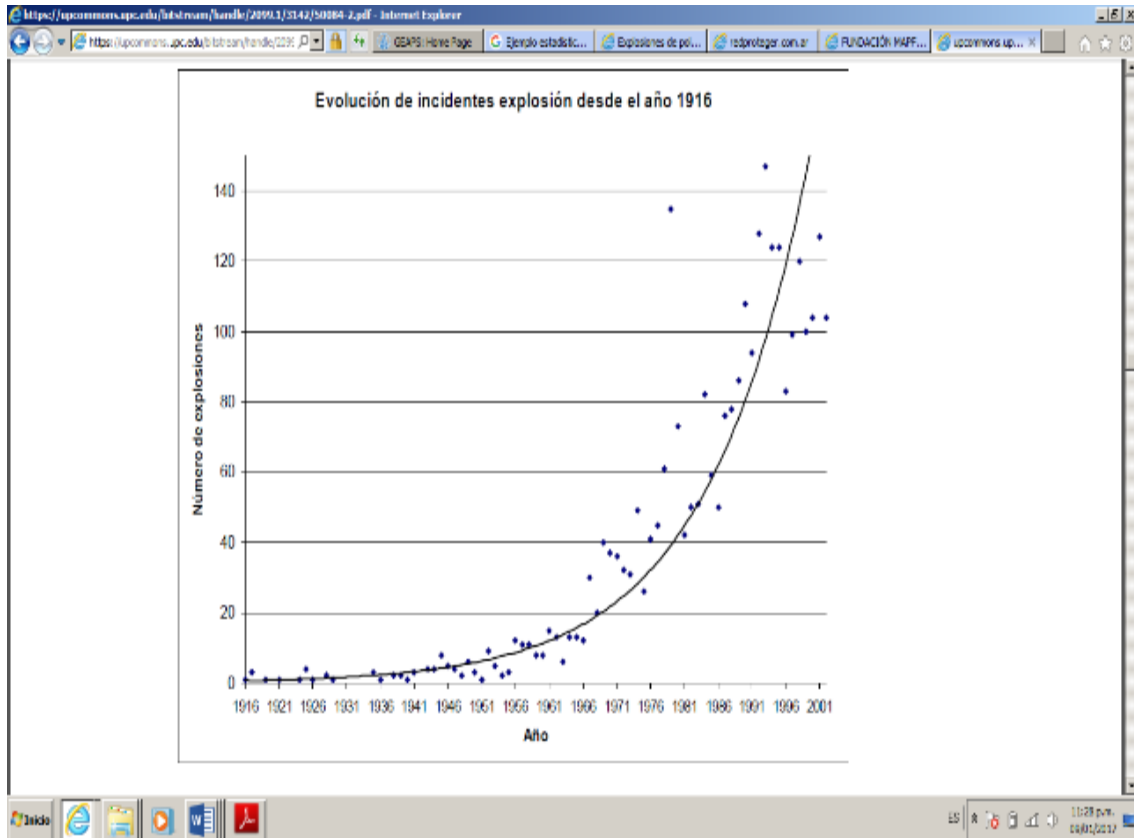


FIGURA 01. Base de datos: MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service)

En la figura 01 se puede observar un importante aumento del número de incidentes registrados a nivel mundial con el paso de los años. Esto se debe, principalmente, a dos factores: por un lado al incremento de la actividad industrial en todo el mundo y por el otro a que empezamos a tener un mayor registro y acceso a la información de incidentes ocurridos.

En las siguientes tablas podemos en ambos estudios realizados ver la tendencia más común donde se producen explosiones y de fuentes de ignición que detonan las mismas. Esto nos ejemplifica una suerte de Pareto para saber dónde atacar primero para reducir en gran medida las explosiones.

En la tabla 01 podemos observar la localización más probable de una explosión primaria, dichos datos surgen de explosiones ocurridas entre 1958 y 1978.

LOCALIZACIÓN	Nro. De Instalaciones	Porcentaje de Instalaciones
Desconocida	107	42,8
Elevador de cangilones	58	23,2
Molino de mazas, de rodillo o de otro tipo	17	6,8
Depósito o contenedores	13	5,2
Cuarto de control	9	3,6
Molino de pienso	8	3,2
Cimientos	4	1,6
Equipo de proceso	3	1,2
Colector de polvo	3	1,2
Túnel	2	0,8
Cabezas de distribución	2	0,8
Ascensor o montacargas	2	0,8
Secador	2	0,8
Externa o adyacente a la instalación	2	0,8
Colector de palets	2	0,8
Cinta transportadora	2	0,8
Tolva de recepción	2	0,8
Otro equipo de manipulación	2	0,8
Planta de procesado	1	0,4
Bajante	1	0,4
Cuarto de ensayo	1	0,4
Cuarto de alimentación	1	0,4
Muestreador	1	0,4
Almacén	1	0,4
Caldera o molino de pienso	1	0,4
Interrupción eléctrica	1	0,4
Transportador de tornillo	1	0,4
Cuadro eléctrico	1	0,4
Tamaño de la muestra	250	100

Tabla 01- Base de datos: RED PROTEGER. Derechos Reservados. – Edición junio 2002

En la tabla 02 y estudiando el mismo periodo de años que la tabla anterior, podemos observar lo que el relevo de casos arroja en cuanto a las probables fuentes de ignición.

Ing. Ramos, Melina
 “SEGURIDAD PARA PREVENIR, PROTEGER, MITIGAR Y CONTROLAR LAS EXPLOSIONES DE POLVO
 DE CEREAL EN PLANTAS AGROINDUSTRIALES”

FUENTE	Nro. De Instalaciones	Porcentaje de Instalaciones
Desconocida	103	41,2
Soldadura	43	17,2
Avería eléctrica	10	4
Trozos de metal desprendidos	10	4
Fuego distinto de soldadura o corte	10	4
Objetos extraños sin identificar	9	3,6
Rozamiento en un transportador	8	3,2
Recalentamiento de rodamientos	7	2,8
Otras chispas	7	2,8
Chisas por rozamiento	7	2,8
Rayos	6	2,4
Alargaderas en los transportadores	4	1,6
Motores averiados	4	1,6
Electricidad estática	3	1,2
Fuego por rozamiento de una correa que patina en el transportador	3	1,2
Vapor inflamable	3	1,2
Rescaldos de granos	2	0,8
Material de fumador	2	0,8
Electrodos	1	0,4
Productos químicos volátiles de procesos de soja	1	0,4
Fuego en un montón de mazorcas externo	1	0,4
Sistema de calentamiento	1	0,4
Gas en contenedor	1	0,4
Extinción de fuego	1	0,4
Fuga en una tubería de gas	1	0,4
Explosión en el cuadro eléctrico	1	0,4
Correa que patina en una cinta transportadora	1	0,4
Total de la muestra	250	100

Tabla 02- Base de datos: RED PROTEGER. Derechos Reservados. – Edición junio 2002

Al observar ambas tablas se puede observar algo que se repite en ambos relevos: el mayor porcentaje de instalaciones que tuvieron explosiones desconoce tanto la localización como la fuente de la misma, esto nos da un indicio sobre la importancia de trabajar en una gestión que involucre a todo el proceso si lo que se busca es reducir la probabilidad de ocurrencia de las explosiones.

A continuación, se presentan antecedentes de hechos ocurridos en distintas partes del mundo.

En la tabla 03 se puede observar datos Internacionales sobre explosiones en instalaciones cerealeras en Estados Unidos, según esta base datos entre 1977 y 1990, ocurrieron por lo menos 269 explosiones dejando un saldo de 129 muertos.

Resumen de las explosiones en instalaciones cerealeras en los Estados Unidos			
Año	Nº de explosiones	Nº de muertos	Nº de heridos
1977	20	65	84
1978	19	8	36
1979	19	2	18
1980	44	10	47
1981	21	13	62
1982	14	6	34
1983	13	0	14
1984	21	9	30
1985	22	4	20
1986	21	2	14
1987	15	0	18
1988	12	8	10
1989	13	2	7
1990	15	0	7

Fuente: Robert W.Schoeff, Dept. of Grain Science and industry,
Kansas State University en colaboracion, con Raiph Regan FGIS-USDA

Tabla 03 (Max R. Spencer, 1993)

Otra base de datos que se visualiza en la tabla 04 muestra en forma concreta los resultados finales de dichos accidentes en relación a la cantidad de personas muertas debido a explosiones de polvo de diferentes materiales.

Año	Lugar	Industria	Muertos
1977	Lousiana (Estados Unidos)	Silo de grano	36
1977	Texas (Estados Unidos)	Silo de grano	18
1979	Lérida (España)	Silo de grano	10
1979	Bremen (Alemania)	Silo de grano	14
1980	Missouri (Estados Unidos)	Silo de grano	1
1981	Texas (Estados Unidos)	Silo de grano	9
1982	Tienen (Bélgica)	Azucarera	4
1982	Metz (Francia)	Silo de grano	12
1984	Pozoblanco (España)	silo de pienso	0
1985	Bahía Blanca (Argentina)	silo de grano	9
1993	Nogales (España)	silo de pienso	1
1993	Fuentepelayo (España)	silo de pienso	1
1997	Blaye (Francia)	silo de grano	13
1998	Kansas (Estados Unidos)	silo de grano	7

Tabla 04- Fuente: Laboratorio Oficial J.M. Madariaga. Revista MAPFRE Seguridad N° 82

Según CSB (Chemical Safety Board) (2006) durante el período 1980-2005, se registraron en EEUU: 281 explosiones, 119 muertos y 718 heridos.

Periodo 1998-2004 N° de explosiones 63 - Muertos 12 - Heridos 81
Fuente OSHA (Administración de Salud y Seguridad Ocupacional - EEUU) y la Universidad de Kansas.

Siniestros en plantas de embarque de granos (Leza, Escriña & Asociados S.A., 2014):

Los mayores siniestros se sitúan en el acondicionamiento y transporte de granos. Los elevadores portuarios tienen capacidad para mover más de 2000 tn/h y cualquier falla provoca importantes nubes de polvo con ondas de presión que causan importantes daños (Leza, Escriña & Asociados S.A., 2014):

- En octubre de 2001 una importante explosión causó 3 muertos en la planta de A.C. Toepfer en Puerto San Martín (Santa Fe – Argentina).
- Un mes después, un desastre similar destruyó la terminal de Louis Dreyfus (Coimbra – Brasil).

- En Abril de 2002, explotó la terminal de ACA (Asociación de Cooperativas Argentinas) en San Lorenzo (Santa Fe – Argentina), que causó tres fallecidos.
- Otros siniestros de menor cuantía se produjeron en la planta de Productos Sudamericanos, en Punta Alvear (Santa Fé- Argentina) en Agosto de 2000, en la terminal de Louis Dreifus en General Lagos (Santa Fé- Argentina).
- La explosión más gravé ocurrió en el año 1985 en los silos de la Junta Nacional de Granos en Bahía Blanca (1985), tragedia en la cual murieron 22 personas. Primero, ocurrió una pequeña explosión y un principio de incendio. Segundos después, una serie de estallidos en cadena, cada vez más fuertes destruyó la totalidad de la instalación

Siniestros en plantas de producción (Leza, Escriña & Asociados S.A., 2014):

Entre las industrias alimenticias que pueden sufrir explosiones se sitúan las plantas de café, cacao, azúcar, molinos de trigo y plantas de almidón de maíz. Siendo el almidón el producto que sufre explosiones con mayor frecuencia, y la zona de envasado la más riesgosa (Leza, Escriña & Asociados S.A., 2014):

- Las explosiones de azúcar son infrecuentes, sin embargo, la investigación de la planta Imperial Sugar, indicó que la explosión comenzó en un elevador de cangilones y se propagó luego mediante explosiones secundarias. También se demostró que en algunos sitios la acumulación de azúcar alcanzaba 20 centímetros.
- En menor medida, los molinos de trigo también están expuestos a riesgos de explosión de polvos. La explosión ocurrida en al Molino Argentino en 1995 en la ciudad de Buenos Aires (Argentina), que provocó la muerte de 3 personas.
- En 2015 en el partido de Ramallo (Buenos Aires), en la Cooperativa de la Asociación de Cooperativas Argentinas (ACA), la explosión de un silo que acopiaba maíz sepulto a un trabajador.

Estas cifras demuestran la seriedad de un evento de fuego o explosión en aquellas áreas donde hay presencia de polvos combustibles.

Explosión en silo en Paranaguá-Brasil (Instituto Tecnológico del Fuego, 2008).



La explosión de uno de los mayores almacenes de cereales en Paranaguá-Brasil (figura 04), paralizó el corredor de exportaciones del puerto el día 16 de noviembre de 2001.

El almacén pertenece a la exportadora Comercio e Industria Brasileña (Coimbra) y queda en el corredor de exportación del Puerto de Paranaguá. Al momento de la explosión,

cinco mil toneladas de maíz estaban siendo descargadas.

La explosión ocurrió alrededor del mediodía, lo que evitó una tragedia, pues muchos funcionarios de la CBL Coimbra, donde ella ocurrió, y de otras empresas, se encontraban almorzando. La explosión lanzó vagones de trenes sobre otros almacenes. Dieciocho personas resultaron heridas, dos de ellas de gravedad. Los heridos en la explosión fueron derivados al Hospital de la Santa Casa de Paranaguá. Los daños materiales de la explosión dejaron una pérdida total del silo, con más de 10 mil metros cuadrados. El accidente, afectó las seis esteras de transporte de granos (de alas aéreas) que abastecen los nueve almacenes de granos del puerto.

Datos Nacionales sobre explosiones en cerealeras (INTI, 2002)

- Octubre 2001, explosión en la terminal Toepfer en Puerto San Martín, Santa Fe, dejando como resultado 3 muertos y 7 heridos (figura 02 y 03)
- Abril 2002, explosión terminal ACA San Lorenzo, Santa Fe, dejando como resultado 3 muertos y 19 heridos, además de una destrucción total de las instalaciones (figura 04)
- Otras explosiones en Argentina con datos menores incluyen la terminal de Productos Sudamericanos en Punta Alvear en Agosto de 2002 y una explosión en el molino harinero Molino Argentino en Buenos Aires.

- Una de las más grandes fue en 1990, la explosión de la terminal Genaro García en el puerto de Rosario dando como resultado 10 muertos y varios heridos.
- La peor explosión ocurrió en 1985 en los silos de la Junta Nacional de granos en Bahía Blanca, donde murieron 22 personas y más de 10 resultaron heridos.



Figura 02

TOEPFER – PTO. SAN MARTIN

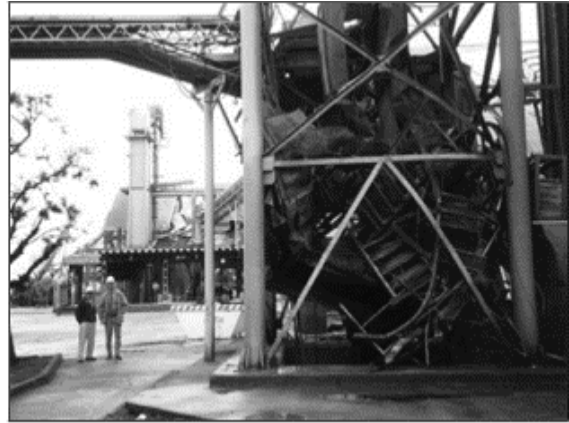


Figura 03



Figura 04_PUERTO ACA – SAN LORENZO

- El último siniestro reportado dentro de Argentina, diciembre de 2017, se sitúa en el Cordón industrial de Santa Fe. Una explosión en el área de carga y descarga de la compañía de capitales chino Cofco International, que opera las instalaciones de la ex planta cerealera de Nidera en la localidad de Puerto General San Martín, dejó un muerto y ocho heridos que fueron trasladados y atendidos en el hospital

Según fuentes de Prefectura Naval, **la explosión y el incendio se habrían originado en la zona de descarga de camiones debido al polvo del cereal en suspensión** que se acumuló durante los últimos días.



Figura 05. Explosión planta Cofco- Fuente: anónima

Luego de la explosión, que tuvo lugar cerca de las 13 de este miércoles, se generó **un incendio** que impidió el acceso de los empleados al lugar donde ocurrió el siniestro. Después hubo varias explosiones más, pero se desconoce el daño que causaron.

3. MARCO TEORICO

Los líquidos y gases inflamables se han asociado tradicionalmente al peligro de explosión, y aunque el riesgo de incendios y explosiones en el manejo de diferentes tipos de polvo es menos intuitivo, es admitido y combatido desde los primeros años del siglo pasado. Desde entonces, y a raíz de diferentes siniestros ocurridos, se le ha ido concediendo más importancia al problema. (Vázquez Viñuela, 2002)

En la actualidad, en el diseño de naves industriales, silos, y almacenes pulverulentos se tienen en cuenta requisitos técnicos, tales como situación, dimensionamiento, ventilación, comunicación entre plantas, etc., fruto muchas veces de la experiencia, pero que, desgraciadamente no han impedido que hayan ocurrido y ocurran grandes desastres debido a que, simultáneamente, se pueden alcanzar valores de temperatura, concentración de polvo, presencia de una fuente de ignición, etc., que permiten que la combustión se haga lo suficientemente rápida para convertirse en una explosión. (Vázquez Viñuela, 2002)

Cuando hablamos de explosiones de polvo resulta sorprendente pensar que sustancias tan comunes como la harina o el aluminio en escamas puedan dar lugar a explosiones de consecuencias desastrosas. Sin embargo, es un hecho demostrado el que materiales combustibles reducidos al tamaño de polvo puedan sufrir una combustión tan rápida que sirva para generar una onda de presión y un frente de llama capaces de destruir a su paso diferentes instalaciones o partes de ellas. (Vázquez Viñuela, 2002)

Las explosiones de polvo pueden ocurrir en cualquier proceso en el que se manejen polvos, ejemplos de estos procesos serían moliendas, secado, transporte, almacenamiento, etc. siendo de gran importancia que estos procesos estén identificados e incluidos en los controles y/o inspecciones como así también en el planteo de medidas correctivas y preventivas. (Vázquez Viñuela, 2002)

A continuación, se presentarán definiciones claves que nos ayudarán a abordar con mayor facilidad el tema bajo estudio y entender un poco más de que se trata este fenómeno

Polvo

El término "polvo" hace referencia a las materias sólidas divididas en partículas de diámetro inferior a 0,5 mm. En unos casos, el polvo es fabricado intencionadamente para una aplicación concreta (por ejemplo, las harinas, el cemento, etc.) pero en otros, el polvo se presenta de forma indeseada, tal es el caso del polvo que se produce durante el transporte de materiales sueltos con partículas gruesas (por ejemplo, cereales). (Tenuta, 2011)

Otro caso de polvo indeseado es el que se produce durante el tratamiento o transformación de materiales sólidos con partículas gruesas (aserrín de madera, polvo de amolado, etc.). (Tenuta, 2011)

Hay que prestar igualmente una especial atención a las pequeñas cantidades de polvo presentes en los materiales más gruesos (Tenuta, 2011)

Atmósfera Explosiva

Según opinión de Pascual Liziana (2003): “Se define atmósfera explosiva como la mezcla con el aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en las que, tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada” (p. 8).

Explosión de Polvo

En el manejo de cereales granulados y materiales pulverulentos los dos problemas más importantes que se nos presentan son: el incendio y la explosión. (Botta, 2002)

La diferencia entre ambos radica principalmente en que el incendio se origina cuando una capa de polvo entra en ignición, en cambio en la explosión lo que entra en ignición es una nube de polvo, y al contrario que en el incendio, va acompañada de un rápido aumento de presión y una gran liberación de calor.

Combustión Espontánea y Explosión de Polvo

Combustión espontánea: Como consecuencia de la potenciación del contacto combustible comburente, el fenómeno de oxidación se desarrolla con mayor intensidad y, puesto que el fenómeno es siempre exotérmico, la liberación del calor se incrementa. Si, además de una alta tasa de generación de calor por oxidación, el entorno inmediato reúne las suficientes condiciones de aislamiento térmico, se dan, entonces, los condicionantes necesarios para que se genere una combustión espontánea. Las causas de toda combustión espontánea son, principalmente, dos: disponibilidad de aire (comburente) en íntimo contacto con el combustible, circunstancia que se alcanza cuando el producto está notablemente disgregado, y balance térmico del conjunto o relación entre calor generado y calor liberado. (Botta, 2002)

Explosión de polvos: La rápida combustión de una nube de polvo suspendido en una masa de gas (aire), generalmente con velocidad subsónica, es decir, una deflagración, da lugar a un importante volumen de gases, lo que genera un incremento de la presión, como consecuencia de su expansión brusca e incontrolada, cuyo resultado es una explosión. (Botta, 2002)

Una explosión de polvo es el resultado de la combustión extremadamente rápida de partículas combustibles puestas en suspensión, con capacidad para propagarse a través de esa mezcla de aire y partículas. Sus efectos son mecánicos (aumento de presión), térmicos (aumento de temperatura) y de producción de humos asfixiantes (consumo de oxígeno). Generalmente, en primer lugar, se produce una explosión primaria, generada por una pequeña nube de polvo, la cual provoca ondas de presión que aumentan la turbulencia del ambiente. Esto favorece que el polvo, habitualmente depositado en ciertas zonas de estas instalaciones, pase a la atmósfera en forma de suspensión, produciéndose una segunda explosión, llamada explosión secundaria, que

genera a su vez explosiones en cadena, liberando gran cantidad de energía y causando daños catastróficos. (Parente, 2015)

En la Figura 6 se muestra el mecanismo de la explosión secundaria

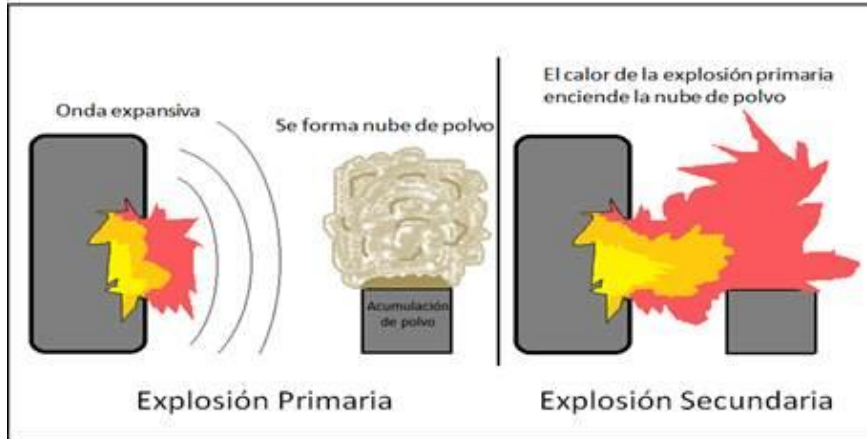


Figura 6. Mecanismo de las Explosión Secundaria - Papers Congreso- Prevención Integral- UTN-ORP

Elementos de una explosión de polvo

Los elementos necesarios para que se genere el fuego, conocido también como "triángulo de fuego", son los siguientes:

1. Polvo combustible (combustible);
2. Fuente de ignición (calor); y,
3. Oxígeno en el aire (oxidante).

Además, a los elementos antes mencionados, podemos sumarle los siguientes elementos necesarios para que exista una explosión de polvo combustible:

4. Dispersión de partículas de polvo en suficiente cantidad y concentración; y,
5. Confinamiento de la nube de polvo.

(OSHA, 2014)

La adición de estos dos elementos al triángulo de fuego crea lo que se conoce como el "pentágono de explosión" (ver Figura 7).



Figura 07- Pentágono de fuego y explosión de polvo. Papers Congreso- Prevención Integral- UTN-ORP

Efecto de las explosiones

Una explosión de polvo es acompañada por un súbito aumento de la presión, debido en gran parte a la rápida formación de importantes volúmenes de gases. Generalmente cuando la ignición de un polvo tiene lugar, se produce una reacción primaria poco poderosa que determina la aparición de nuevas nubes de polvo que posteriormente propician la concurrencia de otras explosiones, cada una de ellas de mayor magnitud respecto de la anterior. (Botta, 2002)

Estas nubes son producto de las masas de polvo depositadas que al ser desplazadas por efecto reactivo (onda expansiva) suspenden en el ambiente nuevos volúmenes de partículas que vuelven a explotar, provocando con ello una serie de cadenas o explosiones que se van produciendo no solo en distintos ambientes y plantas del edificio, sino que además, pueden desplazarse hacia el exterior del local, dando así origen a incendios simultáneos de menor o mayor magnitud, conforme a los elementos combustibles involucrados. (Madariaga, 2002)

Características de Combustión

Se deben determinar las características de la mezcla de la sustancia inflamable con el aire ya que esto influirá decididamente sobre el riesgo de poder producir una explosión. Son datos a tener en cuenta, por ejemplo:

- el punto de ignición;
- los límites de explosividad (LIE, LSE);
- la concentración límite en oxígeno (CLO).

(Rodríguez Galbarro - Tutorial nº 247)

Fuente de Ignición

Según opinión de Pascual Liziana (2003): “La reacción de un producto al explotar es siempre una reacción de oxidación. Para que se inicien estas reacciones se necesita una energía mínima de activación, para que se produzca la inflamación y para que la combustión se propague a la mezcla no quemada, esta energía mínima de activación se conoce como Fuente de Ignición. En muchos casos, no son necesarias energías de activación muy elevadas y, una vez desencadenada la reacción, el calor generado suele ser suficiente para que se automantenga la misma” (p. 16)

De las muchas posibilidades presentes en la práctica industrial, las siguientes fuentes de ignición son las más significativas:

- Superficies calientes
- Fuego, llamas, materiales incandescentes
- Chispas de origen mecánico y/o eléctrico
- Descargas de electricidad estática.

La humedad reviste fundamental importancia. Cuando aumenta también lo hacen la energía mínima necesaria para la ignición y la temperatura de la misma; incrementándose cerca del límite. Por encima del límite de humedad, los polvos en suspensión no arden.

La temperatura de ignición de la mayoría de los polvos varía entre 320-590 °C. La energía mínima de ignición es superior para los polvos con respecto a los gases (vapores combustibles) (Pascual Lizana ,2003)

Concentraciones de Polvos peligrosas

Las concentraciones de polvo peligrosas son aquellas superiores a 20 gramos/m³ de aire. Dichas concentraciones suelen ser frecuentes en el interior de molinos, mezcladores, etc. (Cejalvo Lapeña, 1999)

Concentración mínima de explosión

Según definición de Cejalvo Lapeña (1999): “Es la cantidad mínima de polvo suspendido en un volumen dado para la que se puede producir la ignición y propagación de la llama. Se expresa en unidades de masa por volumen y es el parámetro equivalente al LIE para gases. La Concentración mínima de explosión depende, entre otros factores, del tamaño medio de las partículas, disminuyendo su valor con el tamaño. (p. 3)

Temperatura mínima de ignición a nube (TIN)

Según definición de Cejalvo Lapeña (1999): “Es la temperatura más baja a la cual en una suspensión de polvo en el aire, se produce espontáneamente la ignición y propagación de la llama. Depende fundamentalmente de la turbulencia del polvo, la cual influye sobre el tiempo de contacto con la superficie caliente. Este parámetro está directamente relacionado con el riesgo de incendio y explosión por contacto con superficies calientes de equipos y aparatos eléctricos”. (p. 3)

Temperatura mínima de ignición en capa (TIC)

Según definición de Cejalvo Lapeña (1999): “Es la temperatura mínima de una superficie caliente a la que el polvo depositado sobre ella puede inflamarse. Depende, entre otros factores, del espesor de la capa; una disminución de éste favorece la evacuación de calor, necesitando mayor temperatura de ignición”. (p. 3)

Energía mínima de ignición (EMI)

Según definición de Cejalvo Lapeña (1999): “Es la energía mínima de una chispa, capaz de producir la ignición de un polvo en suspensión en el aire. Su valor se determina mediante chispas eléctricas y varía en función del tipo de polvo y del tamaño de éste”. (p. 3)

Concentración máxima de oxígeno permitida para prevenir la ignición

Según definición de Cejalvo Lapeña (1999): “La concentración normal de Oxígeno en aire es suficiente, aunque algunos polvos explotan a menores concentraciones de O₂. Son más violentas las explosiones, mientras mayor sea esta concentración. Como la reacción de combustión se produce en la superficie de la partícula de polvo, el aumento de presión generado por la combustión depende en gran medida del área de esas partículas dispersas. Para una masa dada de polvo, su superficie total y por consiguiente la violencia de la explosión, aumenta a medida que disminuye el tamaño de las partículas. Cuanto más fino sea el polvo, más violenta es la explosión. En general, se produce riesgo de explosión por concentración de polvos combustibles cuando están formados por partículas de 420 micras de diámetro o menos”. (p. 3)

Presión máxima de explosión

Según definición de Cejalvo Lapeña (1999): “Es la presión máxima alcanzada en el aparato de ensayo correspondiente. Este parámetro define la resistencia requerida para soportar la explosión de un producto determinado”. (p. 3)

Gradiente máximo de presión

Según definición de Cejalvo Lapeña (1999): “Nos define la velocidad de crecimiento de la presión, dándonos una idea, junto con el parámetro anterior, de la gravedad y violencia de la explosión”. (p. 3)

Dado que el eje fundamental de este trabajo de investigación es la Explosión de polvo, se entendió útil situar el problema dentro de un conjunto de conocimientos que permitirán entender este fenómeno y la forma en que sucede, dando soporte necesario para comenzar a meternos en el cuerpo de este trabajo.

4. MARCO NORMATIVO

Es inevitable la necesidad de plantear el marco normativo el cual nos va a dar soporte al documento de gestión que queremos arribar en este trabajo, que sirva de guía a las empresas para lograr tener una visión rápida y global de las condiciones mínimas de seguridad a tener para evitar condiciones de riesgos que como consecuencia pueden traer la explosión, en este análisis vemos que la legislación nacional no tiene incorporados suficientes requisitos aplicables a equipos, ni a ejecución de proyectos de construcción, mucho menos a reformas de instalaciones, por lo tanto, nos vemos obligados a evaluar requisitos de normativas Internacionales, que como tales, no son de cumplimiento obligatorio. Podemos injerir entonces que existe un factor no controlado que puede afectar los resultados a la hora de la implementación de las acciones correctivas propuestas vinculados a los contratos de aseguramiento de las instalaciones llevados a cabo por la planta con las Compañías de Seguros.

Este factor puede perjudicar las aplicaciones técnicas debido a negociaciones de carácter comercial, económicas o financieras que desconsideran en alguna medida el asidero humano y social de muchas reformas.

También se evidencia que no son de ágil aplicación los requisitos para instalaciones eléctricas impartidos por la Ley N° 19.587 Higiene y Seguridad en el Trabajo, Decreto N° 351/79 Reglamentario de la Ley sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo, Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles, los cuales vinculan como requisitos legales a las normativas IEC 61241-10: 2004 “Materiales eléctricos para uso en presencia de polvos combustibles, parte 10: “Clasificación de emplazamientos en donde están o pueden estar presentes polvos combustibles” IEC 61241-14(2004-07) Ed. 1.0 Bilingual. Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 14: Selection and installation. IEC 60079-17 (2013) Ed. 5.0 Bilingual. Explosive atmospheres - Part 17: Electrical installations inspection and maintenance. Normas que no son de uso frecuente y las versiones fáciles de conseguir se encuentran en el mercado en idioma inglés y francés.

Esta situación no armoniza con el espíritu de la legislación y el Dec. 351/79. Reglamentario de la Ley sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo:

“Que la experiencia acumulada desde la fecha de su promulgación demostró la necesidad, de carácter imperativo, de actualizar los métodos y normas técnicas, unificar criterios referidos a Medicina, Higiene y Seguridad en el Trabajo, aclarar los fundamentos de sus capítulos y agilizar su aplicación” (Decreto Reglamentario 351, 1979)

Para la realización de este trabajo no se incluye la participación de las Compañías Aseguradoras, debido a que se consideró que no era conveniente involucrar a las mismas siendo que es un trabajo de carácter puramente técnico.

Del estudio de las diferentes y posibles normativas aplicables a este trabajo, por lo aclarado antes, no todas obligatorias en su cumplimiento, llegamos a definir nuestro marco normativo comprendido por:

- Normativas de carácter internacional,
- Comisión Europea
- Organismos Estadounidenses
- Legislación Nacional
- Legislación Provincial

A continuación, se muestra la tabla 05 detallando el análisis realizado:

Cuadro explicativo del análisis y detalle realizado	
Normativas internacionales	Europeas
	Directiva 1999/92/CE (1999)
	Estadounidenses
	NFPA 61 (2017) NFPA 70 (2017)
Legislación Nacional	Ley n° 19587 (1972)
	Dec. N° 351/79 (1979)
	Capítulo 11
	Capítulo 12
	Capítulo 14
	Anexo VI

Ing. Ramos, Melina
 “SEGURIDAD PARA PREVENIR, PROTEGER, MITIGAR Y CONTROLAR LAS EXPLOSIONES DE POLVO
 DE CEREAL EN PLANTAS AGROINDUSTRIALES”

		Reglamento Asociación Electrotécnica Argentina (2006)		
			771 B5	
			IEC 61241-10 (2004) Ed. 1.0 Bilingual	
			IEC 61241-14 (2004) Ed. 1.0 Bilingual	
			IEC 61241-17 Ed.1.0 (2005)	Remplazada por IEC 60079-17 Ed.4.0 (2013)
	Capítulo 15			
	Capítulo 18			
	Anexo VII			
Capítulo 21				
Ley 12824 Prov. (2008)				
Resolución 177/03 Prov. (2003)				
Normativas Nacionales	Norma IRAM 3675-1 (1995)			

Tabla 05- Normativas aplicables

5. METODOLOGÍA:

Este trabajo tiene como objetivo proponer mejoras de Seguridad Industrial para prevenir, proteger, mitigar y controlar las explosiones de polvo en el proceso de recepción, acondicionamiento y secado, almacenamiento y embarque de cereales en plantas Agroindustriales.

Buscaremos arribar a un documento de gestión que sirva de guía a las empresas para lograr tener una visión rápida y global de las condiciones mínimas de seguridad a tener para evitar condiciones de riesgos que como consecuencia pueden traer la explosión.

El universo de estudio de este trabajo son las plantas cerealeras (acondicionamiento y secado, almacenamiento y embarque de cereales). Ante la imposibilidad material de estudiar todo el universo de las mismas, se tomará un caso puntual de estudio, una planta del cordón cerealero de Rosario que nos servirá para recolectar información de sus procesos (recepción, secado, almacenamiento), y así lograr estudiar ejemplos. Para esto nos valdremos de inspecciones en las áreas de planta, por intermedio de chequeos que incluyen normativas nacionales e internacionales, verificando registros de planta y la gestión procedimental, información fotográfica de los equipos e instalaciones y mediciones con instrumental específico.

Este trabajo parte de un caso de estudio, es decir el estudio realizado de una planta del cordón Industrial que no interesa por sus particularidades, sino por lo que tiene de común con otras plantas. De esta manera logramos que este documento de gestión trascienda las fronteras del establecimiento bajo estudio y así alcanzar el universo de estudio.

5.1 Variables de estudio

Concentración y presencia de polvo: Contrariamente a lo que se pueda pensar, el polvo de los materiales combustibles, cuando alcanza un tamaño y concentración determinados, puede ser explosivo. Incluso a pesar de que el polvo, a diferencia del gas, tiende a sedimentarse, no por ello deja de ser peligroso, ya que cualquier causa puede ponerlo en suspensión. Éste es el caso de los productos habitualmente almacenados en los silos agrícolas. (Jorge Raúl Parente-UTN, 2015)

Se contrata un laboratorio externo para realizar un muestreo en los sitios de mayor generación visible de polvo. Para comprender los resultados partimos de la base que el mayor riesgo lo producen las partículas de menos de 100 μ y una concentración de 20 g/m³.

Infraestructura. Conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones necesarios para el desarrollo de una actividad o para que un lugar pueda ser utilizado. (Jorge Raúl Parente-UTN, 2015)

Se realizan inspecciones de campo para relevar estado de instalaciones.

Mantenimiento: Conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación. (Jorge Raúl Parente-UTN, 2015)

En inspecciones de chequean existencia de planes de mantenimiento correctivos y preventivos.

Actos y condiciones inseguras: Los ACTOS INSEGUROS o actos sub-estándar son comportamientos que podrían dar paso a la ocurrencia de un accidente o incidente y DEPENDEN DE LAS PERSONAS

Las CONDICIONES INSEGURAS son circunstancias que podrían dar paso a la ocurrencia de un accidente y DEPENDEN DEL AMBIENTE DONDE SE DESARROLLA LA TAREA. (SERPROTEC-boletín, 2011)

Se relevan mediante inspecciones de campo.

5.2 Técnicas para la recolección de datos

Para recolectar datos utilizaremos fuente documental (procedimientos, registros) y registros fotográficos para ejemplificar de manera visual desvíos a las distintas normativas, también mediante monitoreos y sus resultados solo para seguir ejemplificando el tipo de estudio y seguimiento que se debe realizar en las distintas Plantas Cerealeras, todo esto formando parte de lo que serían las inspecciones en campo.

Inspecciones de campo

Se presentará el resultado de una inspección realizada en esta Industria, esto nos servirá para recolectar información de sus procesos (recepción, secado, almacenamiento), y así lograr estudiar ejemplos con la finalidad que sirva de modelo a la hora de inspeccionar este tipo de industrias y a su vez cada hallazgo levantado en la inspección se irá comparando con lo expresado en la legislación aplicable a cada caso.

Normativas y legislación

Dichas inspecciones incluirán el análisis de cumplimiento de las Normativas Internacionales, Legislación Nacional y Provincial.

A su vez en el presente trabajo se intentará guiar sobre la legislación aplicable a la actividad y se guiará y dará marco en los sectores donde quedan grises legales.

Las inspecciones incluirán mediciones de verificación con instrumental, relevamiento fotográfico y chequeo de actividades. Estas actividades se alinearán, como se expresó antes, a las exigencias normativas y legales de aplicación.

Procedimientos

Se verificará la incorporación de recomendaciones de normativas Internacionales y Nacionales, obligaciones legales y recomendaciones de fabricantes de equipos.

A su vez se abarcará Normas generales de seguridad,

En este trabajo finalmente se presentará la necesidad de plantear un sistema de gestión que de soporte a la actividad en la Industria cerealera, se recomendará incorporar procedimientos e instructivos para estandarizar las distintas actividades, para esto se brindarán modelos a base de ejemplos de distintos documentos que podrían implementarse. Como ser: autorizaciones de trabajos, chequeos de mantenimiento de equipos, se mostrará la forma de delinear áreas de riesgos de explosiones de polvo, y requisitos del instrumental para tareas de mantenimiento en áreas riesgos de explosiones de polvo.

Instrumentos para la recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos que se usarán en esta inspección serán un telurímetro (GEOTEST, Nro serie:05062415, 2016) que servirá para medir puesta a tierra, un multímetro digital para medir valores eléctricos (HP, nro serie: US36030247, un medidor de particulado (AEROCET 531) para establecer la cantidad de particulado que hay acumulado en los distintos sectores, una computadora con la cual gestionaremos toda la información recolectada y una cámara digital para realizar el archivo fotográfico que dará soporte a las inspecciones de campo

5.2 Tratamiento de los datos

El trabajo final buscará establecer una metodología de relevamiento e identificación de datos que permita relevar exhaustivamente todos los aspectos de un establecimiento agroindustrial, que sean pertinentes para la elaboración de un documento que reúna las prácticas mínimas necesarias para garantizar que los niveles de riesgo manejados sean tan bajos como sea

razonablemente posible, y verificar de este modo la operación segura del establecimiento.

Se utilizarán matrices de valoración del riesgo que representen las operaciones y/o instalaciones que sean identificadas previamente como riesgosas, y se establecerán modelos para la estimación de las consecuencias, a fin de poder definir las áreas de mayor riesgo, y proponer medidas tendientes a la mitigación.

Por otro lado, la información relevada mediante las inspecciones realizadas y relevamiento de datos de un caso puntual permitirá observar los puntos de incumplimiento de normativa vigente en materia de Higiene y Seguridad en el Trabajo. A partir de dicha información, y partiendo de que los procesos de recepción, secado y almacenamiento son similares a todas las Plantas Agroindustriales, los datos se entenderán como propios de todas las plantas y se propondrán medidas de seguridad a implementar en las agroindustrias con el objeto de cumplir por un lado con los requisitos establecidos en la legislación y por otro estandarizar buenas prácticas en la actividad de silos y celda con el fin de prevenir condiciones que puedan generar un ambiente propicio para la ocurrencia de explosiones.

6. CASO DE ESTUDIO

Como explicamos en el capítulo anterior, el universo de estudio de este trabajo son las plantas cerealeras (acondicionamiento y secado, almacenamiento y embarque de cereales). Ante la imposibilidad material de estudiar todo el universo de estas, se tomará un caso puntual de estudio, una planta del cordón cerealero de Rosario que nos servirá para recolectar información de sus procesos (recepción, secado, almacenamiento), y así lograr estudiar ejemplos. Para esto nos valdremos de inspecciones en las áreas de planta, por intermedio de chequeos que incluyen normativas nacionales e internacionales, verificando registros de planta y la gestión procedimental, información fotográfica de los equipos e instalaciones y mediciones con instrumental específico.

Recordemos que este trabajo parte de un caso de estudio, es decir el estudio realizado de una planta del cordón Industrial que no interesa por sus particularidades, sino por lo que tiene de común con otras plantas. De esta manera logramos que este documento de gestión trascienda las fronteras del establecimiento bajo estudio y así alcanzar el universo de estudio.

La Planta se encuentra ubicada en Santa Fe, ubicada en el corazón de la industria agrícola, con una cartera diversificada que abarca toda la cadena de valor, desde el origen hasta la distribución, es una compañía líder en la comercialización y procesamiento de productos agrícolas, con alcance global.

Esta Planta fue elegida, ya que al ser una de las más grandes del país presenta todos los procesos que deberíamos estudiar si de explosiones de polvo se trata. Todas las cerealeras en cuanto a estructura edilicia, son similares, celdas, silos, y transporte de granos entre ellos, esto podría responder básicamente a la necesidad de acopiar grandes cantidades en superficies pequeñas. Estos procesos los entenderemos como estándares y comunes a las Agroindustrias en general, por lo tanto, todos los ejemplos,

conclusiones y aportes que surjan podremos usarlos y extenderlos para el resto de las Plantas dedicadas a este rubro.

La figura 08 nos muestra un diagrama de flujo del ingreso y almacenamiento de materia prima de una planta de acopio tipo.

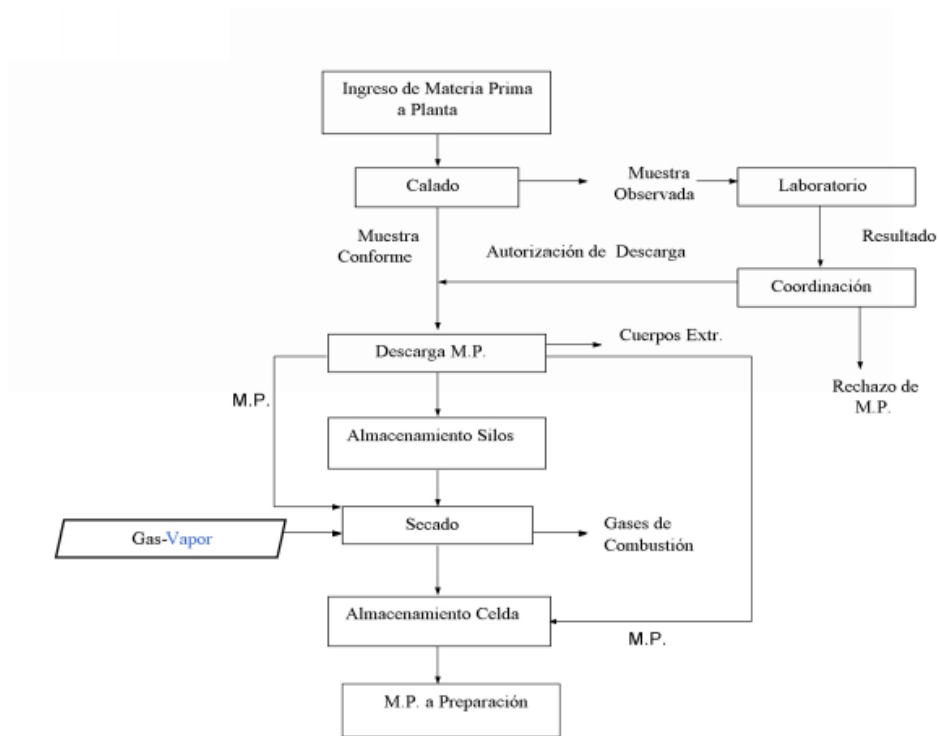


Figura 08 Diagrama de flujo ingreso y almacenamiento de materia prima,

La figura 09 nos detalla los procesos que estarán bajo estudio, se eligen por ser los procesos donde hay existencia de polvo por lo tanto hay mayor probabilidad de que ocurra una explosión.



Figura 09 – Áreas/ procesos bajo estudio

a. RECEPCIÓN

i. Descarga de vagones:

El vagón, previa verificación de calidad de la mercadería, ingresa a la descarga de vagones, se pesa y se abren las bocas de descarga ubicada en la parte inferior del vagón. La mercadería cae a una tolva y por medio de cintas transportadoras ubicadas en los túneles es transferida hacia el silo o celda de destino.

ii. Descarga de camiones:

Luego del pesaje, el camión se dirige a la descarga de camiones, donde funcionan 4 rampas, cada una de ellas eleva el camión produciéndose la descarga de la mercadería por gravedad. La mercadería cae a una tolva y por medio de cintas transportadoras ubicadas en los túneles es transferida hacia el silo o celda de destino.

iii. Almacenamiento y Secado:

La mercadería es clasificada por su tenor de humedad y almacenada en silos metálicos para su posterior secado.

Previo al secado se debe acondicionar la semilla, para esto se utiliza el circuito de pre limpieza donde la mercadería sale de uno de los silos de almacenaje, descarga en la cinta transportadora, se eleva por medio de un elevador a cangilones, ingresa en un zarandon (retiro de gruesos), luego pasa a las zarandas donde, por medio de cajones de paso fino y grueso, se realiza una

segunda limpieza a la semilla para ingresar posteriormente por los descascaradores. La semilla ya sin cáscara es elevada nuevamente por medio del elevador de cangilones para luego descargar en los redler de alimentación a las secadoras.

El secado de la semilla se realiza a través de las secadoras de cereal. Si la condición de la mercadería está dentro de los estándares de calidad requeridos para su comercialización o producción se almacena directamente en los silos de cereal o celdas de mayor capacidad, ya con el fin de ser exportados.

Secado semilla de girasol/cartamo: Se realiza cuando la humedad de recepción oscila entre 9-16 %. En este caso la semilla es almacenada en silos desde donde es enviada siempre a secadoras. El aire de secado oscila entre 80 y 85°C.

Secado semilla de soja: Se realiza cuando la humedad de recepción oscila entre 13,5 y 17 % En este caso la semilla es almacenada en silos desde donde es enviada siempre a secadoras. El aire de secado oscila entre 90 y 100°C.

El acondicionamiento también consta de la ventilación de la semilla desde el momento en que esta ingresa a las celdas.

Acondicionamiento con aspiración de aire ambiental: en este caso ha de realizarse la ventilación en horarios nocturnos durante épocas estivales, a los efectos de tener temperaturas del aire inferiores a las que se obtienen durante horarios diurnos. Este sistema se aplica en todas las celdas con sistemas de aspiración.

En casos puntuales donde no pueda hacerse aspiración de aire ambiental se inyecta aire mediante equipos de frío.

Se debe seguir la regla de nunca introducir aire que se encuentra a mayor temperatura que el grano almacenado.

Ante la presencia de focos de calentamiento en celdas, se procede a accionar los dispositivos necesarios para direccionar el flujo de aire en la región con temperatura elevada. Adicionalmente, es aconsejable durante esta ventilación concentrada realizar la recirculación de semilla sobre la misma celda.

El criterio básico que seguir es el siguiente: entre 15-30°C ventilar simplemente; entre 30-40°C concentrar ventilación y/o recircular; a temperaturas mayores a 40°C enviar la semilla lo antes posible a producción.

Las secadoras de cereal operan con gas natural y gas oil.

Las celdas de almacenaje son de alta capacidad las mismas están construidas con hormigón armado y chapas metálicas.

iv. Circuito de embarque/ carga

A partir de la torre de manipuleo se presentan dos circuitos productivos bien definidos, la mercadería con destino al proceso y obtención de subproductos (harinas y aceites) y el circuito de carga directa de materia prima sin procesar (semillas de cereales y oleaginosas).

En el circuito de embarque la semilla es almacenada de acuerdo con los requisitos del cliente en los silos o en las celdas de cereal.

Y de acuerdo con el programa de cargas, la mercadería es transferida desde la torre de manipuleo por medio de las cintas transportadoras y a través de las cintas se descarga en las balanzas de embarque de pesaje continuo, llegando al puerto nuevamente por medio de cintas donde a través de dispositivos de carga especiales (pescantes) se embarca en las bodegas del buque.

El mismo circuito ocurre al cargar en camiones, siempre el transporte se realiza a través de cintas de transporte y cuchillas que se abren para descargar.

7. PROTOCOLO DE EVALUACIÓN PARA CONDICIONES DE SEGURIDAD EN PLANTAS CEREALERAS

Es fundamental comenzar con una inspección realizada a la Industria bajo estudio, la finalidad es mostrar solo los puntos que deben chequearse, tomar de ejemplo prácticas para llevar adelante, en el capítulo posterior podremos ver la implementación de este protocolo tomando de ejemplo una planta modelo bajo estudio con el fin de validar esto, buscando dejar claro conceptos, enriquecer este trabajo de investigación e intentar despejar cualquier duda que le surja al lector.

Se aconseja realizar una recorrida verificando seguridad en las instalaciones, en este protocolo se intentará dar una guía sobre los puntos a chequear en campo y en la documentación, el alcance de nuestra evaluación estará enmarcado en aspecto legales.

En este tipo de recorridas es fundamental acompañar el resultado de la evaluación con un registro fotográfico.

Algunos aspectos a relevar en la recorrida podrían ser:

- ✓ Obras específicas realizadas para disminuir impactos ambientales negativos y para prevenir acumulación de polvos y/o evitar chispas.
- ✓ Instalaciones fijas de lucha contra incendio.
- ✓ Verificación en campo y en lo documental de las distintas normativas internacionales y nacionales que aplicaran a esta actividad, las mismas son:

- a. **Directiva 1999/92/CE. Disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas.**

La verificación del cumplimiento de esta Directiva se puede realizar por intermedio de formulario de chequeo Directiva 1999/92/CE y verificación de los registros de planta.

La Directiva 1999/92/CE contempla algunos requisitos que son tenidos en cuenta en la norma NFPA 61 Standard for the Prevention of Fires and Dust Explosions in Agricultural

and Food Products Facilities 1999 Edition y en las normativas IEC 61241-10: 2004, IEC 61241-14(2004-07) Ed. 1.0 e IEC 60079-17 (2007-08) Ed. 4.0. Estas últimas al estar vinculadas a través de la Ley N° 19.587. Higiene y Seguridad en el Trabajo, se toman como requisitos de aplicación legal.

b. NFPA 61 – Standard for the Prevention of Fires and Dust Explosions in Agricultural and Food Products Facilities 1999 Edition

La verificación del cumplimiento de estándares de prevención se puede realizar por intermedio del chequeo NFPA 61, estos puntos se pueden observar en el formulario 01 que se muestra a continuación y que podría implementarse en las recorridas:

NFPA 61	SI	NO	N/A
-Estructuras de hormigón alejadas al menos 30 m de las áreas de circulación intensiva.			
-Los dispositivos de retención abierta, si se usan, se enumerarán y se activarán y permitirán que la puerta se cierre al detectar al menos uno de los siguientes: (1) Calor (2) Humo (3) Llamas (4) Productos de combustión			
-Las plataformas cubiertas deben tener dos medios de salida que estén alejados entre sí de manera que un solo evento de incendio o explosión no bloqueará ambos medios de salida.			
-Cuando la distancia de desplazamiento horizontal a los medios de salida sea inferior a 15 m (50 pies) en espacios normalmente desocupados, se permitirá un único medio de salida.			
-Cuando se provean respiraderos de alivio de explosión en silos, contenedores y tanques, deberán operar debido a la sobrepresión antes de que las paredes del contenedor fallen.			

-Cuando un depósito, tanque o silo tiene una abertura de acceso de personal provista en el techo o la cubierta, la dimensión más pequeña de la abertura debe ser de al menos 610 mm.			
- Los sistemas de recirculación o reciclaje de ventilación de aire de escape para áreas de peligro de explosión de polvo, si se usan, deberán estar equipados con sistemas de filtro capaces de eliminar el polvo del aire.			
-Los requisitos para el desplazamiento de aire serán los siguientes: (1) Cada depósito, tanque o silo deberá contar con medios para el desplazamiento del aire durante el llenado o vaciado. (2) El aire desplazado no se descargará a la atmósfera interior del edificio a menos que sea limpiado con un filtro que tiene una eficiencia mínima de 99.9 por ciento a 10 micras.			
-Las rejillas de ventilación deben estar diseñadas para evitar el taponamiento debido a acumulaciones de polvo. - Las chimeneas inclinadas deben tener puertas o paneles de limpieza. - Todas las rejillas de ventilación deben estar provistas de capuchas para intemperie. - Los respiraderos de los recipientes deben dimensionarse para manejar el aire desplazado por el llenado o el vaciado.			
-Los paneles de alivio de explosiones, ventanas u otros dispositivos de ventilación deben estar diseñados para evitar el cierre después de aliviar la presión de explosión y deben estar unidos a cables de retención o restringidos por medios equivalentes para que no se conviertan en un proyectil peligroso en el alivio.			
-La ventilación debe dirigirse a un lugar seguro, fuera de las plataformas, medios de salida u otras áreas potencialmente ocupadas o dirigida a través de un dispositivo de retención de llamas y retención de partículas.			
-Los rodamientos antifricción se utilizarán en todas las máquinas, transportadores, patas y equipos de procesamiento.			
-Todos los rodamientos se mantendrán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y se mantendrán libres de polvo, producto y lubricante excesivo.			
-Todos los cojinetes en las patas y los transportadores deben ubicarse fuera de los gabinetes de la maquinaria y aislados de la corriente del producto para minimizar la exposición al polvo y ser más accesibles para la inspección y el servicio.			
-Cuando los conjuntos de transmisión implican el uso de correas, como correas en V, correas dentadas, correas planas, etc., deben ser conductoras de electricidad a 1 megaohmio o menos y deben ser resistentes al fuego y resistentes al aceite.			
-Las cintas transportadoras de material a granel deben estar diseñadas para aliviar o detener si el extremo de descarga se obstruye.			
-Las cintas transportadoras de material a granel deben tener alineación de banda y sensores de cojinete caliente en la cabeza y la cola			
-Los transportadores de tornillo, arrastre o en masa deben estar completamente cerrados en carcasas metálicas y deben estar diseñados para aliviar o detenerse si el extremo de descarga se obstruye.			
-La carcasa, las secciones de la cabeza y el sector de arranque, las aberturas de acceso y las boquillas de conexión deben ser tan herméticas como sea posible y estar construidas con materiales no combustibles.			

-La carcasa, las secciones de la cabeza y el sector de arranque, las aberturas de acceso y las boquillas de conexión deben ser tan herméticas como sea posible y estar construidas con materiales no combustibles.			
-Se deben proporcionar aberturas de inspección en la sección de la cabeza para permitir una inspección completa del retraso de la polea de la cabeza, la alineación de la correa y la polea, y la garganta de descarga de la pierna.			
-Cada pierna debe ser conducida independientemente por motor (es) 'y trenes de transmisión capaces de manejar la capacidad nominal completa de la pata del elevador sin sobrecargar. Excepción: las unidades de eje de línea deben ser aceptables para las patas utilizadas en industria de la molienda siempre que sean capaces de manejar la capacidad nominal completa capacidad de todos los equipos conectados sin sobrecarga.			
Los accionamientos de motores múltiples deben estar enclavados para operación de ventilación de la pierna ante la falla de cualquier motor individual			
El variador debe ser capaz de arrancar sin estrangular pierna bajo carga completa (100 por ciento).			
Cada pierna debe contar con un detector de movimiento dispositivo que cortará la alimentación del motor de accionamiento y con una alarma en caso de que el cinturón de pata ralentizara 80 por ciento de la velocidad normal de funcionamiento. La alimentación a la pierna elevadora por medios mecanicos deberá ser detenida o desviada. Excepción: las piernas que tienen velocidades de la correa por debajo de 2.5 m / seg (500 pies /min) o capacidades inferiores a 106 m ³ / h (3750 pies ³ / h).			
El uso de plástico, caucho y otros combustibles lin-Las entradas se limitarán a áreas de alto impacto y superficies de desgaste.			
La sección de la cabeza de la pierna entre las casillas arriba y abajo: Las pendientes deberán estar inclinadas en un ángulo de no menos de 45 grados.			
Todas las boquillas destinadas a recibir granos o ingredientes secos directamente desde cualquier pata se deben diseñar e instalar para manejar la capacidad de elevación completa de la pierna más grande que alimenta tales boquillas.			
Las patas deben tener un revestimiento instalado en la polea del cabezal para minimizar el deslizamiento.			
Los cinturones de las piernas y el revestimiento deben tener una resistividad superficial no mayor de 100 megaohmios por cuadrado.			
Los cinturones de las piernas y el revestimiento deben ser resistentes al fuego y al aceite. <i>Excepción No. 1: No se requerirá revestimiento o correas resistentes al aceite para elevadores de cangilones utilizados en molinos harineros o para manipular materiales inertes. Excepción No. 2: Unidades de eje de línea como se usan en la industria de fresado estará exento del requisito de retraso.</i>			
Las piernas internas deben tener temperatura de apoyo o detección de vibraciones, alineación de la polea del cabezal y alineación de la correa, monitores en las poleas de cabeza y cola.			
Excepción: las piernas que tienen velocidades de la correa por debajo de 2.5 m / seg (500 pies /min) o capacidades inferiores a 106 m ³ / h (3750 pies ³ / h).			
Todos los recipientes, contenedores u otros recipientes en los que material se expulsa directamente de las piernas, y que no están diseñados con sistemas de desbordamiento automáticos, estarán equipados con dispositivos para apagar equipos o con indicación de alto nivel, dispositivos con alarmas visuales o audibles.			

<p>Las piernas que manejan granos crudos a granel deben instalarse como una pierna externa o como una pierna interna con el cumplimiento de uno de los siguientes casos: 1- Las piernas ubicadas dentro de los 3 m de una pared exterior y están ventiladas al exterior del edificio y diseñadas para que las presiones de explosión no rompan el conducto o la pierna. Los paneles de alivio de explosión serán provistos en la carcasa de la pierna para que los conductos no sean un punto colector de polvo durante operaciones normales. 2- Las piernas tienen velocidades de correa inferiores a 2.5 m / seg (500 pies / min) y capacidades inferiores a 106 m³ / h (3750 pies³ / h). 3- Las piernas están provistas de supresión de explosión de acuerdo con NFPA 69, Norma sobre sistemas de prevención de explosiones.</p>			
<p>Todas las piernas recién instaladas deberán contar con paneles de alivio de explosión, ubicados a intervalos no mayores de 6 m (20 pies) a lo largo de las carcasas. Para minimizar la exposición del personal, la ventilación de explosión para las patas externas debe comenzar entre 2.5 m a 3.5 m (8 pies a 12 pies) por encima del nivel, o la parte inferior de la ventilación de explosión deberá estar dentro de 0.3 m a 1 m (1 pie a 4 pies) después de que la pierna penetre el techo del edificio. Se debe ubicar la ventilación de explosión de la sección del cabezal en la superficie superior de la cabeza o en los lados usando un método para desviar la explosión hacia arriba. Excepción No. 1: Piernas que tienen ambas velocidades de correa por debajo de 2.5 m / seg. (500 pies / min) y capacidades inferiores a 106 m³ / h (3750 pies³ / h). Excepción No. 2: Esas porciones de patas externas, como se define en este estándar, debajo del nivel o pasando por edificios a nivel del suelo. Excepción No. 2: aquellas porciones de piernas externas, definidas por este estándar, por debajo del nivel o pasando a través de edificios al nivel del suelo.</p>			
<p>Cada ventilación lateral debe tener un área mínima equivalente a dos tercios del área de la sección transversal de la carcasa de la pierna.</p>			
<p>Se debe permitir que un respiradero de una sola cara reemplace un par de respiraderos laterales opuestos en esas porciones de una pierna con doble carcasa donde existe cualquiera de las siguientes situaciones: (1) La ventilación lateral podría exponer al personal en escaleras de acceso o plataformas (2) Hay interferencias estructurales que interferirían con operación de ventilación.</p>			
<p>Se debe proporcionar la sección de la cabeza de los elevadores de cangilones con respiraderos de explosión en la superficie superior o en los lados usando un método para desviar la explosión hacia arriba. El área de ventilación debe ser un mínimo de 0.14 m² (5 pies²) de área de ventilación por 2.9 m³ (100 pies³) de volumen de la sección de la cabeza. El área de ventilación más grande posible será utilizado en la sección principal para ayudar a minimizar el desarrollo de Presión explosiva. Los respiraderos se desplegarán cuando haya una presión interna de 3.5 kPa a 6.9 kPa (0.5 psi a 1.0 psi)</p>			
<p>Ventilación de explosiones de las piernas hacia edificios no está permitida.</p>			
<p>Piernas exteriores recientemente instaladas deben contar con equipos de venteo de explosión. Excepción No. 1: Piernas que tienen velocidades de correa por debajo de 2.5 m / seg. (500 pies / min) o capacidades inferiores a 106 m³ / h (3750 pies³ / h). Excepción No. 2: Esas porciones de patas externas, como se define en este estándar, debajo del nivel o pasando por edificios a nivel del suelo.</p>			
<p>Las piernas o partes de las piernas que se encuentran dentro deben tener el área de alivio de explosión máxima practicable a través del techo directamente al exterior. Excepción: las piernas que tienen velocidades de la correa por debajo de 2.5 m / seg (500 pies / min) o capacidades inferiores a 106 m³ / h (3750 pies³ / h)</p>			

<p>Los sistemas receptores antes del tramo deberán estar equipados con uno o más dispositivos como rejillas, pantallas de malla de alambre, imanes permanentes, electroimanes listados, separadores neumáticos, o separadores de gravedad específica, para minimizar o eliminar material vagabundo de la corriente del producto. Excepción: sistemas de recepción de barcos y barcazas que utilizan patas como principal. Se permitirá que los sistemas de recuperación tengan el material vagabundo protegido después de la pierna de descarga pero antes de ser manipulado en otra pierna o procesando equipamiento.</p>			
<p>Donde las bocas tributarias o los transportadores se alimentan de granos enteros o productos de grano para reducir el tamaño en molinos, pulverizadores o laminadores, deberán estar equipados con ventilación de explosión de sección de cabeza ubicado en la superficie superior de la cabeza o en los lados usando un método para desviar la explosión hacia arriba Cada ventilación área es igual a $1/3$ de carcasa área de sección transversal. Ventilación de explosión típica del elevador para una pierna de carcasa individual. Ventilación de explosión de sección de cabeza ubicado en la superficie superior de la cabeza o en los costados utilizando un método para desviar la explosión hacia arriba. Deflector. Venteo de explosión áreas en cada lado de carcasa. Cada área de ventilación es igual a $1/3$ área de sección transversal. Los respiraderos de explosión son para ser colocados en cada lado de las tripas(extremos del cinturón de la pierna). Los respiraderos de explosión pueden estar ubicados en la cara (lado del cubo) de la carcasa de la pierna para acomodar el acceso a escaleras y plataformas, proporcionando estructuralmente se mantiene la integridad durante la ventilación fuerzas de reacción. Cada área de ventilación laterales igual a $1/3$ área de sección transversal de la carcasa. Respiraderos de una sola cara igual $1/3$ área de sección transversal de la carcasa. Ventilación de explosión típica del elevador para una pierna de doble carcasa. imanes permanentes instalados correctamente o electroimanes listados, separadores neumáticos, separadores de gravedad específica, revendedores o pantallas para excluir metales o materias extrañas de un tamaño mayor que el grano se procesa en la medida de lo posible.</p>			
<p>El equipo debe estar unido y conectado a tierra para disipar electricidad estática.</p>			
<p>Toda la maquinaria y componentes de procesamiento, como los imanes, se deben montar para facilitar el acceso para la limpieza. <i>Excepción: cuando la maquinaria de procesamiento está montada en un ajuste hermético de base que evita que el material llegue a lugares inaccesibles debajo de la máquina.</i></p>			
<p>Los transportadores de tornillo, arrastre o en masa deben estar completamente cerrados en carcasas de metal y deben estar diseñados para para si el extremo de descarga se obstruye.</p>			
<p>Se debe evitar el acero al carbono en las cámaras de molienda y partes móviles de molinos a favor de latón, bronce, manchas menos acero y otros metales con menor potencial de chispas.</p>			
<p>Los carretes o tamices de pantallas, revendedores y similares: Los dispositivos deben estar en recintos herméticos.</p>			
<p>Los conductos de conexión deben ser metálicos. Excepción No. 1: Conexión flexible no metálica eléctricamente conductiva. Conductos de entrada con una resistencia eléctrica no mayor de 1 megaohmio. Excepción No. 2: Tubos de plástico utilizados para sistemas de entrega de muestras.</p>			
<p>Cuando más de una fuente de material está conectada aun transportador o colector común, cada fuente así conectada deberá estar equipada con una válvula rotativa, obturador u otro método para reducir la probabilidad de propagación de un explosión de acuerdo con NFPA 69, Norma sobre Prevención de Explosiones Sistemas de iones .</p>			

Se debe realizar la molienda en seco o la molienda del almidón en un edificio separado con alivio de explosión o en un edificio separado Habitación aislada de otras áreas por paredes interiores. <i>Excepción No. 1: Este requisito no se aplicará si el equipo puede ser diseñado para ser protegido de acuerdo con NFPA 69, estándar sobre sistemas de prevención de explosiones, por contención de deflagración, por supresión de explosiones, o al inertizar el volumen para reducir el oxígeno esa combustión no es compatible. Excepción No. 2: Este requisito no se aplicará si las fábricas son acompañadas de ventilación de explosión a un lugar seguro fuera. Si la explosión se utilizarán conductos de ventilación de más de 3 m (10 pies), el equipo de fresado. El conducto de ventilación de explosión debe estar diseñado para resistir la entrada de presión de explosión ventilada.</i>			
Los secadores y equipos auxiliares deben estar diseñados, operados, limpiados y mantenidos para minimizar la acumulación de combustible, acumulaciones en las superficies internas destinadas a estar libres de grano o producto durante el secado			
Las secadoras no deben ubicarse dentro del manejo de granos o estructuras de almacenamiento de granos.			
Los secadores deben ubicarse de manera que se minimice la exposición al fuego a edificios y estructuras adyacentes, incluidos otros secadores, para minimizar el potencial de ignición en las áreas de operación y almacenamiento, y para proporcionar acceso a la lucha contra incendios.			
Los secadores deben estar contruidos de materiales no combustibles.			
Las secadoras y los equipos relacionados deben diseñarse de manera que el peligro de incendio inherente a los equipos que funcionan a las temperaturas elevadas se minimice.			
Las superficies interiores de los secadores se deben diseñar para minimizar la acumulación de material y facilitar la limpieza.			
Secadoras diseñadas para recircular una parte del aire de escape deben tener un medio para minimizar las partículas arrastradas de ser reintroducidas en la cámara de secado.			
Las puertas o aberturas de apertura hacia afuera deben permitir el acceso a todas las partes de la secadora y la conexión. Caños, tolvas de entrada o salida, y transportadores para permitir inspección, limpieza, mantenimiento y uso efectivo de extintores de mesa o chorros de manguera.			
En caso de incendio, los secadores se diseñarán con medios para descarga (descarga de emergencia) del contenido de la secadora a un lugar seguro fuera de la ubicación y la manera de no causar exposición al fuego a edificios, estructuras adyacentes, o equipos			
Se debe proporcionar un método para el manejo seguro de material de combustión y para la extinción de la quema de material a medida que se vacía de la secadora.			
Los sistemas de calefacción de aire deben incluir la fuente de calor y tuberías o cableado asociado y el ventilador de circulación. Los conductos de ventilación usados para transportar el aire calentado a la secadora.			
El calentador de aire y sus componentes deberán seleccionarse para la aplicación prevista, será compatible con los tipos de combustibles que se utilizarán, y se diseñarán para la temperatura a los que serán sometidos.			
Los sistemas de calentamiento de aire de combustión directa deben tener un medio para minimizar la entrada de material combustible en el aire de la cámara de secado.			
Sistemas de quemadores y sus controles para secadores encendidos por fuel oil, gas natural, gas mixto, gas manufacturado o licuado el gas de petróleo, así como los componentes de mezcla, deberán cumplir con NFPA 86, estándar para hornos y quemadores.			

Instalación del quemador de vaporización de gas de petróleo licuado Las secciones deberán cumplir con NFPA 58, Código de Gas Licuado de Petróleo.			
---	--	--	--

Formulario 01. Ejemplo de formulario para verificación del cumplimiento de estándares de prevención NFPA

61

c. Ley 19587 – Decreto 351/79, Capítulo 14 - Instalaciones Eléctricas

Los puntos para chequear del decreto nombrado anteriormente se muestran en el formulario 02 que vemos a continuación, se presenta esta herramienta a modo de ejemplo, el mismo podría implementarse bajo en recorrida:

DECRETO 351/79	Si	No	N/A
Riesgos asociados a instalaciones eléctricas: medidas de seguridad			
General:			
Tensión de seguridad: hasta 24 V respecto a tierra			
Capacitaciones:			
¿El personal de mantenimiento eléctrico está capacitado sobre los riesgos a los que está expuesto, primeros auxilios ante descargas eléctricas, lucha contra incendio y evacuación?			
¿Todas las tareas se realizan elaborando un Permiso de Trabajo Seguro que garantice que todo el personal afectado conozca los riesgos y disposiciones de seguridad asociadas a la tarea?			
¿Existe un protocolo de consentimiento de realización de Tareas que impliquen tensión eléctrica?			
¿Todo el personal ha acreditado aptitud física y mental para trabajar con instalaciones eléctricas?			
¿Se lleva un registro de accidentabilidad del personal afectado al trabajo con tensión?			
Trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas:			
¿Se identifican las instalaciones sobre las que se van a trabajar antes de cada tarea?			
¿Existe un protocolo que garantice la no utilización de escaleras metálicas, metros, aceiteras y otros elementos de material conductor en instalaciones con tensión?			
¿Se garantiza siempre que sea posible el bloqueo energético de las instalaciones a intervenir?			
¿El personal de mantenimiento eléctrico dispone de los siguientes elementos de protección personal?			
Guantes aislantes.			
Protectores faciales.			
Taburetes o alfombras aislantes y pértigas de maniobra aisladas.			
Vainas y caperuzas aislantes.			
Detectores o verificadores de tensión.			
Herramientas aisladas.			
Material de señalización (discos, vallas, cintas, banderines).			
Lámparas portátiles.			
Transformadores de seguridad para 24 V. de salida.			
Transformadores de relación 1:1 (se prohíben los autotransformadores).			

Interruptores diferenciales de alta sensibilidad.			
Condiciones de seguridad en instalaciones eléctricas:			
¿Los materiales, equipos y aparatos eléctricos que se utilicen, están contruidos de acuerdo con normas nacionales o internacionales vigentes?			
Motores eléctricos: ¿Están ubicados o contruidos de tal manera que sea imposible el contacto de las personas y objetos con sus partes en tensión y durante su funcionamiento no provocarán o propagarán siniestros?			
Se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentren o circulen para evitar un contacto fortuito. Se deberán tener en cuenta todos los movimientos de piezas conductoras no aisladas, desplazamientos y balanceo de la persona, caídas de herramientas y otras causas.			
¿Las partes activas de la instalación, están recubiertas con aislamiento apropiado?			
¿Las masas están unidas eléctricamente a una toma a tierra o a un conjunto de tomas a tierra interconectadas?			
El circuito de puesta a tierra acredita los siguientes requisitos: continuo, permanente, tener la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada			
¿Los valores de las resistencias de las puestas a tierra de las masas, están de acuerdo con el umbral de tensión de seguridad y los dispositivos de corte elegidos?			
¿Las instalaciones eléctricas cuentan con dispositivos que indiquen automáticamente la existencia de cualquier defecto de aislación o que saquen de servicio la instalación o parte averiada de la misma?			
Tales como			
Dispositivos de señalización del primer defecto en instalaciones con neutro aislado o puesta a tierra por impedancia.			
Relés de tensión.			
Relés de corriente residual o diferenciales.			
¿Además, se dispone de alguno de los siguientes sistemas de seguridad?			
Protección por medio del uso de artefactos antideflagrantes.			
Protección por sobrepresión interna.			
¿Se cuenta con los siguientes dispositivos de protección pasiva?			
Se separarán las masas o partes conductoras que puedan tomar diferente potencial.			
Se interconectarán todas las masas o partes conductoras.			
Se aislarán las masas o partes conductoras con las que el hombre pueda entrar en contacto.			
Se separarán los circuitos de utilización de las fuentes de energía por medio de transformadores o grupos convertidores. El circuito separado no deberá tener ningún punto unido a tierra, será de poca extensión y tendrá un buen nivel de aislamiento.			
Electricidad estática:			
Humidificación del medio ambiente.			
Aumento de la conductibilidad eléctrica (de volumen, de superficie o ambas) de los cuerpos aislantes.			
Descarga a tierra de las cargas generales, por medio de puesta a tierra e interconexión de todas las partes conductoras susceptibles de tomar potenciales en forma directa o indirecta.			
REGLAMENTACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INMUEBLES: ASOCIACIÓN ELECTROTÉCNICA ARGENTINA			

Las condiciones de construcción de envoltura antideflagrantes de maquinarias y aparatos eléctricos para ambientes explosivos están especificados en la Norma IRAM IAP A20-4.			
¿Se utiliza ventilación con presión positiva, utilizando una fuente confiable de aire limpio?			
¿Las cañerías son metálicas con uniones a rosca?			
¿Se garantiza que las superficies con temperatura no sobrepasen la temperatura de combustión de los materiales utilizados?			
La instalación eléctrica cuenta con las protecciones adecuadas contra sobrecargas que aseguren que nose sobrepasen las temperaturas superficiales anteriores?			
Los interruptores y fusibles, aparatos, motores y equipos deben montarse fuera de estos locales, de lo contrario, tendrán envoltura a prueba de explosión según corresponda.			
Las canalizaciones son selladas herméticamente en los puntos de entrada a cajas y gabinetes donde se instalen dispositivos de protección y maniobra? ¿Los sellos están instalados a una distancia de 0,50 m o menos?			

Formulario 02. Ejemplo de formulario para verificación del cumplimiento de la Ley 19587-Decreto 351/79, capítulo 14- Instalaciones Eléctricas

d. NFPA 70 “Código Eléctrico Nacional”

Vale aclarar que en este protocolo no se aconseja tomar la normativa NFPA 70 “National Electrical Code” como guía, debido a que cuando realizan verificaciones se encuentra que los requisitos incorporados en dicha norma ya son tenidos en cuenta con mayor rigurosidad en las normativas IEC 61241-10: 2004, IEC 61241-14(2004-07) Ed. 1.0 e IEC 60079-17 (2013) Ed. 5.0.

Estas últimas al estar vinculadas a través de la Ley N° 19.587. Higiene y Seguridad en el Trabajo, se toman como requisitos de aplicación legal.

- ✓ En la evaluación de la instalación que se haga, se deberá incluir mediciones en campo de los siguientes puntos considerados de suma importancia:

e. NORMA IRAM 3675-1: 1996 “Sistemas de protección contra explosiones”.

Para constatar el cumplimiento de esta norma, se debe realizar un muestreo en los sitios de mayor generación visible de polvo. Este muestreo consistirá en recolectar el material 10 minutos.

Para comprender los resultados se parte de la base que el mayor riesgo lo producen las partículas de menos de 100 μ y una concentración de 20 g/m³

f. Mediciones de Puesta a Tierra

Otras de las mediciones en campo que son de suma importancia chequear son las puestas a tierra.

A continuación, se detalla un instructivo para la medición de puesta a tierra y resistividad de terrenos en base a la Norma Iram 2281, parte 2 y 3:

Finalidades de los ensayos

Las mediciones de resistencia de dispersión a tierra y gradientes de potencial en el suelo debido a las corrientes a tierra son necesarias para:

- Diseñar la puesta a tierra para seguridad personal y de los bienes.
- Verificar si un nuevo sistema de puesta a tierra es apto.
- Detectar cambios o modificaciones en un sistema de puesta a tierra existente.
- Determinar tensiones peligrosas del paso y de contacto para personas o animales. (Norma Iram 2281,1984, parte II y III).

Condiciones

Valor teórico de la resistencia de dispersión a tierra:

- El valor calculado o teórico de la resistencia de un electrodo respecto a la tierra de referencia puede variar considerablemente del valor que se mide debido a los factores siguientes:
 - Condiciones del suelo en el momento en que se efectúa la medición.
 - Amplitud del estudio de la resistividad, por ejemplo: número y dispersión de ensayos, distancia entre sondas, etc.
 - Superficie y configuración de los electrodos enterrados.
 - Efecto de los conductores enterrados en las adyacencias.
- Con el fin de disminuir la causa de error al establecer la relación entre resistividad del suelo y resistencia de dispersión a tierra es

aconsejable efectuar las mediciones de resistividad y de resistencia en condiciones climáticas similares.

- En lugares donde la resistividad varía con la distancia entre sondas (y en consecuencia con la profundidad) la resistencia de dispersión de un electrodo enterrado, medida en la vecindad del lugar, generalmente podrá correlacionarse mejor con los valores de resistividad a niveles más profundos que con los valores medidos próximos a la superficie. Por esta razón los estudios de resistividad para centrales, subestaciones, redes, etc., se deben efectuar con distancias entre sondas comenzando desde 0,5m hasta 15m o más, según la extensión de dichas redes de puesta a tierra. (Norma Iram 2281, 1984, parte II y III).

Medición de la resistividad de los suelos: Método de los cuatro puntos.

- El método de los cuatro puntos es el más seguro, en la práctica, para la medición de resistividad promedio de extensos volúmenes de suelos inalterados (naturales).
- Se hincan en el suelo cuatro electrodos cilíndricos, todos a la profundidad “b” y dispuestos en línea recta a distancias “a” entre ellos. Los cuatro electrodos se ubican simétricamente con respecto a un mismo punto o centro de referencia “O” al que corresponderán todos los valores de resistividad medidos.

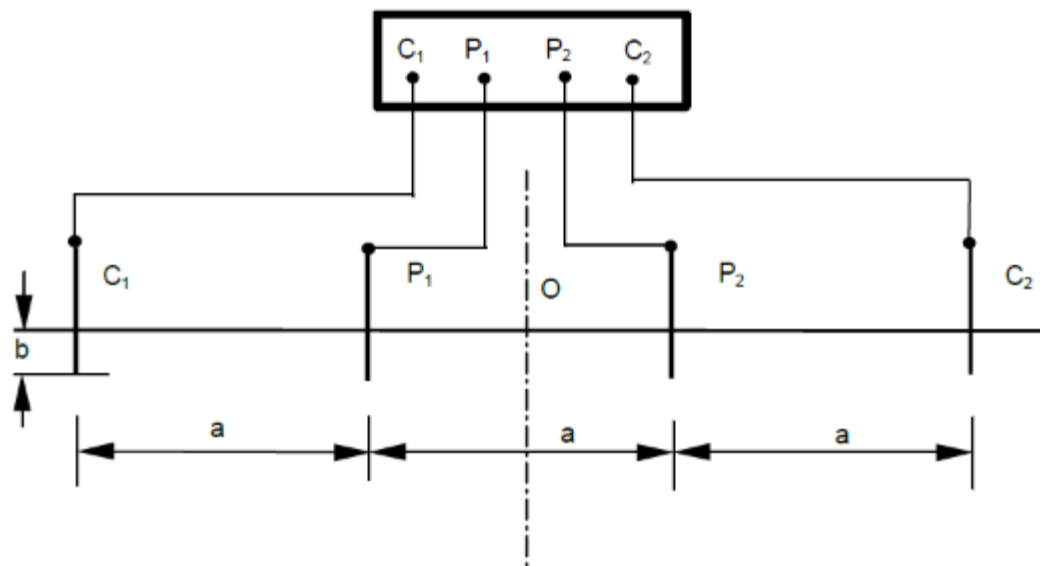


Figura 10.

- Una corriente alterna de medición I pasa a través de los dos electrodos exteriores C_1 y C_2 y se mide la tensión U entre los dos electrodos interiores P_1 y P_2 , con un potenciómetro o con un voltímetro de alta impedancia; o bien con un telurímetro de cuatro bornes.
- La relación $\frac{U}{I}$ da la resistencia R , en ohm, que reemplaza la ecuación siguiente:

$$\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R(\text{ohm} \cdot \text{m})$$

- da, aproximadamente, la resistividad promedio del suelo a una profundidad igual a la distancia “a” (m).
- La profundidad teórica de hincado “b”, debe ser:

$$b \leq 0,1 \cdot a$$

O preferiblemente:

$$b \leq 0,05 \cdot a$$

(NOTA: En la práctica debe asegurarse un buen contacto eléctrico entre los electrodos de medición y el suelo. De tal manera que se cumplan las condiciones de utilización práctica del instrumental de medición)

- Un conjunto de lecturas tomadas con diferentes distancias “a”, conservando el mismo centro de referencia “O”, permite construir un diagrama de resistividades en función de la profundidad, que conviene representar en papel doble logarítmico. Este diagrama, correctamente

interpretado, indica si existen distintas capas de suelo o rocas, sus respectivas resistividades y la profundidad de la capa superior.

- Es conveniente tomar las mediciones en dos direcciones perpendiculares para las mismas distancias “a” alrededor de “O”.

(Norma Iram 2281,1984, parte II y III).

Medición de la resistencia de dispersión a tierra o de puesta a tierra.

- Generalidades

- La resistencia de dispersión a tierra de un electrodo siempre se determina con corriente alterna o bien con corriente continua periódicamente invertida, para evitar posibles efectos de polarización electroquímica.
- La frecuencia de esta corriente alterna (f_g) no debe coincidir con la frecuencia industrial (f_1) ni con ninguna de sus armónicas. Puede estar dada por la fórmula siguiente:

$$f_g = \frac{2 \cdot n \pm 1}{2} \cdot f_1 \pm 10 [Hz]$$

Donde: f_g es la frecuencia del generador del instrumento, en Hertz.
 f_1 es la frecuencia industrial (50 Hz o 60 Hz).
 n es un número entero positivo.

- Método de la caída de tensión.

- Este método tiene varias aplicaciones y es adecuado para todas las mediciones de resistencias de puesta a tierra. La resistencia de una red de puesta a tierra extensa puede tener una componente reactiva apreciable cuando la resistencia es menor que 0,5 Ω . Por lo tanto el valor medido con voltímetro y amperímetro es de “impedancia” y de este modo se debe considerar, no obstante que la terminología generalmente es de “resistencia de dispersión a tierra” porque los instrumentos de medición directa (telurímetros) miden resistencias puras.
- El método consiste en hacer pasar una corriente por la toma de tierra a medir y un electrodo auxiliar de corriente (ver figura).

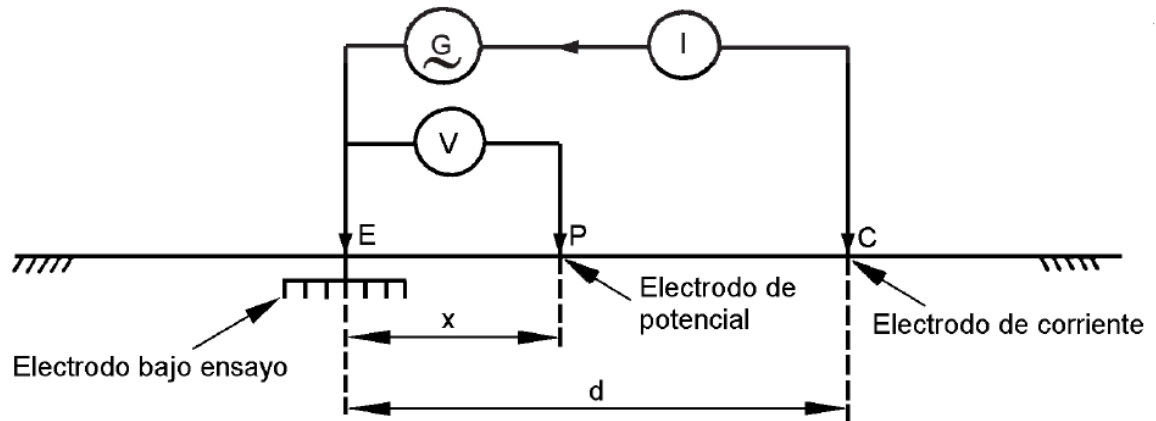
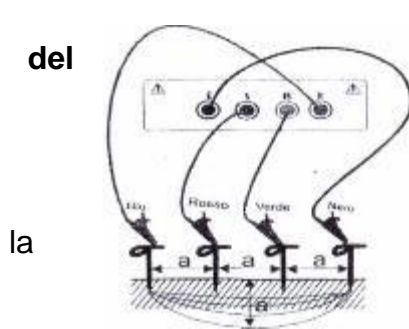


Figura 11.

- Este electrodo auxiliar de corriente “C” debe estar fuera de la influencia de la toma de tierra a medir. Teóricamente la influencia se extiende al infinito pero, en la práctica, existe un límite porque ella varía inversamente con la distancia respecto de la toma de tierra a medir, según una ley exponencial. La caída de tensión se mide entre la toma de tierra desconocida y un electrodo o sonda de tensión o potencial “P” ubicado entre esa toma y el electrodo de corriente. En el caso de tomas de áreas reducidas o de una jabalina, la influencia se supone despreciable a 50 metros aproximadamente.
- En principio, el electrodo de potencial se coloca a mitad de camino entre el electrodo de corriente y la toma de tierra a medir.
- En toma de tierra de área extensa (red de mallas), de “baja” resistencia a tierra (menor que 1Ω), el electrodo de potencial se puede trasladar respecto de la toma a medir, en forma escalonada, en dirección hacia el electrodo de corriente. En cada escalón o etapa, se anota el valor de resistencia. Esta resistencia se puede representar como una función de la distancia. El valor con el que la curva tiende a nivelarse, se toma como el valor de la resistencia de la toma de tierra que se está midiendo.

(Norma Iram 2281,1984, parte II y III).



Método utilizado (medida de la resistividad terreno a 4 hilos). Procedimiento de medida:

Clavar las 4 picas presentes en el terreno a la misma distancia a la una de la otra. Típicamente distancia a entre picas asume valores entre 1 y 10 metros (3 y 30 pies)

La distancia entre picas a determina la profundidad a la que es medida la resistividad del terreno, por lo tanto, la prueba debe ser repetida en diferentes distancias entre picas hasta la identificación de la distancia entre ellas (y por lo tanto la profundidad) a la que corresponde el menor valor de resistividad. Tal profundidad tendrá que ser luego físicamente alcanzada por las conexiones con tierra de la instalación de tierra. Inserte las 4 bananas Negra, Roja, Azul y Verde de los cables de medida en los correspondientes terminales de entrada al instrumento E, S, H, ES.

Conectar los cocodrilos según la conexión indicada en la figura adjunta.

El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra es de 10 omh (preferentemente no mayor a 5 omh). (Norma Iram 2281,1984, parte II y III).

g. Clasificación de las áreas

En los emplazamientos donde existe presencia de polvo se hace necesario, y debería ser obligatorio por normativa de seguridad industrial y laboral, determinar una clasificación de zonas en función del riesgo de producirse una atmósfera peligrosa. (Francesc Escuer Ibars, 2005)

En función de esta clasificación se adoptan las medidas de seguridad para el material eléctrico y no eléctrico, así como los EPP de los operarios, para garantizar una baja probabilidad de ocurrir una explosión o incendio. (Francesc Escuer Ibars, 2005)

Los parámetros que se utilizan para determinar las zonas son los siguientes:

- > Presión interna de sistemas de contención de polvo.
- > Altura de la fuente de emisión.
- > Caudal de emisión.
- > Humedad del polvo combustible.
- > Tipo de ambiente (cerrado o abierto).
- > Velocidad de sedimentación del polvo.
- > Velocidad del aire.
- > Tamaño medio de las partículas.

La norma de referencia para la clasificación de zonas en emplazamientos donde el polvo combustible está o puede estar presente es la **UNE-EN 60079-10-2:2016 “Atmósferas explosivas. Parte 10-2: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas de polvo”**(o sus equivalencias EN 60079-10-2:2015 / IEC 60079-10-2:2015) El procedimiento general consta de los siguientes pasos:

(Francesc Escuer Ibars, 2005)

g.1. Identificación de los emplazamientos

Se identifican los emplazamientos y sus distintas características. (Francesc Escuer Ibars, 2005)

g.2. Identificación de las sustancias inflamables

Se identifican todas las sustancias inflamables presentes y sus características significativas: tamaño de partículas, humedad, resistividad eléctrica, parámetros de inflamabilidad (temperatura mínima de inflamación en capa y en nube, concentración mínima explosiva, energía mínima de inflamación) y explosividad (presión máxima de explosión, K_{max}). (Francesc Escuer Ibars, 2005)

g.3. Identificación de las fuentes de escape

Se identifican las fuentes de escape y se verifica si existe la posibilidad de eliminarlas o limitar lo más posible la cuantía del escape. (Francesc Escuer Ibars, 2005)

g.4. Grado de escape

Para cada fuente de escape se establece la frecuencia y duración (grado de escape) de emisión de sustancias pulverulentas y se comprueba la posibilidad de eliminar o limitar lo más posible los escapes de grado continuo y de grado primario, o al menos se comprueba si se pueden reducir los caudales. (Francesc Escuer Ibars, 2005)

g.5. Influencia de las capas de polvo

Se analiza la influencia de las capas de polvo que se formen o puedan formarse, teniendo en cuenta las características de las operaciones y procedimientos de limpieza y mantenimiento. (Francesc Escuer Ibars, 2005)

g.6. Determinación del tipo de zona peligrosa

Para cada fuente de escape se determina el tipo de zona peligrosa. (Francesc Escuer Ibars, 2005)

g.7. Estimación de la extensión de la zona

Para cada fuente de escape se estima la extensión de la zona. (Francesc Escuer Ibars, 2005)

g.8. Clasificación del lugar peligroso

La clasificación del lugar peligroso se obtiene del conjunto de las zonas peligrosas individuales determinadas como se indica en los puntos precedentes.

Definición de las zonas

Debido a que aún pueden encontrarse algunas instalaciones clasificadas conforme a códigos antiguos ya derogados, debe comenzarse con una advertencia: todas las clasificaciones de zonas para emplazamientos de Clase II (polvos combustibles) basadas en DOS TIPOS DE ZONAS deben considerarse no válidas. La explicación histórica de tales clasificaciones en España reside en que el antiguo Reglamento Electrotécnico (hoy en día modificado [9]) se refería

a sólo dos clases de zonas, una para situaciones de polvo en suspensión y otra para capas de polvo, denominadas respectivamente Zona Z y Zona Y.

Clasificación de zonas en atmósferas explosivas (Francesc Escuer Ibars, 2005)

Esa clasificación también aparecía en normas antiguas internacionales, como la CEI 1241-3. Por su parte, las normas norteamericanas National Electrical Code (NEC) también basaban la clasificación en un esquema de dos niveles de probabilidad de formación de atmósfera explosiva, que denominaban División 1 (sustancia presente en condiciones normales) y División 2 (sólo bajo condición de fallo o avería). Igualmente, las normas alemanas contemplaban dos tipos de zonas para instalaciones con polvos combustibles: zona 10 y zona 11

Todas estas clasificaciones se considerarán incorrectas y se citan aquí pues aún pueden encontrarse en la bibliografía y en algunas instalaciones ya clasificadas.

La clasificación para zonas por polvos según el enfoque de las nuevas directivas sobre atmósferas explosivas se basa en TRES TIPOS DE ZONAS, zona 20, zona 21 y zona 22.

Zona 20: Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire está presente de forma permanente, o por un período de tiempo prolongado o con frecuencia. Y compararla con la que aparece en el documento prenormativo PNE 202004-3, equivalente a la norma IEC 61241-3: Área en la que el polvo combustible está presente de forma continua o frecuentemente, durante el funcionamiento normal, en cantidad suficiente como para formar una concentración explosiva con el aire, y/o en la que pueden formarse capas de espesor excesivo e incontrolable.

Según esta última, las capas de espesor excesivo e incontrolable constituyen por sí solas zonas 20, mientras que la definición previa, propuesta en esta guía, así como en la directiva ATEX de instalaciones, en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las normas de origen CEN no se incluye esa referencia a las capas de polvo.

¿Existe una contradicción en estas definiciones? Debe tenerse en cuenta que esta última definición es la que, en principio, está previsto convertir en norma UNE, lo que podría contradecir todo el trabajo normativo de CEN y, por supuesto, el concepto de lo que debe considerarse como zona 20. Conviene, por tanto, analizarlo detenidamente. El documento PNE 202004-3 establece que “las capas de polvo de espesor no controlable sólo se encuentran en el interior de los equipos, siempre que se hayan tomado medidas adecuadas para evitar su acumulación en el exterior”. Y afirma, al referirse a las instalaciones que “las capas de polvo en el exterior de los equipos son, en principio de espesor controlable”.

Con estas afirmaciones las dos definiciones convergen, al haber acuerdo en que sólo los interiores de los equipos deben clasificarse como zona 20, pues fuera de ellos no habrá cantidad de producto suficiente como para formar atmósfera explosiva continuamente, o por largos períodos o frecuentemente. Esto debería ser así, pero, desgraciadamente, sigue sin ser cierto en numerosas instalaciones de procesamiento de polvos combustibles, en las que aún pueden observarse fuera de los equipos enormes cantidades de polvo. Y la futura norma termina reconociéndolo, al admitir que “si se forman capas de espesor no controlable (por mal mantenimiento), lo que es inaceptable, darán lugar siempre a zona 20.

Esta posibilidad no está directamente contemplada en las normas CEN, que de forma general consideran sólo zona 20 el interior de los equipos, por lo que no es admisible considerar capas de polvo incontroladas fuera de los equipos. Toda una declaración de lo que no es aceptable por inseguro.

La regla general será, por consiguiente, considerar las capas de polvo como fuentes de escape. Y si existieran cantidades de polvo permanentemente en cantidad suficiente para generar atmósfera explosiva, podrían llegar a considerarse como fuentes de escape de grado continuo.

Debe tenerse presente que, normalmente, la capa de polvo contiene suficiente cantidad para formar atmósfera explosiva.

Para un producto pulverulento o granulado con una densidad en masa típica 500 kg/m³, una capa de sólo 1 mm de espesor daría lugar a una concentración de 100 g/m³ al dispersarse homogéneamente en un recinto (zona de producción, sala de trabajo, etc.) de altura 5 m. Si en lugar de dispersarse en

todo el recinto sólo lo hiciera hasta una altura de 1 m sobre el suelo, entonces la concentración sería de 500 g/m³. Si se trata de un conducto de diámetro 0,25 m, una capa de sólo 0,1 mm proporcionaría una concentración superior a 1000 g/m³ en su interior. La ventaja de que el polvo esté depositado en el interior de un conducto es que la atmósfera explosiva se crea sólo dentro del conducto, con lo que se tiene controlada la zona peligrosa.

Por el contrario, cuando el polvo sale fuera del conducto o de cualquier equipo y se deposita en el exterior, la atmósfera explosiva se extiende hacia zonas que teóricamente deberían ser seguras.

Finalmente, debe tenerse presente que pueden formarse capas peligrosas a partir de nubes de polvo muy diluidas, ya que, si no se controla, el proceso de sedimentación del polvo puede prolongarse largos períodos, resultando en una cantidad no despreciable de producto.

Clasificación formal (Francesc Escuer Ibars, 2005)

Principios de la clasificación de las áreas de riesgo en zonas (Francesc Escuer Ibars, 2005)

Se consideran áreas de riesgo aquéllas en las que pueden formarse atmósferas explosivas en cantidades tales que resulte necesaria la adopción de precauciones especiales para proteger la seguridad de los trabajadores afectados. Todas las sustancias inflamables o combustibles se consideran capaces de formar atmósferas explosivas a no ser que el análisis de sus propiedades demuestre lo contrario.

La clasificación zonal se basa en las características del material (tamaño de partícula, humedad del polvo, parámetros de explosividad), en la presencia de acumulaciones de polvo o fuentes de escape y en la probabilidad de que se puedan formar mezclas explosivas polvo/aire.

Para determinar las posibilidades de escape en los lugares por donde el polvo sale despedido, es liberado o puesto en suspensión, deben tenerse en cuenta parámetros del proceso, tales como:

- Presiones superiores a la atmosférica
- Velocidad de transporte

- Velocidad de extracción de polvo
- Altura de caída
- Tamaños de partículas
- Contenido de humedad

Las nubes y capas de polvo se consideran de forma separada, ya que una nube de polvo es una atmósfera potencialmente explosiva en sí misma, mientras que una capa de polvo representa un riesgo latente. Por eso se considera que una capa de polvo actúa como una fuente de escape y, en consecuencia, se trata como tal a la hora de establecer la clasificación de zonas.

En el interior de los equipos donde se almacenan, manipulan o procesan productos pulverulentos, a menudo no pueden evitarse las capas de polvo de espesor incontrolado, ya que forman parte del propio proceso.

Por el contrario, las capas de polvo que se forman en el exterior de los equipos deben ser controladas (por ejemplo, mediante una limpieza diaria) hasta alcanzar un nivel aceptable. Conseguir el nivel adecuado puede tener consecuencias en la selección de los equipos eléctricos o no eléctricos. La idoneidad del mencionado nivel depende entre otros factores, de las características del polvo y de la temperatura superficial del equipo o maquinaria.

En la mayoría de los casos, una capa de polvo de tan solo 1 mm de espesor contiene suficiente cantidad de éste para crear una mezcla polvo/aire explosiva. En este caso, el área deberá ser clasificada.

Debe recordarse que, con el tiempo, es posible la formación de capas de polvo peligrosas a partir de una nube de polvo cuya concentración esté muy por debajo de la concentración mínima explosiva.

Capas de polvo (Francesc Escuer Ibars, 2005)

La presencia y duración de acumulaciones de polvo puede modificar la probabilidad de formación de atmósferas explosivas en función de las operaciones de mantenimiento y limpieza. Se pueden considerar tres actuaciones:

a) Buen mantenimiento y limpieza

No se requiere clasificación zonal cuando en ningún momento se llegan a acumular capas peligrosas.

b) Mantenimiento y limpieza suficientes

Esta situación corresponde a la formación de capas de polvo no despreciables, pero de corta duración (menos de un relevo). Según la probabilidad de que se produzca la dispersión en funcionamiento normal se establece la clasificación. La dispersión será probable, por ejemplo, en zonas de tránsito de personal o máquinas, en capas depositadas sobre equipos móviles o que producen vibraciones o sacudidas durante arranques y paradas, etc.

La dispersión será poco probable en zonas alejadas del paso del personal, en zonas libres de corrientes y alejadas de máquinas con movimiento o vibración.

c) Mal mantenimiento y limpieza

Corresponde al caso en que se forman capas de polvo no despreciables y persistentes (con duración mayor que un relevo).

Según se ha indicado, cuanto mayor es la probabilidad de que se forme o esté presente una atmósfera potencialmente explosiva, mayores deben ser las exigencias de los equipos que se van a instalar.

Es importante señalar que dentro de un mismo emplazamiento pueden coexistir diferentes tipos de zonas, cada una con sus correspondientes exigencias. A veces es posible desplazar un equipo eléctrico (por ejemplo, luminarias, timbres, altavoces) una distancia corta, pero suficiente para que el equipo quede instalado en una zona de menor grado de exigencia.

Extensión de las zonas (Francesc Escuer Ibars, 2005)

La distancia, en cualquier dirección, entre el borde de una fuente de emisión y el punto donde el riesgo asociado se considera inexistente depende de:

- cantidad de polvo
- caudal
- tamaño de polvo
- contenido de humedad

Es difícil definir un criterio único y, por desgracia, no se conocen fórmulas o expresiones experimentales que permitan definir la extensión de las zonas debidas a polvo con la precisión existente para las zonas de gases.

En general, se tomará normalmente una distancia de 1 m alrededor de la fuente de escape y hasta el suelo o superficie sólida.

Como el polvo se deposita y forma capas, a veces a distancias considerables, también de forma general se debe definir la extensión de la zona clasificada hasta los límites que se extienda la capa de polvo.

Un emplazamiento clasificado como zona 20 se debe considerar que es inaceptable como zona de trabajo, es decir, nunca deberían entrar personas en zonas clasificadas como zona 20.

Si hay una fuente de escape de grado secundario en el exterior de un equipo o local, se definirá una zona 22 en el exterior, normalmente 1 m alrededor escape.

A continuación, se presentan algunos ejemplos típicos de extensión de las zonas:

Zona 20

La extensión de la zona 20 será:

– el interior de los conductos y equipos que producen y manipulan polvo, en los que están presentes de forma continua o frecuente mezclas polvo/aire explosivas

– el interior de equipos que contienen polvo donde pueden formarse capas de polvo de espesor excesivo e incontrolable

Si en el exterior del equipo que contiene polvo hay continuamente presente una mezcla polvo/aire explosivo, se requiere una clasificación de zona 20. Sin embargo, esta situación es inaceptable en áreas de trabajo.

Zona 21

En la mayoría de las circunstancias, la extensión de la zona 21 puede definirse por evaluación de las fuentes de escape que causan mezclas polvo/aire

explosivas o capas de polvo peligrosas o ambas a la vez, en relación con el ambiente.

La extensión de la zona 21 será:

- el interior de algunos equipos de manipulación de polvo en los cuales es probable que exista una mezcla polvo/aire explosiva

- la extensión del área exterior al equipo, formada por una fuente de escape, también depende de diversos parámetros del polvo como velocidad de flujo, tamaño de partícula, cantidades de polvo y contenido de humedad en el producto. Esta zona suele ser de pequeña extensión:

- una fuente de escape característica normalmente origina una mezcla polvo/aire explosiva cuya extensión no suele ser superior a 1 m del perímetro de la fuente (caso de una puerta de inspección abierta), y se extiende en vertical y hacia abajo hasta alcanzar el suelo o el nivel del piso inferior

- cuando la extensión del polvo esté limitada por estructuras mecánicas (paredes, etc.) pueden tomarse como límites de la zona las superficies de éstas

- consideraciones prácticas pueden hacer deseable clasificar toda el área en estudio como zona 21

Si se acumulan capas de polvo en el exterior de una Zona 21, puede requerirse una posterior clasificación para tener en cuenta la extensión de la capa así como las posibles dispersiones de la capa que pueden producir una nube.

Zona 22

En la mayoría de las circunstancias, la extensión de la zona 22 puede definirse por evaluación de las fuentes que causan mezclas polvo/aire explosivas, en relación con el ambiente.

La extensión de un área formada por una fuente de escape también depende de diversos parámetros del polvo como cantidad de polvo, velocidad de transporte, tamaño de partícula y contenido de humedad en el producto:

- normalmente la zona será de una anchura horizontal de 1 m alrededor de la fuente de escape y se extenderá verticalmente hacia abajo hasta alcanzar el suelo o el nivel del piso inferior.

- cuando la extensión del polvo esté limitada por estructuras mecánicas (paredes, etc.) pueden tomarse como límites de la zona las superficies de éstas

– consideraciones prácticas pueden hacer deseable clasificar toda el área en estudio como zona 22

En el caso de áreas exteriores a los edificios (al aire libre), los límites de la zona 22 pueden verse reducidos como consecuencia de las condiciones climáticas como viento, lluvia, etc. Normalmente será suficiente un área de 1 m de anchura alrededor de la fuente de escape.

Una zona 21 no confinada (no limitada por estructuras mecánicas, como un reactor con un tragante abierto) situada en su interior, estará siempre rodeada por una zona 22. Esto es consecuencia de la formación de capas de polvo.

Si se acumulan capas de polvo en el exterior de una Zona 22, puede requerir una posterior clasificación para tener en cuenta la extensión de la capa, así como las posibles dispersiones de la capa que puedan producir una nube.

Es importante tener esto presente, especialmente si se establece la clasificación de zonas sobre planos o en la fase de proyecto, ya que la experiencia indica que, con el tiempo, la extensión de las zonas puede ser superior a la prevista inicialmente como consecuencia de la capacidad del polvo de llegar hasta distancias mayores y formar allí capas de polvo. En estos casos, debe revisarse la clasificación de zonas cuando se realice la puesta en marcha de la instalación o, mejor aún, un cierto tiempo después.

Ejemplos de designación de zonas (Francesc Escuer Ibars, 2005)

Las capas, acumulaciones y montones de polvo se deben considerar como cualquier otra fuente de escape que puede formar una atmósfera explosiva.

Zona 20

Ejemplos de emplazamientos que pueden dar lugar a zona 20 dentro de almacenamientos de polvo:

- tolvas, silos, etc.;
- ciclones y filtros;
- sistemas de transporte de polvo, excepto algunas partes de transportadores de bandas y de cadenas, etc.;
- mezcladores, molinos, secadores, equipos de ensacado, etc.;

Zona 21

Ejemplos de emplazamientos que pueden dar lugar a zona 21:

- áreas exteriores a contenedores de polvo y en las proximidades a puertas de acceso sometidas a aperturas frecuentes o retiradas por motivos operativos, cuando en el interior hay presentes mezclas polvo/aire explosivas;
- áreas en el exterior de equipos que contienen polvo y en las proximidades de puntos de carga y descarga, alimentadores de cinta, puntos de muestreo, estaciones de descarga de camiones, puntos de transferencia de cintas, etc., donde no se hayan adoptado medidas para evitar la formación de mezclas polvo/aire explosivas;
- áreas exteriores a los equipos que contienen polvo, donde se acumula el polvo y en las cuales, debido a las operaciones de proceso, la capa de polvo tiene probabilidad de verse perturbada y originar mezclas polvo/aire explosivas;
- áreas alrededor de las salidas de ciclones y filtros de mangas (el área de salida de estos equipos siempre contiene pequeñas cantidades de polvo extremadamente fino, actuando como una fuente continua con baja concentración), cuando el polvo llega a acumularse cerca de las salidas debido a largos períodos de tiempo, de forma que puede dar lugar a mezclas polvo/aire explosivas si las capas de polvo se ven perturbadas.

Zona 22

Ejemplos de emplazamientos que pueden dar lugar a zona 22:

- salidas de los respiraderos de filtros de mangas, ya que en caso de un mal funcionamiento pueden emitir mezclas polvo/aire explosivas.
- emplazamientos próximos a equipos que han de abrirse con poca frecuencia, o equipos que por experiencia se sabe que pueden dar lugar a pérdidas y que a consecuencia de una presión superior a la atmosférica el polvo saldrá despedido; equipos neumáticos (presión positiva), conexiones flexibles que pueden resultar dañadas, etc.;
- equipos de seguridad asociados con el venteo de explosiones como discos de ruptura o puertas antiexplosión que pueden dar lugar a una liberación de polvo cuando se abren;

– almacenamientos de sacos que contienen productos pulverulentos. Durante la manipulación de los sacos puede producirse la rotura de estos, dando lugar a escapes de polvo;

– áreas normalmente clasificadas como zona 21 podrían llegar a clasificarse como zona 22 cuando se empleen medidas para prevenir la formación de mezclas polvo/aire explosivas. Estas medidas incluyen la captación de polvo en los escapes. Dichas medidas deberán emplearse en las proximidades de los puntos de llenado y vaciado de sacos, alimentadores de bandas, puntos de muestreo, estaciones de descarga de camiones, puntos de transferencia de cintas, etc.;

– áreas donde se han formado capas de polvo controladas siendo improbable que lleguen a originar mezclas polvo/ aire explosivas. En la mayoría de los casos una capa de polvo contiene suficiente cantidad de éste para originar una mezcla polvo/aire explosiva. El área sólo podrá ser clasificada como segura si las capas de polvo son retiradas mediante limpieza antes de que se puedan formar mezclas polvo/aire peligrosas.

Si las capas de polvo de espesor incontrolado se encuentran únicamente en el interior de los contenedores de polvo, es señal de que se han tomado las medidas adecuadas contra las acumulaciones de polvo en el exterior de los equipos.

Sin embargo, en el exterior de los sistemas de confinamiento de polvo, todos los tipos de escapes que originen una capa de polvo incontrolada (inadecuado mantenimiento de la limpieza) que resulte inaceptable, darán lugar a una zona 20.

Como Acción Básica, tendiente a que sea el puntapié inicial para cualquier actividad de control de Cambio de Ingeniería, o de Inspecciones Planeadas, a modo de ejemplo se toma la siguiente clasificación de las Zonas de una Planta que pueden visualizarse en la figura 12 que se muestra a continuación:

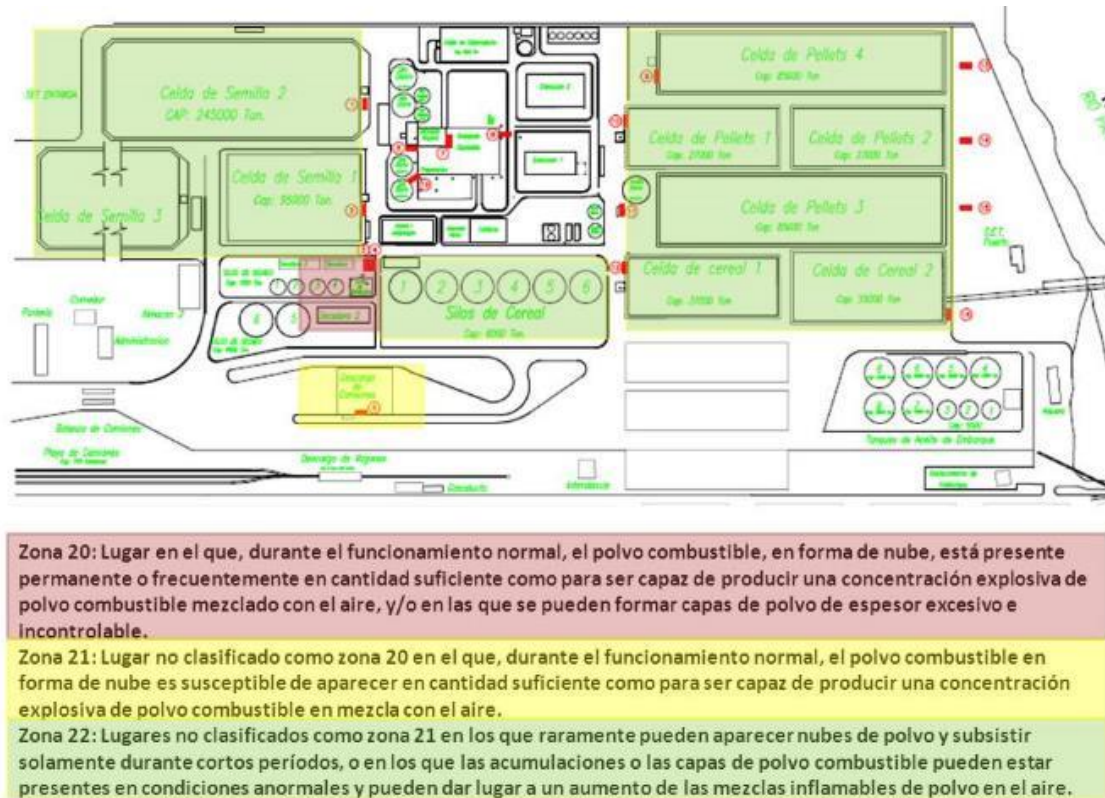


Figura 12- Ejemplo de clasificación de zonas de una Planta. Francesc Escuer Ibars (2005), Centro de Seguridad y Condiciones de Salud en el Trabajo de Lérida. Departamento de Trabajo e Industria

h. Creación de un Procedimiento Gral. Para minimizar el Riesgo de explosión de polvo.

Resulta indispensable la creación de un procedimiento donde se puedan fijar pautas para el relevamiento de riesgos de explosiones de polvo debidos a las condiciones del lugar y al tipo de equipamiento instalado en el mismo.

En este procedimiento se puede establecer lineamientos para la construcción, equipamiento y operación en las instalaciones susceptibles de presencia de polvos combustibles, a los efectos de minimizar tanto el riesgo de ocurrencia de explosiones como los daños en caso de que fallen las medidas de prevención.

En Capítulo 9 “Propuestas de Mejoras”, punto 9.2 se encuentra un ejemplo de procedimiento general que puede implementarse, sin obviar el análisis de tareas críticas que veremos a continuación, ya que sirve para complementar al mismo.

i. Identificación de Tareas Críticas

La Compañía debe trabajar con grupos interdisciplinarios para identificar las actividades que puedan generar algunas de las condiciones necesarias para una explosión de polvo. Posteriormente trabajar sobre las mismas evaluando la criticidad. Aquellas que son críticas, deben ser controladas mediante procedimientos de trabajo.

Son identificadas como tareas de Riesgo en empresas de este rubro las siguientes:

- Descarga de Camiones
- Descarga de Vagones
- Transporte de material entre Torre de Manipuleo y Silos
- Transporte de Material entre Torre de Manipuleo y Celdas
- Transporte de Material en Túneles

A continuación, se muestra el tipo de formulario que podría ser usado para esta identificación y evaluación.

PRINCIPALES RIESGOS INVOLUCRADOS					OBSERVACION DE ACCIONES INSEGURAS
RIESGOS FISICOS	RIESGOS QUIMICOS	RIESGOS BIOLOGICOS	RIESGOS ERGONOMICOS	RIESGOS DE ACCIDENTES	

Ing. Ramos, Melina
 “SEGURIDAD PARA PREVENIR, PROTEGER, MITIGAR Y CONTROLAR LAS EXPLOSIONES DE POLVO
 DE CEREAL EN PLANTAS AGROINDUSTRIALES”

Ruidos	Polvos	Virus	Esfuerzo físico intenso	Posiciones físicas inadecuadas	REACCIONES DE LAS PERSONAS - Ajustan o agregan Equipo de Protección Personal
Vibraciones	Humos	Bacterias	Levantamiento y transporte de pesos con las manos	Máquinas y equipos sin protección	- Cambian de Posición - Reacomodan su trabajo
Radiaciones Ionizantes	Nieblas	Protozoarios	Exigencia de postura inadecuada	Herramientas inadecuadas o defectuosas	- Paran o dejan de trabajar - Colocan descargas a Tierra - Colocan bloqueos
Radiaciones no ionizantes	Neblinas	Hongos	Control rígido de la productividad	Iluminación inadecuada	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL
Frio	Gases	Parásitos	Imposición de ritmos de trabajo excesivos	Electricidad	- Cabeza
Calor	Vapores	Bacilos	Trabajo en turno o nocturno	Posibilidad de incendio o explosión	- Brazos y manos - Ojos y cara
Presiones Anormales	Sustancias, mezclas o productos químicos en general		Jornadas de trabajo prolongadas.	Almacenamiento inadecuado	- Tronco - Oídos
Humedad			Monotonía y repetitividad	Caídas	- Piernas y pies - Aparato respiratorio
			Otras situaciones que puedan originar stress físico y/o psíquico.	Animales Venenosos	POSICIONES DE LAS PERSONAS
				Otras situaciones de riesgo que podrían contribuir para la ocurrencia de accidentes	- Golpear contra objetos o ser golpeado por objetos - Quedar atrapado en dentro o entre objetos - Caídas - Contacto con temperaturas extremas

LISTA DE CONTROL		
<p>- Cuando el trabajo no posee procedimiento escrito (No rutinario) se debe hacer AST</p> <p>- El Coordinador del área y el Resp.del Trabajo son responsables de determinar la necesidad de aplicar el AST.</p> <p>- El AST debe ser hecho en el lugar donde será ejecutado el trabajo.</p> <p>- El Coord. del área y el Resp.del trabajo, todo el personal afectado y los técnicos especialistas que sean necesarios deberán participar de la planific. y elaboración del AST</p>	<p>- En tareas de larga duración, principalmente fuera de horario de trabajo se deberá considerar la necesidad de renovar el AST.</p> <p>- El Coordinador del área y el responsable del trabajo son los responsables de auditar el cumplimiento de las condiciones de seguridad durante la realización del trabajo.</p>	<p>- Contacto con energía eléctrica</p> <p>- Inhalación -</p> <p>- Absorción -</p> <p>- Ingestión de una sustancia peligrosa.</p> <p>- Sobre esfuerzo</p> <p>HERRAMIENTAS Y EQUIPOS</p> <p>- Empleo de herramientas y equipos inadecuados para el trabajo</p> <p>- Empleo incorrecto de herramientas y el equipo.</p> <p>- Empleo de herramientas y equipos en condiciones inseguras</p> <p>PROCEDIMIENTO, ORDEN Y LIMPIEZA</p> <p>- Inadecuados para el trabajo</p> <p>- No son conocidos ni comprendidos por todos los involucrados</p> <p>- Se conocen y se comprenden, pero no se cumplen.</p>

ANALISIS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO (AST)		Pág.	de
TAREA NO RUTINARIA: DE EMISION:			FECHA
AREA: VALIDO HASTA:			
PARTICIPANTES:		FIRMAS:	
_____		_____	
_____		_____	
ETAPAS DEL TRABAJO	RIESGOS ASOCIADOS (Guía - ver al dorso)	ACCIONES CORRECTIVAS PARA RIEGOS ASOCIADOS	QUE PUEDE FALLAR

Formulario 03- ejemplo de formulario para Análisis de Tarea Segura

Los procedimientos de trabajo deberán indicar:

- Describen peligros y riesgos
- Medidas protectoras y mejor forma de hacer el trabajo
- Donde existe el riesgo
- El uso de Permisos de Trabajo cuando sean necesarios
- Los EPP a utilizar
- Las acciones en caso de emergencia

j. Capacitación

Se debe proporcionar a los trabajadores formación al ingreso a la compañía, cuando se traslada a otros sectores, o con modificaciones de equipamientos y/o tecnologías

1. Inducciones de Seguridad para el Ingresante.

Se debe contemplar la capacitación del personal desde el Ingreso a la misma. Cualquier persona que ingrese a la empresa, debe pasar en sus primeros días de planta por un proceso de Inducción en donde se aporten los conocimientos básicos y específicos para que el nuevo personal pueda realizar sus actividades en forma Segura para él y el entorno.

Dicha Inducción debe incluir: La lectura completa de las Normas Básicas de Seguridad, una charla con el Jefe de Seguridad, una Capacitación áulica, una evaluación de todo lo impartido, una Inducción a Medio Ambiente, una recorrida de planta, y una revisión específica de los riesgos propio del sector para el que fue tomado. La Inducción del Ingresante deberá ser dentro de los 5 días hábiles.

2. Formación de trabajadores

También, transcurrido el tiempo, se debe seguir brindando a los trabajadores una formación e información adecuadas y suficientes sobre los riesgos de explosión

existentes en el lugar de trabajo y de las medidas de protección en caso de explosiones. El plan de capacitación deberá incluir como mínimo:

- Capacitación específica sobre explosión de Polvo
- Control de Sistemas de Aspiración y Captación
- Capacitación específica para Brigadistas
- Simulacros de Incendio y Explosión
- Inspecciones Planeadas de Condiciones de Riesgo
- Herramientas y EPP
- Procedimientos específicos de cada Tarea Crítica

k. Inspecciones Planeadas

Como buena práctica, se debe contemplar realizar Inspecciones Generales de Seguridad, en búsqueda de condiciones subestándares, en este plan de inspecciones de seguridad deberá participar, no solo personal específico de seguridad industrial, sino también personal propio del sector, incluyendo a todos los mandos: jefe, supervisor y operario, de esta manera ayudamos a que todos se acostumbren a mirar temas inherentes a la seguridad, con el tiempo esta práctica se hace un hábito.

PROGRAMA DE INSPECCIONES																								
Inspección AREA/SECTOR/EQUIPO/ELE MENTO	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	#	#	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
INSPECCIONES DE SEGURIDAD																								
Control de Celda																								
Control de Herramientas																								
Control red de incendio (valvulas teatros)																								
Control red de incendio TK Fuel Oil																								
Control Sala de Bombas																								
Control sistema contra incendio (Extintores)																								
Control sistema contra incendio (Gab y mang)																								
Control sistema contra incendio (Monitores)																								

¿Los contenedores están identificados y se respeta su contenido?					
Medios de Comunicación	OK (5)	Lev (3)	Sig (2)	Grv (1)	Desvíos y Plan de Mejoras
¿Los caminos de circulación están marcados y libres de cualquier obstáculo?					
¿Las puertas de emergencia se encuentran libres de cualquier obstáculo? ¿Están disponibles?					
¿Los medios de comunicación son adecuados? ¿Están disponibles?					
Máquinas y Herramientas	OK (5)	Lev (3)	Sig (2)	Grv (1)	Desvíos y Plan de Mejoras
¿La conexión eléctrica es segura?					
¿Los elementos móviles de la máquina, están protegidos de forma correcta?					
¿La máquina / herramienta cuenta con descarga a tierra?					
¿La máquina / herramienta cuenta con interruptor de parada de emergencia?					
¿La herramienta de trabajo de la máquina, presenta riesgo de proyecciones? ¿Cuenta con protección contra las mismas?					
¿La máquina cuenta con algún tipo de mantenimiento?					
¿Las herramientas manuales están en condiciones de ser utilizadas?					
Luego de ser utilizadas, ¿las herramientas manuales se guardan en un lugar destinado para tal fin? (tableros, cofre, etc)					
¿El personal está capacitado para utilizar u operar las máquinas y herramientas?					

Ing. Ramos, Melina
 “SEGURIDAD PARA PREVENIR, PROTEGER, MITIGAR Y CONTROLAR LAS EXPLOSIONES DE POLVO
 DE CEREAL EN PLANTAS AGROINDUSTRIALES”

Total Parcial	0	0	0	0					
Promedio Sector	0,00								
<u>Propios de SHyMA</u>									
Ambiente Laboral/ Protección Individual del Personal	OK (5)	Lev (3)	Sig (2)	Grv (1)	Desvíos y Plan de Mejoras				
¿El nivel de ruido es el adecuado?									
¿El nivel de ventilación es el adecuado?									
¿El nivel y tipo de iluminación es el adecuado?									
¿El personal utiliza los elementos de protección personal según lo establecido?									
¿Las instrucciones de seguridad, hojas de seguridad fueron entregadas y / o actualizadas?									
Elementos de Primera Contención (Matafuegos, botiquines, etc)	OK (5)	Lev (3)	Sig (2)	Grv (1)	Desvíos y Plan de Mejoras				
¿Los matafuegos y otros medios de lucha contra el fuego están en su lugar e identificados?									
¿Los matafuegos y otros medios de lucha contra el fuego están vencidos?									
¿Los botiquines de primeros auxilios están en su lugar e identificados?									
¿En los mismos hay elementos vencidos?									
Pararrayos	OK (5)	Lev (3)	Sig (2)	Grv (1)	Desvíos y Plan de Mejoras				
Estado de Conservación (Descarga a Tierra, Punta Captor, Cable, etc)									
Total Parcial	0	0	0	0					

Ing. Ramos, Melina
 “SEGURIDAD PARA PREVENIR, PROTEGER, MITIGAR Y CONTROLAR LAS EXPLOSIONES DE POLVO
 DE CEREAL EN PLANTAS AGROINDUSTRIALES”

Propios de SHyMA	0,00	Promedio Total	0,00
Criterios para la Puntuación de Promedios	Verde	Mayor e igual a 4,5	Continuar con las tareas - Seguimiento
	Amarillo	3,5 a 4,5	Solicitar mejora de los puntos débiles - Seguimiento periódico de las mejoras
	Rojo	Menor e igual a 3,5	Si el caso lo requiere detener la tarea - Implementar plan de mejoras
Resultado de la Puntuación Sector	0		
Resultado de la Puntuación SHyMA	0		
Firma Evaluador:	0		

Formulario 05. Ejemplo de checklist de Evaluación de Ambiente y SySO

Se incluirán también la realización de chequeos con el fin de detectar situaciones de riesgo por polvo:

Fecha:		Planta - Línea:		Quién diagnosticó?:			
Documento D	Observación O	Pregunta P	Checklist para Prevención de Explosiones de Polvo	A	De las cuatro opciones marcar con "X" la más próxima a la realidad de la Planta / Línea		Cumplimiento 90 a 100 %
				B			Cumplimiento < 80%
				C			Cumplimiento 80 a 90 %
				D			
Tema		Valores		Peso	%	btendid	Observaciones
1.1	Se realizó la clasificación de las áreas según el riesgo de atmósfera explosiva A-SI B-N/A C-Parcialmente D-No se realizó			15	0%	0	
1.2	Se realizó el relevamiento de riesgos para definir las adecuaciones de instalaciones para prevención de explosiones de polvo A-Se realizó el relevamiento y se acuerdo el Listado B-Se realizó el relevamiento y no se acuerdo el listado C-N/A D-No se realizó nada			15	0%	0	
1.5	Se generará un plan de acción de las condiciones no cumplidas según relevamiento A-Hay un plan y se cumple B-Hay un plan y no cumple C-N/A D-No hay nada			25	0%	0	
TOTAL				55	Cumplimiento	0	0%

Formulario 06. Ejemplo de checklist para prevención de explosiones

I. Frecuencia de Limpieza_ Registros

Teniendo en cuenta en esta investigación, que el mayor porcentaje de probabilidad de explosiones se puede disminuir evitando la acumulación de polvo, resulta fundamental diseñar un procedimiento y plan de limpieza de manera programada.

- La limpieza de silos, túneles, y pié, entre otros, de elevadores se ajustará, dentro de las posibilidades y necesidades, al “Cronograma de Limpieza del Sector”

Esta periodicidad es aproximada y variará (dentro de plazos considerables) de acuerdo con las circunstancias operativas.

- Los registros asociados a la limpieza de silos, túneles, y pie de elevadores, entre otros, deberán quedar asentados en una “Planilla de tareas de limpieza realizadas” o en el caso de que la limpieza escape al programa por ser una tarea extraordinaria, deberá asentarse en una “Planilla de tareas extraordinarias”

Se presenta ejemplo de cómo se recomienda ir programando la limpieza mes a mes según elementos del proceso

PROGRAMA ANUAL DE TAREAS DE LIMPIEZA - MATERIAS PRIMAS																								
AREA / SECTOR / EQUIPO / ELEMENTO	PROGRAMA ANUAL DE LIMPIEZA																							
	Enero					Febrero					Marzo					Abril					Mayo			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
CALADO																								
Calador este																								
Calador oeste																								
SECTOR PRINCIPAL																								
Limpieza piso de plataforma de descarga 4			M					M			M					M							M	
Limpieza piso de plataforma de descarga 5			M					M			M					M							M	
Limpieza piso de plataforma de vagones			M					M			M					M							M	
Limpieza General en Plataformas de descargas																								
Limpieza de Pozo de elevadores de recepción			B							B									B					
Limpieza en el pozo de hidráulica		B									B													
Limpieza de tunel Redler 13			B							B										B				
Limpieza de tunel Redler 14			B							B										B				
Limpieza de tunel Redlers 15, 16 y 15 corto			B							B										B				
Limpieza de tunel Celda 25					T																		T	
Limpieza de pozo de elevador Celda 25					T																		T	
Limpieza de tunel Silón 26									T															
Limpieza de pozo de elevadores Silon 26									T															
Limpieza de tunel Celda 27								T															T	
Limpieza de pozo de elevador Celda 27								T															T	
Limpieza gral. de cinta Nro 2 (Celda 25)																								
Limpieza gral. de cinta Nro 11 (Celda 27)																								
Limpieza gral. de cinta Nro 4 (Celda 26)																								
Limpieza gral. de redler 3,4 y 5 (Celda 20)																								
SECTOR DE SECADORAS																								
Limpieza de Gadar 120	Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q	
Limpieza de MEGA	Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q	
Limpieza de Iradi 120	Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q	
Limpieza de Iradi 150	Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q	
Limpiaz dif. niveles de Torre de Noria (oscabaldes)			B											B										
LIMPIEZA DE BALANZAS CLARA II																								
Limpieza de Balanza de Entrada	M				M				M				M				M			M				M
Limpieza de Balanza de Salida			M					M				M				M			M				M	
PELLET																								
Limpieza general de sector Carga 1							B								B									B
Limpieza general de sector Carga 2								B								B								
Limpieza general de túnel Carga 2								B								B								
Limpieza general de pozo Carga 2								B								B								
Limpieza general de sector Carga 3									B								B							
Limpieza general de túnel Carga 3									B								B							
Limpieza general de pozo Carga 3									B								B							
Limpieza gra. 1C 16, 17 y 18						C																		C
LIMPIEZA TANQUES DE ACEITES																								
Tanque 102																								
Tanque 103																								
Tanque 104																								
Tanque 105																								
Tanque 106																								
Tanque 108																								
Tanque 109																								
Tanque 111																								
Tanque 112																								
Tanque 113																								
LIMPIEZA TANQUE DE GLICERINA																								
Tanque 101																								
Limpieza de filtros en descargas																								
Limpieza filtro descarga tks 102 a 106	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Limpieza filtro carga tks 300 a 305	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Limpieza filtro descarga tks 108 y 109	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Frecuencias: Q Tarea quincenal B Tarea bimestral
M Tarea mensual T Tarea trimestral
C Tarea cuatrimestral SM Tarea semestral
A Tarea Anual S Tarea semanal

Formulario 07. Ejemplo de cronograma de limpieza

Luego de programar la limpieza, resulta necesario chequear que la misma se lleve adelante, se puede realizar un registro de control del mismo, llevada adelante por control de Calidad:

Control de la limpieza diaria

Fecha: _____

<u>Item</u>	<u>Descripción</u>	<u>06-14 hs</u>	<u>14-22 hs</u>	<u>22-06 hs</u>
<u>Secadoras</u> (semanal)	Lavar filtros de aire y piso de Gadar 120 y 140			
	Lavar filtros de aire y piso de Iradi 150			
	Zona Redler 12s, barrer y manguerear			
	Barrer y manguerear zona de patio central y techos			
	Limpiar techo PLC y comando de secadoras			
	Barrido sobre torre principal de Norias en planta baja			
	Barrer y manguerear zona patio Iradi - oeste			
	Limpiar elev. I y P (incluir pescabaldes)			
<u>Sector celda de pellet</u>	Levantar material caído y manguerear zonas de carga			
	Control y limpieza de imanes en carga de pellet			
<u>Sector carga de crudo</u>	Lavar pisos y azulejos en casilla de bomba de carga de ref.			
	Lavar pisos y azulejos en casilla de bomba de carga de crudo			
<u>Plataformas de descarga</u>	Limpieza y barrido de la plataforma de descarga 2			
	Limpieza y barrido de la plataforma de descarga 3			
	Limpieza y barrido de la plataforma de descarga 4			
	Limpieza y barrido de la plataforma de descarga 5			

Firma de Control de Calidad

Formulario 08. Ejemplo planillo de control de limpieza

m. Monitoreo Ambientales y Ambiente laboral

En los controles de acumulación/existencia de polvo, tenemos diferentes parámetros que nos ayudan a medir existencia de polvo y resultando útil a nuestro estudio tener más referencias en nuestro estudio, tanto para cuidar la salud de los trabajadores como de nuestros vecinos, más allá del control visual y limpieza que hagamos. En tanto los resultados que arrojen los monitoreos de calidad de aire y dosimetría de polvo, nos ayudarán a entender si los sistemas de captación de polvo que tengamos instalados están funcionando correctamente o si fuera necesario realizar mejoras.

En tal sentido, se deberá incluir en plan de Monitoreo anual: Dosimetría de polvo (Decreto 351/1979) y Calidad de Aire (Ordenanza 5820/96 / Resolución 201/04), a continuación, se comparten ejemplos de lo que debería no puede faltar en un plan de monitoreos de la empresa:

PLAN ANUAL DE MONITOREO LABORAL

Programación y Seguimiento

Planta:

				B															
Aspecto			Indicador de seguimiento	Cronograma												Comentarios			
				E	F	M	A	M	JN	JL	A	S	O	N	D		Total		
H	DOSIMETRÍA POLVO	10	Dosimetría de Polvo	Previsto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	Carga de tierra, limpieza de filtros, Operador Hidráulica
				Real	0	0	0	0	0	0								0	
				%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-		

PLAN ANUAL DE MONITOREO AMBIENTAL

Cronograma Anual

Planta:
 Fecha Aprobación:
 Fecha Actualización:

Periodo:
 Responsables de Aprobación:
 Nro. Revisión: 0

Aspecto		Plan de Monitoreo							
		Acción	Frecuencia	Total, Anual	Total, Muestras	Puntos de muestreo - Cantidad y ubicación	Parámetros a monitorear	Marco Legal	
B	Calidad de aire	1	Monitoreo de Material Particulado en Suspensión (PM10) x Período Corto (20 min).	Semestral	2	12	Según esquema	PM10 x 20 min	Ordenanza 5820/96 / Resolución 201/04
		2	Monitoreo de Material Particulado en Suspensión (PM10) x Período Largo (24 hs).	Semestral	2	12	Según esquema	PM10 x 24 hs.	Ordenanza 5820/96 /

								Resolución 201/05
		3	Monitoreo de Material Particulado Sedimentable x 30 días.	Semestral	2	12	Según esquema	Sedimentable [mg/cm ² x 30 días]; Caracterización: % materia inorgánica; % materia orgánica. Ordenanza 5820/96

Figura 13. Ejemplo de cronograma a incluir en plan de monitoreo anual Laboral

Figura 14. Ejemplo de cronograma a incluir en plan de monitoreo anual de Medio Ambiente

- Polvo Total en Planta

n. Plan de emergencia

Un plan de emergencia establece procedimientos para identificar, evaluar y en casos necesarios enfrentar y responder ante situaciones de potenciales emergencias por incendio y explosión de polvo, para asegurar la Seguridad de los empleados, el cuidado del medio ambiente y la protección de los activos de la compañía.

Se debe incluir en el mismo la forma de aviso, las responsabilidades de cada empleado y la Brigada de Emergencia, la evacuación, y el tratamiento de Emergencias Contempladas, tales como:

- Incendio y explosión en Túneles
- Incendio en Secadoras de Granos
- Incendio en Secadoras de Harina
- Incendio en Tableros eléctricos
- Incendio y explosión en celdas de Almacenes y Silos
- Incendio y Explosión en Elevadores de cangilones

Lo fundamental a la hora de armar un Plan es definir claramente los distintos roles y comunicaciones. La forma de entrenamiento serán los simulacros.

o. Controles de Ingeniería

i. Generales

Independientemente de todos los chequeos y buenas prácticas que se recomiendan, es necesario establecer también mecanismos para el análisis de los controles de cambios de instalaciones, equipos, procesos y productos, asegurando que los mismos posean todas las características necesarias para evitar o minimizar la posibilidad de explosiones de polvo. Las siguientes serán características que se tendrán en cuenta en cada nueva obra:

- Los Silos serán diseñados de forma tal de limitar la propagación de cualquier desastre o colapso posterior a un accidente. Se deberán limitar el número de aperturas de los silos. Serán diseñados para una fácil limpieza y mantenimiento, también limitando el número de “trampas de Polvos”.
- Toda zona de posible atmósfera explosiva debe estar perfectamente indicada. Se deben tomar las siguientes acciones de protección contra explosiones:
 - o Colocar dispositivos de desconexión para evitar la propagación de la explosión
 - o Colocar venteos para reducir la presión de la explosión
 - o Dispositivos de resistencia contra las explosiones
 - o Estructuras de edificios que puedan resistir los efectos de una explosión
- El Diseño y construcción de equipos y edificios deben tener en cuenta todos los riesgos de incendios en todas las partes (construcción, equipo, materiales), y en especial, en los siguientes componentes:
 - o El uso de material incombustible para el esqueleto de la estructura principal
 - o El uso de muros cortafuego (1 hora) para piezas de aberturas en el piso (ascensor, escaleras, etc)
 - o Equipos de limitar la propagación del fuego
 - o sistemas de alarma
 - o sistemas de evacuación de humos
 - o Detectores de calor/ termografías
 - o Sistemas manuales o automáticos de control de incendios

- Las cintas transportadoras, cintas de ascensor, los tubos neumáticos, etc deberán ser antiestáticos y muy malos transmisores de fuego (Fire retard).
- Las áreas de carga y descarga deberán estar ubicados fuera de las áreas de almacenamiento y debe ser:
 - Lo suficientemente bien ventilada para evitar la creación de una atmósfera explosiva
 - O equipado con un sistema de captura de polvo, eliminación de polvo y sistemas de filtración
 - Las áreas deben mantenerse limpias.
- Los filtros utilizados para atrapar el polvo en varios puntos deben ser cerrados y equipadas con orificios de ventilación/ respiraderos de explosión, con apertura al exterior de los edificios, en áreas de poco tráfico. Todo el conjunto (filtro de caja y cubo de la basura) debe estar ubicado fuera del edificio. Los tubos de aspiración de los filtros están diseñados para reducir los depósitos de polvo y el flujo de aire debe ser superior a 15 m/s en todos los puntos de tubos horizontales con pendiente inferior a 30 ° de la horizontal.
- Los Equipos relacionados con el control de seguridad del silo debe ser alimentado permanentemente.
- Las estructuras metálicas o de hormigón armado, las partes metálicas, soportes expuestos al polvo, ascensores, cintas transportadoras, balanzas, limpieza, clasificación, carga y descarga de equipos y aparatos deben ser debidamente fundadas y unidos por conexiones equipotenciales y los valores de resistencia se debe comprobados periódicamente.
- Los materiales de los equipos deben ser buenos conductores con el fin de evitar cualquier acumulación de cargas electrostáticas. Cintas transportadoras y ascensores, tubos neumáticos, correas o cinturones de los demás, etc., deben tener una conductividad suficiente para limitar el exceso de acumulación de carga electrostática.
- Sobre el Silo no se debe apoyar ninguna antena, o equipos equivalentes.
- En las zonas donde existe riesgo de explosiones está estrictamente prohibido fumar o encender fuego o generar un punto caliente, capaz de

- generar un incendio o una explosión, a excepción de mantenimiento especial o trabajos de mantenimiento debidamente autorizado. En caso de uso de vehículos con motores de combustión interna, se deben tomar las precauciones para evitar cualquier incendio o explosión.
- Se colocarán rejillas en todos los pozos de recepción, con un agujero de tamaño calculado para detener materiales extraños que puedan provocar chispas en caso de choques o raspado. Debe aplicarse también a todos los silos con transporte neumático interno de productos.
 - Todos los equipos o dispositivos que manejan los productos con particulado deben ser diseñados para limitar la emisión de polvo. Los dispositivos que pudiesen emitir polvo deben estar bien cerrado y hermético, o equipados con dispositivos de succión y tubos para el transporte de la corriente de aire con polvo.
 - Las zonas de almacenamientos se deben construir de forma tal que las condiciones no favorezcan la fermentación, que podría producir puntos inflamables o autoignición. La temperatura en el almacenaje debe monitorearse sensores de control de temperatura y los datos de medición en forma periódica registrados y están equipadas con un dispositivo de alarma automática a partir de un nivel prefijado.
 - Se considerará en todas las partes mecánicas móviles protecciones contra la penetración de polvo y sistema de lubricación.
 - Todas las piezas móviles susceptibles al calor estarán equipadas con sensores de temperaturas.
 - Todos los transportes estarán equipados con sensores capaces de detectar de inmediato cualquier incidente de trabajo. Los dispositivos de detección están enclavados para frenar el funcionamiento de la instalación y están vinculados a una alarma visual y sonora.
 - Todos los elevadores de cangilones están equipados con sistemas de sensores de alineación para evitar puntos de fricción
 - La velocidad dentro de tubos neumáticos será superior a 15 m/s para evitar acumulación de polvo
 - Controles de giro en los molinos, transportes y elevadores, con el objeto de prevenir deslizamientos y la posibilidad de aparición de puntos calientes y rescoldos.

- Separadores magnéticos y prelimpieza, para remover impurezas metálicas y piedras del circuito.
- Detección de falla en filtro de aspiración (Aumento caída presión) para enclavamiento funcionamiento de equipos.
- Adecuada protección de salidas a motor con guardamotores.
- Elevadores equipados con control de velocidad, por medio de sensores de proximidad en los ejes conducidos y sistemas de control de tensión en la cinta.
- Estudio de la velocidad de los mandos, para que las velocidades tangenciales no generen superficies calientes.
- Empleo de superficies lisas en lugar de rugosas.
- Se evitan las superficies horizontales innecesarias.

ii. Eléctricos

- El silo estará protegido contra los efectos de la electricidad estática, y electricidad parásita
- La Iluminación de seguridad (luces de evacuación, asistencia, etc) debe ser tipo "C"., con Protección de Descarga.
- La vinculación de Puesta a Tierra de los equipos debe ser separado de pararrayos, pero se recomienda en algún punto unir ambos sistemas para generar un área totalmente equipotencial.
- Empleo de materiales antiestáticos, y puesta a tierra de todos los equipos y sus diversas partes para evitar descargas de electricidad estática (incluida la descarga de camiones).
- Instalación de relé diferencial en el seccionador de entrada al tablero Fuerza Motriz de planta de granos, para una sensibilidad de 300 mA., con objeto de reducir los riesgos de fuente de incendio.
- Como mínimo los motores eléctricos de los molinos tienen detención por sobrecarga de corriente eléctrica
- Los interruptores deben estar dentro de protecciones acordes con las condiciones de los locales en donde se instalarán
- Cuando los Interruptores se colocan dentro de ambientes inflamables o explosivos deben colocarse fuera de la zona de peligro.

- Los motores eléctricos deben tener protecciones contra explosiones
- Las instalaciones eléctricas deben estar contenidas en envolturas especiales seleccionadas específicamente de acuerdo con cada riesgo.
- Debe generarse protección por medio de artefactos para iluminación antideflagrantes.
- Todas las partes de la instalación eléctrica están dentro de cañerías y artefactos antideflagrantes capaces de resistir la explosión de la mezcla propia del ambiente sin propagarla al medio externo.
- La conexión entre artefactos debe realizarse en todos los casos por cañerías resistentes a explosiones, usándose selladores verticales y horizontales para compartimentar la instalación.
- Las juntas deben ser de tipo metal a metal perfectamente maquinadas.
- En los motores eléctricos antideflagrantes la salida del eje debe realizarse mediante laberintos o bujes apagachispas.
- Los artefactos, equipos y materiales utilizados en las instalaciones eléctricas especiales deben estar aprobados por organismos oficiales.

p. Mantenimiento Planeado

1. Mantenimiento de Sistemas de Control de Polvo

La mayor parte de los procedimientos de mantenimiento estarán basados en la experiencia y en los manuales provistos por el fabricante del equipo. Los manuales deben estar en poder del personal de mantenimiento y operación. Cuando se pone en funcionamiento el equipo nuevo por primera vez, deberán controlarse las circulaciones de aire y presiones versus parámetros de diseño y registrar valores correspondientes para comparaciones posteriores. Se deberán verificar ciclos y operación de sincronización más limpia. Todos los dispositivos a prueba de fallas deberán ser controlados en cuanto a su correcta operación. Se deberán revisar las canaletas con inclinaciones inferiores a los 60° para evitar derrames.

En condiciones normales, el sistema de recolección de polvo deberá ser controlado diariamente. Además de observar la corriente de aire de desagote, la condición importante a controlar es la caída de presión en las bolsas. La caída

de presión se mide fácilmente mediante el uso de un manómetro o calibre magnehélico. Este indicará el rendimiento global del sistema y además ayudará a predecir futuros problemas si la presión diferencial cambia gradualmente. Una presión diferencial alta generalmente indica uno o más de los siguientes problemas:

- Saturación de las mangas (debido posiblemente a la condensación).
- Tolva de descarga llena (debido comúnmente a polvo compactado).
- Carga de excesiva.
- Mecanismo de limpieza fuera de servicio.

Por otra parte, una presión diferencial baja indica:

- Mangas rotas o caídas.
- Pérdida de aire.
- Robinetes de prueba obturados.
- Correa de ventilador desviada.

La condensación en un sistema de aspiración puede transformarse en un problema complicado, los sistemas instalados pueden funcionar correctamente en verano y llegado el invierno presentar todo tipo de problemas debido a la condensación intermitente. Para evitar problemas con la condensación se deberá poner en funcionamiento el equipo de aspiración como mínimo 30 minutos antes de la recolección de polvo.

El programa de mantenimiento deberá establecerse de acuerdo con el número de horas durante las cuales opera el equipo. Sin embargo, dado que el “mantenimiento” implica inspección, limpieza y control, se utilizará el siguiente programa básico.

Diariamente:

1. Controlar la lectura de los indicadores de presión de todos los filtros.

2. Controlar la descarga de aire del sistema para asegurar que está limpia y libre de polvo.
3. Controlar la tolva de filtro para verificar que el polvo se esté descargando en forma continua.

Semanalmente:

1. Registrar la lectura del indicador de presión del filtro.
2. Controlar los cojinetes del ventilador y motor para verificar que la vibración no sea excesiva.
3. Si el sistema utiliza una bomba de desplazamiento positivo como fuente para el aire de limpieza de la manga o si el polvo proveniente del filtro se descarga en un sistema de transporte neumático, controlar la bomba en cuanto a vibración, ruido, sobrecalentamiento y nivel de aceite. Controlar además el filtro de toma de aire de la bomba y controlar y registrar la lectura del indicador de presión del sistema.

Mensualmente:

Realizar los controles diario y semanal, y además:

4. Controlar el nivel de aceite en todos los motores con engranajes reductores, asegurándose de no llenar en exceso.
5. Controlar los conductos y sombreretes del sistema.

Cada seis meses:

- Controlar todas las transmisiones por correa en cuanto a desgaste y tensión adecuada como así también el estado de todas las uniones flexibles.

Anualmente:

- Controlar la cantidad de aire expelida por cada sombrerete. Esto puede ser realizado de la mejor manera tomando las lecturas de la

presión estática en la línea derivada en cada sombrerete. Cada sombrerete deberá estar equipado con un puerto de tiro y este puerto deberá utilizarse para calibrar la lectura de presión estática al valor necesario para asegurar la correcta circulación de aire, generalmente 1,5 a 2,0 pulgadas según el indicador de nivel de agua.

q. Permisos de Trabajo en Caliente y Espacio Confinado

Los Permisos de Trabajo deberán ser elaborados a través del relleno de formularios específicos por colaboradores propios o de empresas contratadas, debidamente habilitados y formalmente autorizados, para Trabajos que presenten peligro potencial y que no hagan parte de las actividades rutinarias del proceso productivo industrial, del mantenimiento industrial o de las áreas administrativas, laboratorios y demás áreas de la empresa.

Se entiende por actividades rutinarias aquellas que ocurren regularmente, son desarrolladas por un colaborador propio o de empresa contratada, en su propio lugar de trabajo, y cuyo ejecutante atienda a uno de los requisitos abajo:

- Haber recibido orientación general para la actividad en su formación profesional;
- Haber adquirido comprobada experiencia en la ejecución de la actividad;
- Haber recibido orientación específica para la misma.

Durante la realización del trabajo será obligación mantener los permisos de trabajo en el área, en posición visible y protegida de intemperies.

Los formularios pueden ser confeccionados en duplicado, o bien tener talonario que se pueda cortar.

La emisión del Permiso de Trabajo debe ser obligatoria para la realización de trabajos en caliente, acompañado de un permiso de ingreso en espacio confinado.

La lista abajo presenta algunos ejemplos de actividades en calor para las cuales la emisión es obligatoria:

- La actividad o la operación de equipos que puedan producir una llama abierta, generar una chispa o crear una superficie caliente, en áreas clasificadas o no;
- Cualquier trabajo que involucre equipo o instalación eléctrica energizada, independiente de estar en área clasificada o no;
- Utilización de motores a combustión interna (compresores, generadores, compactadores de suelo, bombas, etc.);
- Servicios que exijan el uso de fuego directo en el interior de la fábrica, con excepción de las oficinas debidamente autorizadas y planeadas para soldadura y corte;
- Todos los servicios que pueden generar llamas, altas temperaturas o peligros de ignición en áreas clasificadas;
- Servicios ejecutados con el auxilio de soplete, lijadora, esmeril, equipos de soldadura, martillo, sierra, taladro, aparatos eléctricos y otras herramientas de chispas.

Un “Espacio Confinado” es todo lugar o sitio con acceso limitado de entrada y salida, con poca ventilación natural, la cual puede o no contener o generar contaminantes tóxicos, atmósferas deficientes de Oxígeno y/o inflamables. Otra de sus particularidades es que su espacio reducido y limitación de movimientos complica los desplazamientos o los rescates en caso de emergencias.

Algunos ejemplos de espacios confinados son:

- Torres, tanques de almacenaje, acumuladores, silos, calderas, hornos, vagones, cisternas de camiones y todo otro recipiente con boca de inspección o pasos de hombre.
- Espacios abiertos en su parte superior como trincheras, excavaciones, pozos, fosas, piletas, etc., con una profundidad superior a 1,20 m.
- Cámaras sépticas, alcantarillas, desagües, cañerías, túneles, cloacas, sumideros, etc.
- Lugares cerrados o recintos donde puedan acumularse gases peligrosos, humos, vapores, o polvos en concentraciones peligrosas para la salud y/o donde puedan existir deficiencias en el contenido de oxígeno.

Un Permiso de Trabajo Típico se presenta a continuación, en este caso particular en cuanto a la actividad bajo estudio, resulta indispensable contar con permisos de trabajo en Caliente y confinado:

TRABAJO EN CALIENTE

Nº: XXXX

1.1.1.1.1.1 Lista de Verificación del Permiso de Trabajo Seguro

CONTESTE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:		S I	N O	N C
1	¿ Se han quitado del área de trabajo todos los materiales inflamables o combustibles (al menos en un radio de 6m.)?			
2	Si el piso es combustible, ¿ Se ha cubierto completamente con material ignífugo dentro de un radio de 6m. alrededor del trabajo?			
3	¿ Se han protegido con barreras a prueba de llamas los materiales inflamables o combustibles cuya locación es impráctica?			
4	Si pasan por el área tuberías que contienen materiales inflamables, ¿ se han verificado que no tengan fugas y que estén protegidas de impactos potenciales?			
5	¿ Han sido aislados del resto del sistema todos los tanques/tuberías sobre los que se va a trabajar?, ¿ Se ha medido la presencia de atmósferas explosivas?			
6	¿ Se han tapado herméticamente todos los tanques en el área que contienen materiales inflamables y el área alrededor de la tapa se ha ensayado con un medidor de atmósfera explosiva?			
7	¿ Se han aislado todas las entradas y salidas de aire que podrían dispersar materiales inflamables dentro de un radio de 6m.?			
8	¿ Se han sellado los drenajes del piso dentro de un radio de 6m. del sitio de trabajo o están siendo inundados con agua corriente mientras dura el trabajo?			
9	¿ El lugar está adecuadamente ventilado, ya sea a través de ventilación natural o de extracción localizada?			
10	¿ Están listos y disponibles equipos de extinción de incendios adecuados (Matafuegos, Líneas de agua, etc.)?			
11	¿ Se ha asignado un vigilante de fuego? Nombre:.....			
12	¿ Se ha instruido al vigilante de fuego que deberá permanecer en el área por 30 minutos después de finalizado el trabajo en caliente?			
13	Si caen chispas a niveles inferiores, ¿ Se ha suministrado protección adecuada ? ¿ Se ha asignado a un vigilante de fuego para el nivel inferior? Nombre:.....			
14	Si el área está protegida por rociadores automáticos, ¿ Se ha verificado que el sistema esté en servicio?			
15	¿ Se han aislado las áreas de trabajo y adyacentes con cinta de advertencia o vallas?			
16	¿ Se les ha comunicado a los contratistas la forma de manejar situaciones de emergencia?			
17	¿ Se usan cortinas o barreras para prevenir el reflejo del arco de los soldadores?			
18	¿ Tiene el medidor de explosividad una etiqueta de calibración vigente?			
19	¿ Han sido ensayados para gas hidrógeno combustible toda tubería en uso con ácido?			
20	¿ Han sido hechos arreglos para repetir la prueba de gas combustible cada minutos? En áreas clasificadas, usar detectores continuos.			
21	¿ Se ha verificado el estado general del equipo de soldadura? Estado de picos, mangueras, arrestallamas, reguladores, manómetros, pinzas portaelectrodos, cables, etc.			

MEDICIONES DE OXIGENO, EXPLOSIVIDAD Y CONTAMINANTES:

VALORES ADMISIBLES	
OXIGENO	19.5%- 23%
EXPLOSIVIDAD	0 %
CONTAMINANTES	50 % C.M.P.

LECTURAS				
HORA	OXIGENO	EXPLOSIVIDAD	CONTAMINANTE	
			Tipo	Medida

FIRMA:		ACLARACION:	
--------	--	-------------	--

Formulario 09. Ejemplo de Permiso de Trabajo en Caliente

1.1.1.1.2 INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS

N°: XXXX

1.1.1.1.2.1 Lista de Verificación del Permiso de Trabajo Seguro

CONTESTE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:		SI	NO	NC
1	¿Han sido aisladas todas las tuberías, desconectándolas o sellándolas? ¿Han sido bloqueadas y etiquetadas?			
2	¿ Ha sido bloqueado y etiquetado todo el equipo eléctrico vinculado con el recipiente?			
3	¿ Está el recipiente limpio y libre de residuos peligrosos, o se han tomado todas las precauciones adecuadas para garantizar una entrada segura?			
4	¿ El espacio se encuentra adecuadamente ventilado?			
5	¿ Se han efectuado mediciones de nivel de oxígeno, Explosividad y/o Concentración de contaminantes, y las mismas se encuentran dentro de los valores admisibles para la tarea?			
6	¿ Tiene el medidor una tarjeta de calibración vigente?			
7	Si se van a efectuar trabajos de soldadura o corte, ¿ Posee el personal que llevará a cabo las tareas respiradores adecuados?			
8	¿ Se ha asignado a un “Observador” y se le han dado las instrucciones pertinentes? Nombre:			
9	¿ Tiene la persona medios de comunicación para requerir ayuda?			
10	¿ Se ha dado instrucciones al “Observador” para abortar la entrada si aparecen signos y síntomas de exposición y/o las lecturas de Explosividad, Nivel de Oxígeno o Concentración de contaminantes son mayores a las admisibles?			
11	¿ Está disponible el equipo de rescate a la entrada del espacio confinado: Equipo de aire auto-contenido o respirador con suministro de aire, Muñequeras y cuerdas para atar?			
12	¿ Están toda la persona que ingresan usando arnés de cuerpo completo con línea de vida atada a una polea en la parte superior?			
13	¿ Ha recibido el personal que deba ingresar al espacio confinado un entrenamiento adecuado sobre los riesgos específicos de los mismos?			
14	¿ Existe una escalera firmemente asegurada dentro del recipiente?			
15	¿ Está abierta y asegurada la cubierta, y señalizada adecuadamente?			
16	¿ Se han dado instrucciones de usar zapatos aislantes o coberturas de zapato cuando se suelda o se está realizando un trabajo eléctrico en un espacio confinado metálico o húmedo?			
17	¿ Están todas las herramientas eléctricas conectadas a un interruptor de falla con descarga a tierra o son de bajo voltaje (inferior a 24 V)?			

18	¿ Están todas las mangueras de gas en buenas condiciones y probadas para fugas? (Cierre la válvula de descarga y, con la manguera presurizada, observe la presión)			
-----------	--	--	--	--

MEDICIONES DE OXIGENO, EXPLOSIVIDAD Y CONTAMINANTES:

VALORES ADMISIBLES		LECTURAS			
OXIGENO	19,5%- 23 %	HORA	OXIGENO	EXPLOSIVIDAD	CONTAMINANTE
EXPLOSIVIDAD	0 %				Tipo
CONTAMINANTES	50 % C.M.P.				Medida

FIRMA:		ACLARACION:	
--------	--	-------------	--

Formulario 10. Ejemplo de Permiso de Trabajo en Espacio Confinado.

r. Sensores permanentes de control de particulado y temperatura

s. Herramientas Antichispas



El principal riesgo, al que se exponen los operarios en el momento de la utilización de las herramientas metálicas en una atmósfera explosiva, es la producción de chispas como consecuencia de frotamientos o golpes efectuados en ellas.

Por esta razón se trata de aplicar a las herramientas un revestimiento que proteja al máximo sus partes metálicas contra los posibles golpes o frotamientos. Por otra parte, hay que asegurarse de que el revestimiento en sí no sea generador a su vez de chispas peligrosas, creadas por un fenómeno electroestático cuando se golpean o se frotan. Esta solución reduce considerablemente el riesgo, pero no lo suprime del todo, en la medida en que la parte activa de la mayoría de las herramientas no puede ser recubierta.

t. Elementos de Protección Personal

Se deberá estudiar y tener estandarizado los elementos de protección personal y tipo de vestimenta a utilizar en esta zona. Para evitar errores se recomienda realizar fichas que detallen las especificaciones técnicas de indumentaria y elementos de protección, de esta manera podemos garantizar que el departamento de compras no confunda la especificación a la hora de abastecer.

u. Cartelería, y Alarmas

1. Señales ópticas y acústicas

Para el caso de peligros de explosiones se recomienda utilizar señales ópticas, en particular del tipo luminosa, que proporcione un contraste respecto al entorno, sin llegar a producir un deslumbramiento, cuya fuente de energía sea independiente de la fuente general del área. Conjuntamente se utiliza una señal sonora, cuyo nivel acústico debe ser superior al ruido de fondo.

2. Cartelería

La cartelería es fundamental como alerta y comunicación de sectores, debe detallarse que usar y donde ubicarla para que la misma no confunda, pero sin lugar a dudas, debe llamar la atención del observador.

Una buena práctica para ayudar al control y reposición en el tiempo de la misma, es detallar en mapa tipo y ubicación, buscando la estandarización,

8. VALIDACIÓN DE PROTOCOLO DE EVALUACIÓN PARA CONDICIONES DE SEGURIDAD EN PLANTAS CEREALERAS

8.1 Verificación de las instalaciones de seguridad

Los puntos que se mostrarán seguidamente responden a una inspección realizada a la Industria bajo estudio, la finalidad es mostrar solo los puntos que deben chequearse, tomar de ejemplo prácticas para llevar adelante. Considerar que este relevamiento solo se realizó, como anteriormente se expresó en este trabajo, a modo de ejemplo, buscando dejar claro conceptos, enriquecer este trabajo de investigación e intentar despejar cualquier duda que le surja al lector.

a. Recursos económicos específicos para modificaciones ambientales o de seguridad:

Paralelamente a las actividades de gestión ambiental y de seguridad, resulta indispensable que las empresas involucren parte de presupuesto anual a realizar trabajos de ingeniería con el fin de mejorar las condiciones de Seguridad y Medio Ambiente. Esta compañía bajo estudio ha considerado como una prioridad del negocio estas mejoras que son de un alto poder económico.

En las imágenes de abajo vemos algunas de mejoras que pueden implementarse, los trabajos inicialmente nacen desde el cuidado del medio ambiente en lo referente a disminuir particulado que puedan ocasionar problemas con los vecinos, estos trabajos implicaron cerrar zonas de descargas y manipuleo, al llevar adelante esto se encontraron con que la concentración de polvo crecía generando un aumento en las probabilidades de explosiones, es por esto que en todos estos recintos se colocaron sistemas de aspiración y filtros logrando disminuir así la acumulación de polvo:



Figura 15. Filtro de manipuleo de cereal en descarga de vagones



Figura 16. Sistema de aspiración en descarga



Figura 17. Aspiración lateral en descarga de camiones



Figura 18. Aspiración lateral en descarga de camiones

b. Instalaciones fijas de lucha contra incendio:

El Complejo industrial tiene instalados elementos de lucha contra incendio en lugares estratégicos, colectores de vapor y de agua en elevadores a cangilones, cintas transportadoras y secadoras de granos con lo cual, en caso de un principio de incendio, esto evitaría una propagación de los mismos. Ejemplo de esto podemos observarlo en figuras 19 y 20.



Figura 19. Zona secadora



Figura 20. Zona Norias

c. Reportes on line del sistema contra incendio:

El funcionamiento de los componentes de la sala de incendios es monitoreado en forma on line en tres sectores del Complejo industrial, como ser: Portería Central, Caldera y en el Dpto. de seguridad. La computadora se encuentra “on line” con el sistema de PLC del complejo permitiendo monitorear (figura 19):

- ✓ Si las bombas están en marcha o paradas.
- ✓ Si están en modo automático o manual.
- ✓ Si alguna bomba está en falla.
- ✓ El nivel del tanque de gas oil (en % y en Litros).
- ✓ El nivel del tanque de agua (en % y en litros).
- ✓ Sensores infrarrojos

SENSORES INFRARROJOS		INFRARED SENSOR	
Planta 1		Planta 2	
ITEM 1	-2.29%	ITEM B1B	-0.18%
ITEM 9B/1	0.64%	ITEM B9B/1	0.40%
ITEM 9B/2	0.27%	ITEM B9B/2	0.40%
L.E.L CANAL EFLUENTES	0.67%	L.E.L CANAL EFLUENTES	28.33%
L.E.L CCM EXTRACCION	0.00%	L.E.L CCM EXTRACCION	0.20%
SISTEMA CONTRA INCENDIOS		FIRE SYSTEM	
Equipo	Estado	Modo	Horas/Consumo
BOMBA CONTRA INCENDIO Nº 1	MARCHA	AUTO	
BOMBA CONTRA INCENDIO Nº 2	PARADA	AUTO	
BOMBA CONTRA INCENDIO Nº 3	PARADA	OFF	1.2 Hs. 127.9 Its.
BOMBA CONTRA INCENDIO Nº 4	FALLA	MANUAL	
BOMBA CONTRA INCENDIO Nº 5	PARADA	MANUAL	
BOMBA CONTRA INCENDIO Nº 3 (motobomba diesel)			
Consumo Gasoil Meses Anteriores		Litros consumidos	Horas marcha
Julio de 2003	291.5	Its.	2.6
Junio de 2003	296.7	Its.	2.7
Mayo de 2003	429.3	Its.	3.9
Abril de 2003	1154.3	Its.	10.4
Marzo de 2003	50.6	Its.	0.5
Febrero de 2003	22.1	Its.	0.2
Enero de 2003	114.6	Its.	1.0
		60%	1886 Its.
Equipo		Nivel Tanque	Presión de Línea
SISTEMA AGUA CONTRA INCENDIO		93%	1026 m ³ 10.4 Kg/cm ²

Figura 21. Ejemplo de reporte on line de sala de bomba.

8.2 Verificación de aplicación de normativas internacionales y nacionales.

v. Directiva 1999/92/CE. Disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas.

La planta bajo estudio no contempla la directiva 1999/92/CE, es por este motivo que los resultados del chequeo del cumplimiento de la misma, refleja muchos puntos que no son tenidos en cuenta en la gestión de Seguridad y Medio Ambiente. Dicha gestión se encuentra orientada a la aplicabilidad de normas estadounidenses y Legislación Nacional Vigente.

A continuación, y tomando como base la directiva 1992/92, en la tabla 06 se detallan incumplimientos hallados en el relevamiento realizado en el establecimiento bajo estudio, esto se muestra a modo de ejemplo para implementar dicho control a los establecimientos que queramos estudiar:

RESUMEN DE INCUMPLIMIENTOS DIRECTIVA 1992/92/CE	
1	No se complementan y/o combinan de ser necesario medidas de prevención de explosiones y protección contra estas, con medidas contra la propagación de las explosiones.
2	No se evalúan los riesgos específicos derivados de las atmósferas explosivas.
3	No se elabora y mantiene actualizado antes de que comiencen los trabajos un documento, denominado documento de protección contra explosiones con los registros de las acciones realizadas, las cuales detalla en la norma y revisarlo siempre que se efectúen modificaciones, ampliaciones o transformaciones importantes en el lugar de trabajo, en los equipos de trabajo o en la organización del trabajo. Integrar el documento a la documentación legal de la empresa.
4	No se clasifican las áreas de riesgo en zonas teniendo en cuenta la frecuencia con que se producen atmósferas explosivas y su duración. De esta clasificación dependerá el alcance de las medidas que deban adoptarse
5	No se posee un sistema para desviación o evacuación a un lugar seguro y/o de contención y/o control de un escape o liberación, intencionada o no, de gases, vapores o nieblas inflamables o de polvos combustibles que pueda dar lugar a riesgos de explosión.
6	No se tiene en cuenta las descargas electrostáticas producidas por los trabajadores o el entorno de trabajo como portadores o generadores de carga. No se provee a los trabajadores de calzado antiestático y ropa de trabajo adecuada hecha de materiales que no den lugar a descargas electrostáticas que puedan causar la ignición de atmósferas explosivas.
7	No se adoptan todas las medidas necesarias para asegurarse de que los lugares de trabajo, los equipos de trabajo y los correspondientes dispositivos de conexión que se encuentren a disposición de los trabajadores han sido diseñados, construidos, ensamblados e instalados y se mantienen y utilizan de tal forma que se reduzcan al máximo los riesgos de explosión y, en caso de que se produzca alguna, se controle o se reduzca al máximo su propagación en dicho lugar o equipo de trabajo.

8	En caso necesario, los trabajadores no son alertados mediante la emisión de señales ópticas y/o acústicas de alarma y desalojados en condiciones de seguridad antes de que se alcancen las condiciones de explosión.
9	No se utilizan las categorías de aparatos, que resultan adecuados para polvos combustibles, según corresponde:
10	No se señalizan las zonas de riesgo de atmósferas explosivas conforme a la clasificación de la norma.

Tabla 06. Incumplimientos 1992/92/CE

w. NFPA 61 – Standard for the Prevention of Fires and Dust Explosions in Agricultural and Food Products Facilities 1999 Edition

La verificación del cumplimiento de estándares de prevención se realizó por intermedio del chequeo NFPA 61.

i. Relevamiento fotográfico en base a NFPA 61:

Se presenta a continuación un relevamiento fotográfico de puntos críticos que se encuentran en recorrida y a los cuales deben dar especial importancia en la resolución inmediata.

1. Acumulación de Polvo





Figura 24. Túnel cinta. Acumulación de polvo en el piso.



Figura 25. Motor eléctrico tapado totalmente con polvo.

2. Dispersión de Polvo



Figura 26. Pie de noria subsuelo torre manipuleo. Boca de paleo sin tapa.



Figura 27. Tapa suelta en conducto de aspiración de cinta túnel.



Figura 28. Conducto de aspiración con tapa de inspección abierta.



Figura 29. Conducto de aspiración con tapa abierta.



Figura 30. Polvo en suspensión permanente.



Figura 31. Polvo en suspensión permanente.

3. Falta de Seguridad



Figura 32. Falta tapa de alivio de presión.



Figura 33. Falta tapa de alivio de presión.

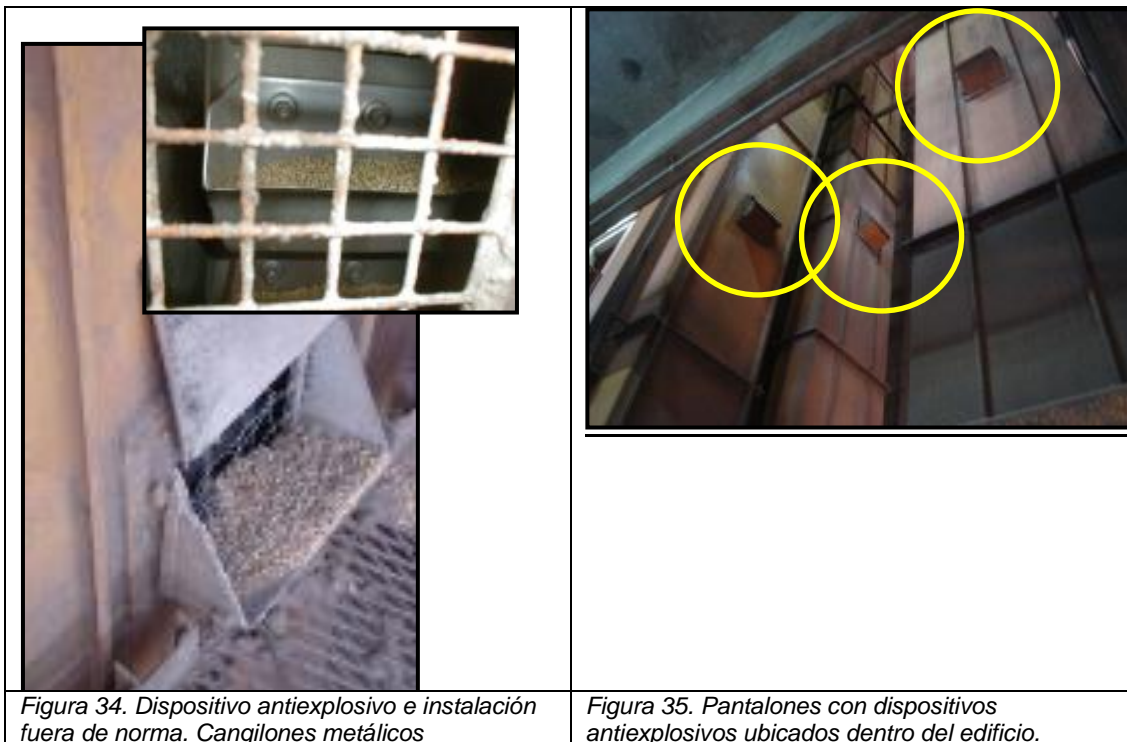


Figura 34. Dispositivo antiexplosivo e instalación fuera de norma. Cangilones metálicos

Figura 35. Pantalones con dispositivos antiexplosivos ubicados dentro del edificio.

Nuevamente, pero esta vez tomando de base la norma NFPA 61, en la tabla 07 se detallan incumplimientos hallados en el relevamiento realizado en el establecimiento bajo estudio, esto se muestra a modo de ejemplo para implementar dicho control a los establecimientos que queramos estudiar:

Normativa Internacional	NFPA 61	RESUMEN DE INCUMPLIMIENTOS NORMA NFPA 61
	1	Las bandejas porta cables instaladas en los túneles y celdas, están colocadas en forma horizontal, que facilita la deposición de Polvo
	2	Los rodamientos, motores, bandejas de cables, rolos, rodillos en túneles y celdas de almacenaje, se encuentran con alto nivel de polvo
	3	Los paneles o dispositivos antiexplosivos instalados en los elevadores a cangilones, no están situados a menos de 6 metros entre ellos como máximo
	4	Los elevadores a cangilones no poseen un alivio en el cabezal.
	5	Los elevadores a cangilones no poseen sensores de movimiento y alineación en el pie y cabezal
	6	Los elevadores a cangilones no poseen sensores de temperatura en los rodamientos.
	7	Los venteos antiexplosivos de los elevadores a cangilones, se instalaron en lugares de paso del personal.
	8	Las secadoras de granos en caso de excesiva temperatura no posee un apagado de emergencia, para detener el flujo del producto, detener el flujo de aire y dar una alarma audible para dar una pronta respuesta a la emergencia.

	9	Presencia de polvo en los pisos, estructura y otras superficies en túneles y celdas de almacenaje.
	10	No hay carteles indicativos del No uso de aire comprimido en túneles, silos y celdas de almacenaje.
	11	El cableado eléctrico y equipos deben ser de acuerdo a la clasificación del área (NFPA 70)

Tabla 07. Incumplimientos para la NFPA 61

x. Ley 19587 – Decreto 351/79, Capítulo 14 - Instalaciones Eléctricas

i. Relevamiento fotográfico en base a Decreto 351/79

1. Instalaciones Eléctricas



Figura 36. Caja eléctrica con prensacable faltante.

Figura 37. Caja de paso con borneras expuestas.

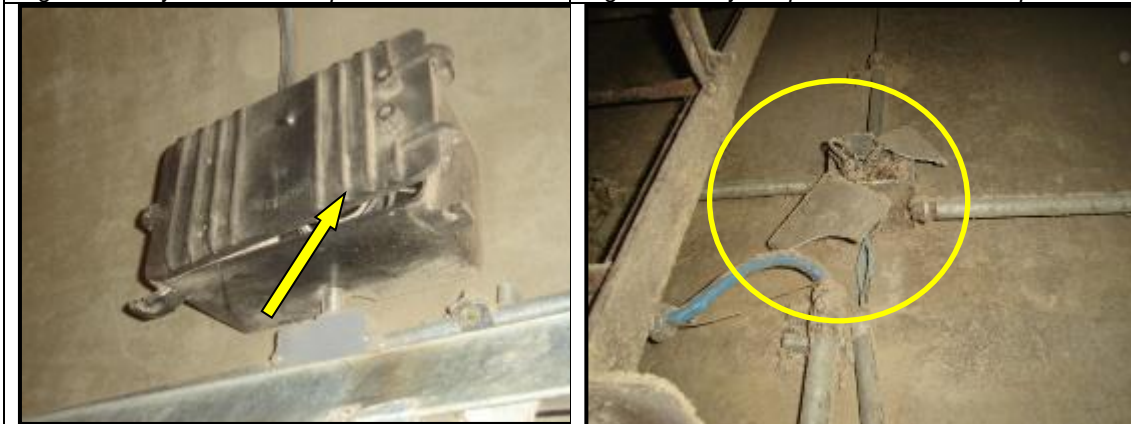


Figura 38. Caja de balasto abierta.

Figura 39. Caja de paso de empalmes deteriorada y con cables expuestos.

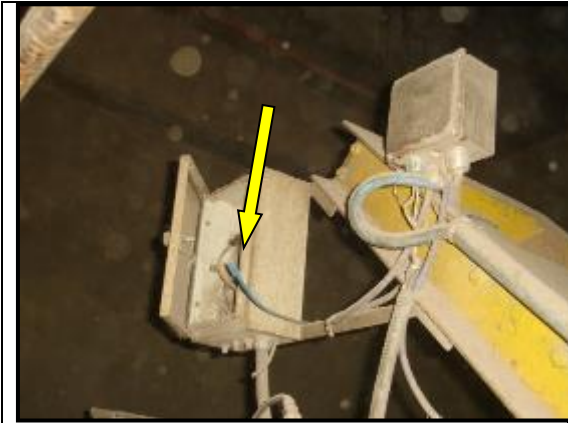


Figura 40. Caja eléctrica sin sistema de cierre adecuado.



Figura 41. Caja de bornera sin tapa.

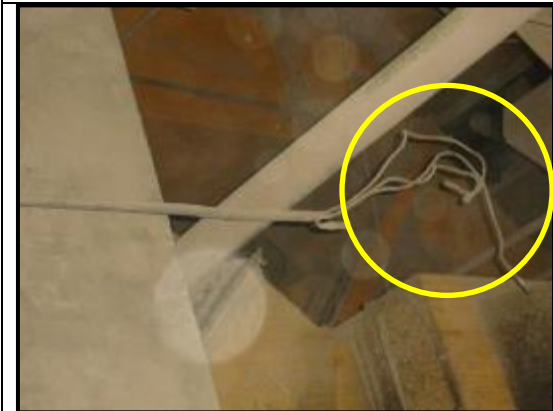


Figura 42. Cable eléctrico desprendido y sin aislación adecuada.



Figura 43. Caja de paso sin tapa.

2. Iluminación



Figura 44. Artefacto de iluminación con plafón agujereado



Figura 45. Artefacto de iluminación no adecuado a normas.



Figura 46. Artefacto de iluminación no adecuado a normas

Figura 47. Artefacto de iluminación sin plafón de protección.

Figura 48. Artefacto de iluminación sin plafón de protección.

Figura 49. Artefacto de iluminación con plafón agujereado.

Por último, y tomando como base la ley 19587 y su decreto reglamentario 351/79, en la tabla 08 se detallan incumplimientos hallados en el relevamiento realizado en el establecimiento bajo estudio, esto se muestra a modo de ejemplo para implementar dicho control a los establecimientos que queramos estudiar:

TABLA RESUMEN DE INCUMPLIMIENTOS LEGISLACION VIGENTE	
Instalaciones eléctricas	
1	No se verifican las P.A.T. (Puestas a Tierra) de las instalaciones y equipos con la frecuencia adecuada.
2	No hay programas de mantenimiento y verificación de las instalaciones eléctricas confeccionados de acuerdo a normas de seguridad.
3	No se registran los resultados de dichos programas.
4	Los materiales y equipos que se utilizan en las instalaciones eléctricas no cumplen con las exigencias de las normas técnicas correspondientes, no están construidos de acuerdo a normas nacionales o internacionales vigentes.
5	No se cumple con las prescripciones adicionales para locales especiales de la reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles, de la Asociación Electrotécnica Argentina.

6	No se cumple con los requisitos de aplicación de la norma IEC 61241-10: 2005 “Materiales eléctricos para uso en presencia de polvos combustibles. Parte 10: Clasificación de emplazamientos en donde están o pueden estar presentes polvos combustibles”. La planta no clasifica las áreas de acuerdo a la normativa. Debido a esto los materiales y equipos que se utilizan en las instalaciones eléctricas no cumplen con las exigencias de las normas técnicas correspondientes.
7	No se cumple con los requisitos de aplicación de la norma IEC 61241-14(2004-07) Ed. 1.0 Bilingual. Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 14: Selection and installation. La planta no clasifica las áreas de acuerdo a la normativa. IEC IEC 61241-10, por lo que no selecciona los materiales eléctricos correspondientes para cada zona de acuerdo a la normativa IEC 61241-14.
8	Los materiales, equipos y aparatos eléctricos no están construidos de acuerdo a normas nacionales o internacionales vigentes.
9	Los conductores no se seleccionaron de acuerdo a la tensión y a las condiciones reinantes de los lugares en donde se instalaron.
10	Los interruptores no están dentro de protecciones acordes con las condiciones de los locales en donde se instalaron.
11	Interruptores. Cuando se colocan dentro de ambientes inflamables o explosivos no se colocan fuera de la zona de peligro
12	Motores eléctricos. Las características constructivas no responden al medio ambiente donde se instalaron.
13	Motores eléctricos. Su protección no es a prueba de explosiones Explosiones.
14	La instalación eléctrica no está contenida en envolturas especiales seleccionadas específicamente de acuerdo con cada riesgo.
15	No existe protección por medio de artefactos para iluminación antideflagrantes.
16	No todas las partes de la instalación eléctrica están dentro de cañerías y artefactos antideflagrantes capaces de resistir la explosión de la mezcla propia del ambiente sin propagarla al medio externo.
17	Las características constructivas de todos los elementos de la instalación eléctrica no responden a las exigencias de normas nacionales o internacionales vigentes referentes a este tipo de material.
18	La conexión entre artefactos no se realizó en todos los casos por cañerías resistentes a explosiones, usándose selladores verticales y horizontales para compartimentar la instalación.
19	La separación entre el eje y el buje o laberinto no es función de la longitud del mismo.
20	Las juntas no son de tipo metal a metal perfectamente maquinadas.
21	En los motores eléctricos antideflagrantes la salida del eje no se realizó mediante laberintos o bujes apagachispas.
22	La conexión entre artefactos no se realizó en todos los casos por cañerías resistentes a explosiones ni usándose selladores verticales y horizontales para compartimentar la instalación.
23	Los artefactos, equipos y materiales utilizados en las instalaciones eléctricas especiales no están aprobados por organismos oficiales.
24	La empresa no posee copia de certificado de aprobación de los artefactos y equipos suministrado por los fabricantes e instrucciones de mantenimiento.
25	No se cumple con los requisitos de aplicación de la norma IEC 60079-17 (2007-08) Ed. 4.0 Bilingual. Explosive atmospheres - Part 17: Electrical installations inspection and maintenance. La planta no clasifica las áreas de acuerdo a la normativa. IEC IEC 61241-10, por lo que no selecciona los materiales eléctricos correspondientes para cada zona de acuerdo a la normativa IEC 61241-14, por ende no realiza el mantenimiento de los equipos de acuerdo a la norma IEC 60079-17.
26	El personal no utiliza vestimenta confeccionada con telas sin fibra sintética para evitar la generación y acumulación de cargas eléctricas en todas las áreas consideradas como zonas de riesgo.
27	Previo al ingreso a los locales el personal no toma contacto con barras descargadoras conectadas a tierra colocadas de ex profeso, a los efectos de eliminar las cargas eléctricas que se hayan acumulado.

Tabla 08. Incumplimientos a la Ley 19587, Dec 351/79

y. NFPA 70 “Código Eléctrico Nacional”

Para la realización de este trabajo se desestimó el chequeo de la normativa NFPA 70 “National Electrical Code”, debido a que cuando realizamos todas las verificaciones correspondientes nos encontramos que los requisitos incorporados en dicha norma ya son tenidos en cuenta con mayor rigurosidad en las normativas IEC 61241-10: 2004, IEC 61241-14(2004-07) Ed. 1.0 e IEC 60079-17 (2013) Ed. 5.0.

Estas últimas al estar vinculadas a través de la Ley N° 19.587. Higiene y Seguridad en el Trabajo, se toman como requisitos de aplicación legal.

z. NORMA IRAM 3675-1: 1996 “Sistemas de protección contra explosiones”.

Se contrató un laboratorio externo para realizar un muestreo en los sitios de mayor generación visible de polvo. El muestreo consistió en recolectar el material particulado con filtro de 37 mm / 5.0 μ marca MSA, Mine Safety Appliances Company, Pittsburg, Pennsylvania, USA mediante bomba FKC con un caudal de bombeo de 2,5 L/min durante 10 minutos.

El instrumento empleado para la medición del tamaño de partículas fue un microscopio Mikoba con cámara digital.

Los resultados de dicho monitoreo pueden observarse en las tablas N° 09, N° 10 y N° 11.

Para comprender los resultados partimos de la base que el mayor riesgo lo producen las partículas de menos de 100 μ y una concentración de 20 g/m³

ANALISIS DE POLVO						
COMPOSICION DE MUESTRAS DE POLVO EN TUNELES						
Sector	Concentración (g/m ³)	Muestra	% M.Grasa	Composición		
				Orgánica	Inorgánica	Humedad
Descarga de Camiones	8	Soja	3,54	68,12	24,66	7,22

Celda de Semilla	8	Trigo	1,32	49,16	44,5	6,34
------------------	---	-------	------	-------	------	------

Tabla 09. composición de muestras de polvo en túneles

DISTRIBUCION GRANULOMETRIA EN % EN PESO						
Sector	Muestra	> 1 mm	> 0.5 mm	> 0.25 mm	> 0.10 mm	< 0.10 mm
		> 1000 μ m	> 500 μ m	> 250 μ m	>100 μ m	< 100 μ m
Descarga de Camiones	Soja	2,18	0,73	12,79	57,37	26,93
Celda de Semilla	Trigo	0,04	0,1	0,59	20,18	79,09

Tabla 10. Distribución granulométrica en porcentaje en peso.

DISTRIBUCION GRANULOMETRIA EN % DE PESO PARA MENOR A 100 μ m											
Sector	Muestra	Tamaño de partículas en % de Numero de partículas									
		0 - 9 μ m	10-19 μ m	20-29 μ m	30-39 μ m	40-49 μ m	50-59 μ m	60-69 μ m	70-79 μ m	80-89 μ m	90-99 μ m
Descarga de Camiones	Soja	64	9	7	7	6	5	0	0	2	0
Celda de Semilla	Trigo	57	13	9	4	15	0	0	0	2	0

Tabla 11. Distribución granulométrica en % de peso menor a 100 μ m

Según los resultados que arrojaron los protocolos, las concentraciones granulométricas, no cumplen los niveles sugeridos por el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial) y por varios autores, igualmente la concentración general está muy por debajo del límite inferior, haciendo improbable el riesgo de explosión.

aa. Mediciones de Puesta a Tierra

Como quedó expresado en el protocolo, capítulo 7 de este trabajo, el valor máximo de la resistencia de puesta a tierra es de 10 omh (preferentemente no mayor a 5 omh). Iram 2281 - Parte III.

A continuación, en la tabla 12, se presentan los resultados que arrojaron estas mediciones:

Ubicación	Medición	Nº de registro
Calado de camiones Lado Sur - Med.1	Ω 0,31	1
Calado de camiones Lado Sur - Med.2	Ω 0,29	2
Calado de camiones Lado Norte - Med. 1	Ω 0,31	3
Calado de camiones Lado Norte - Med.2	Ω 0,47	4
Descarga vagones Lado Sur	Ω 0,29	5
Descarga vagones Lado Norte	Ω 0,29	6
Túnel Cinta CR1	Ω 0,3	7
Túnel Cinta CR2	Ω 0,36	8
Descarga camiones Lado Sur	Ω 0,24	9
Descarga camiones Lado Norte	Ω 0,29	10
Descarga camiones 5 y 6	Ω 0,53	11
Descarga camiones 5 y 6 Med.2	Ω 0,53	12
Túnel cinta CR3	Ω 0,37	13
Túnel cinta CR4	Ω 0,37	14
Túnel Cinta CR5	Ω 0,37	15
Túnel CA3 - debajo silos de secado SLA1 a SLA4	Ω 0,56	16
Túnel CA4 - debajo silos de secado SLA5 y SLA6	Ω 0,78	17
Túnel CA5 - vinculación con torre manipuleo	Ω 0,89	18
Torre Manipuleo	Ω 0,43	19
Pararrayo Torre manipuleo	Ω 0,24	20
Torre pre limpieza - Zaranda ZRA4	Ω 0,52	21
Torre pre limpieza - Zaranda ZRA5	Ω 0,45	22
Torre pre limpieza - FKS1 a FKS4	Ω 0,36	23
Noria de secado NA1	Ω 0,39	24
Noria de secado NA2	Ω 0,37	25
Noria recepción NR1	Ω 0,41	26
Noria recepción NR2	Ω 0,34	27
Noria recepción NR3	Ω 0,37	28
Noria recepción NR4	Ω 0,45	29
Noria de secado NA5	Ω 0,51	30
Noria de secado NA6	Ω 0,68	31
Túnel cinta CC3	Ω 0,27	32
Túnel cinta CC7	Ω 0,26	33
Cinta alimentación silos de cereal - CC1 A	Ω 0,31	34
Cinta alimentación silos de cereal - CC1 B	Ω 0,24	35
Silo cereal 1	Ω 0,44	36
Silo cereal 2	Ω 0,28	37
Silo cereal 3	Ω 5,96	38
Silo cereal 4	Ω 68,6	39
Silo cereal 5	Ω 0,53	40
Silo cereal 6	Ω 90,6	41
Silo secado 1	Ω 1,15	42
Silo secado 2	Ω 5,14	43
Silo secado 3	Ω 4,17	44
Silo secado 4	Ω 2,71	45
Silo secado 5	Ω 0,09	46
Silo secado 6	Ω 0,1	47
Estructura secadora de granos 1	Ω 0,16	48
Estructura secadora de granos 2	Ω 1,09	49
Estructura secadora de granos 3	Ω 17,57	50
Secadora de granos 1	Ω 0,53	51
Secadora de granos 2	Ω 0,25	52

Secadora de granos 3	Ω 1,03	53
Redler RA18, debajo de secadora granos 2	Ω 0,3	54
Redler RA2, descarga de secadora granos 1 y 3	Ω 0,67	55
Redler RA6, túnel torre manipuleo	Ω 0,89	56
Estructura filtro de mangas FM7	Ω 0,56	57
Estructura filtro de mangas FM9	Ω 0,77	58
Estructura filtro de mangas FM11	Ω 0,87	59
Estructura filtro de mangas FM12	Ω 0,23	60
Estructura filtro de mangas FM13	Ω 0,9	61
Torre 2 - Celda cereal 1	Ω 1,27	62
Cinta cereal 2 - interior celda cereal 1	Ω 0,25	63
Estructura túnel celda cereal 2	Ω 0,1	64
Torre 1 - Celda semilla 1	Ω 0,52	65
Cinta CS1 - pasarela de torre 1 a torre manipuleo	Ω 0,58	66
Cinta CS3 - pasarela de torre 1 a torre manipuleo	Ω 0,73	67
Túnel cinta CS5 - debajo de celda semilla 1	Ω 0,5	68
Torre 7 - Celda semilla 3	Ω 0,52	69
Cinta pasarela CS17	Ω 0,51	70
Cinta pasarela CS16	Ω 0,64	71
Cinta pasarela CS12	Ω 0,5	72
Cinta túnel CS11 - debajo de celda semilla 2	Ω 0,25	73
Noria semilla 2 - alimentación celda semilla 2	Ω 0,17	74
Torre 5 - Celda semilla 2	Ω 0,17	75
Cinta pasarela CA1	Ω 0,36	76
Redler alimentación silos secado 1 a 4	Ω 0,13	77
CS10 - cinta alimentación celda semilla 2	Ω 0,24	78
CS19 - cinta alimentación celda semilla 3	Ω 0,23	79
Cinta Túnel CC4	0,27	80
Cinta Túnel CB2	0,26	81
Cinta de Transferencia 1	0,27	82
Cinta de Transferencia 2	Ω 0,17	83
Cinta de Transferencia 1 Med. 2	Ω 0,16	84
Cinta de Transferencia 2 Med. 2	Ω 0,17	85
Pasarela muelle cerealero 1	Ω 0,13	86
Pasarela muelle cerealero - Med. 2	Ω 0,16	87
Balanza de embarque 1	Ω 0,18	88
Balanza de embarque 2	Ω 0,44	89
Pararrayo puerto 1	Ω 0,23	90
Pararrayo puerto 2	Ω 0,88	91
Pararrayo puerto 3	Ω 0,22	92

Tabla 12. Resultados de mediciones de Puesta a Tierra

bb. Monitoreo Ambientales y Ambiente laboral

Como el protocolo lo indicaba, se deberá incluir en plan de Monitoreo anual, mediciones de medio ambiente (particulado) y ambiente laboral (dosimetría de polvo).

A continuación se muestra un protocolo de análisis típico realizado en la Empresa bajo estudio, donde los resultados arrojados se encuentran dentro de los límites aceptados.

BioGroup



Centro de Investigación Científica y Tecnológica

Comitente:
LDC Argentina S.A. (Timbúes)
Protocolo N°: DFT145

DETERMINACION DE POLVO TOTAL

Fecha del Monitoreo: 26/07/2011

Muestreo Realizado por: Técnico Qco. Fernando Fernandez, Sr. Luciano Leone y Sr. Tomás Belloso (Biogroup).

1. Objetivo

Determinación de Polvo Total.

2. Legislación de Referencia

Resolución N° 295/03, Anexo IV: 10 mg/m³

3. Referencia Horaria:

Inicio de las mediciones: 12:00 hs
Finalización de las mediciones: 13:00 hs

4. Condiciones de Operación: Habituales en planta.

5. Puntos de Muestreo:

EM1: Cinta 5 – Celda 6

6. Procedimiento de Trabajo:

Se seleccionó el siguiente método de muestreo y análisis:

- NIOSH 0500.

7. Procedimiento de Muestreo y Análisis:

Polvo Total: Método Gravimétrico

Principio del método: Este método describe el equipo y los procedimientos necesarios para la toma de muestra, con filtros de cloruro de polivinilo (PVC), y la determinación gravimétrica de material particulado en aire.

8BIO7090000796b





La muestra se recoge haciendo pasar un volumen conocido de aire a través de un filtro de membrana de PVC, previamente pesado con una aproximación mínima de 0,01mg. El filtro se acondiciona antes de pesarlo en una cámara de humedad controlada a temperatura constante, durante un mínimo de 24 horas. Esta operación se realiza tanto en la pesada previa a la toma de muestra, como en la posterior de la misma. La diferencia de peso entre ambas pesadas, expresadas en miligramos, corresponde a la cantidad de materia particulada retenida en el filtro, a partir de la cual se obtiene la concentración en miligramos por metro cúbico de aire.

8. Instrumental Empleado

Balanza Analítica Electrónica Marca Ohaus Modelo Adventurer TM.
Central Meteorológica Marca Sony modelo W51081.
Bomba de Muestreo Bajo Caudal, Marca Sensidyne, Modelo Gillian 5000, N° de Serie: 20100201011
Bomba de Muestreo Bajo Caudal, Marca Sensidyne, Modelo Gillian 5000, N° de Serie: 20100801001
GPS, Marca Garmin, Modelo GP5map 60Cx.

Se adjuntan los correspondientes certificados de calibración.

10. Resultados

Datos:

Analito	Caudal de muestreo [L/min]	Tiempo muestreado [min]	Volumen de aire muestreado [L]
POLVO TOTAL	1	20	20

En la tabla 1 se presentan los resultados del monitoreo de polvo total.

PUNTO DE MUESTREO	RESULTADO	NIVEL GUIA (S/ Res. N° 295/03)
POLVO TOTAL		
EM 1:	5 mg/m ³	10 mg/m ³

Referencias: ND, No detectado; NR, no regulado.

Tabla 1. Resultados del Monitoreo.

11. Conclusiones

De acuerdo a lo evaluado, las concentraciones de polvo total determinadas CUMPLEN con la legislación de referencia.

M. Sc. Claudia Belloso
Lic. en Química Industrial, N.º E. 2-0511-7
Farmacéutica Mat. N.º 2354
Especialista en Hig. y Seg. L. N.º 2-2127-9
Médica en Ingeniería Ambiental-ICA

cc. Plan de emergencia

A continuación, se muestra ejemplos de lo que sería un Plan de Emergencias tipo ante incendios con distintas localizaciones: túneles, celdas y silos y cangilones.

Probables Emergencias

INCENDIO EN TUNELES

- | | |
|-------------------------------|---|
| OPERADOR DEL SECTOR | <ul style="list-style-type: none">• Informar al Jefe de Turno y/o Portería Central. (Tel. Emergencia)• Informar la presencia o ausencia de personal en el interior de los túneles.• Parar todos los equipos operativos del sector o área afectada, incluyendo sistemas de aspiración, sistema de aireación, elevadores a cangilones, etc. |
| ELECTRICISTA | <ul style="list-style-type: none">• Solicitar bloqueo de alimentación eléctrica.• Cerrar todas las posibles bocas de entrada de aire al túnel |
| BRIGADA DE EMERGENCIA | <ul style="list-style-type: none">• Realizar corte visible de alimentación eléctrica• Confirmar bloqueo eléctrico a los equipos solicitados. |
| VIGILANCIA | <ul style="list-style-type: none">• Abrir sistema fijo de lucha contra incendio en cintas y norias aprox. 10 min.• Vallar zona y retirar a toda persona ajena a la emergencia.• Desplegar mangueras de lucha contra incendios en el sector.• Solicitar poner en funcionamiento sistema de aireación para favorecer la extracción del humo interno del túnel.• Ingresar al túnel a sofocar los focos ígneos dispersos en el sector.• Una vez apagado el foco ígneo, no realizar actividades hasta tanto el área se haya enfriado para evitar los riesgos de ser sorprendidos por una súbita re ignición del mismo.• Mantener en custodia el área afectada. |
| BRIGADA DE EMERGENCIAS | <ul style="list-style-type: none">• EPP y ELEMENTOS A UTILIZAR: |

- Traje estructura completo
- Equipo de respiración autónomo
- Linterna
- Arnés de seguridad.
- Trípode de rescate

INCENDIO EN CELDAS y SILOS

OPERADOR DEL SECTOR

- Informar al Jefe de Turno y/o Portería Central. (**Tel. Emergencia**)
- Informar la presencia o ausencia de personal en el interior de celdas y silos.
- Parar todos los equipos operativos de alimentación y descarga de área siniestrada (incluyendo sistemas de aspiración, sistema de aireación, etc.)
- Solicitar bloqueo de alimentación eléctrica.
- Mantener cerradas todas las posibles entrada de aire
- Abrir sistema fijo de lucha contra incendio en cintas y norias al área siniestrada para su protección.

ELECTRICO DE TURNO

- Realizar corte visible de equipos (alimentación y descarga) y/o instalaciones (iluminación, tomacorrientes) y confirmar corte al Coordinador de emergencia.
- Colocar tarjeta de “Prohibido Usar”
- Convocar la Brigada de Emergencias y si es necesario a personal de Mantenimiento.

COORDINADOR DE EMERGENCIAS

BRIGADA DE EMERGENCIAS

- Armar líneas de mangueras de lucha contra incendio en hidrantes perimetrales al área siniestrada.
- Desde pasarela o desde el exterior comenzar a sofocar foco ígneo.

BRIGADA DE EMERGENCIAS

- **EPP y ELEMENTOS A UTILIZAR:**
 - Traje estructura completo
 - Equipo de respiración autónomo
 - Soga
 - Arnés de seguridad.

INCENDIO EN ELEVADORES A CANGILONES

**OPERADOR DEL
SECTOR**

- Informar al Jefe de Turno y/o Portería Central. **(Tel. Emergencia)**
- Cerrar de inmediato todos los registros que estén vinculados al equipo siniestrado a los fines de evitar la propagación del fuego.

**BRIGADA DE
EMERGENCIA**

- En caso de que el elevador este cerca de la extracción, se debe proceder de inmediato abrir el VAPOR DE INERTIZACION del ITEM 9 A a los efectos de producir una barrera ante un probable avance del fuego por el ITEM 9 B.
- Armar mangueras de incendios en prevención del probable incendio de la cinta CP 1 y posterior caída de la cinta incendiada sobre el patio de la planta de Extracción.
- En caso que la noria cuente con instalación contra incendio fija de vapor y agua de incendios, como primera medida se deberá abrir el vapor para evitar mayores daños a la estructura de la noria.
- Los equipos que cuenten con instalaciones fijas de incendio a base de agua solo se deberá abrir la válvula que permite que el agua ingrese por el cabezal de la noria.
- Si el equipo no cuenta con instalaciones fijas y siempre y cuando la temperatura y lugar lo permitan se deberá subir una manguera de incendios hasta el cabezal de la noria y por medio de herramientas o amoladoras se deberá abrir un agujero para poder ingresar una manguera de incendios.
- En caso de no poder ejecutarse el punto anterior, se deberá cambiar de estrategia y proceder a salvar los equipos periféricos al siniestrado.

**BRIGADA DE
EMERGENCIAS**

- **EPP y ELEMENTOS A UTILIZAR:**
 - Traje estructura completo
 - Equipo de respiración autónomo
 - Linterna
 - Arnés de seguridad.
 - Trípode de rescate

dd.Elementos de Protección Personal

A continuación, se muestra una guía en el tipo de indumentaria que se deben considerar para las personas que trabajen en estas zonas.

Informe técnico de vestimenta confeccionada con telas sin fibra sintética para evitar la generación y acumulación de cargas eléctricas en todas las áreas consideradas como zonas de riesgo.

ESPECIFICACIONES TECNICAS INDUMENTARIAS

Camisa de trabajo para Arc Flash.

Confeccionada en tela antífama Indura Ultra Soft (origen USA)

Peso de la tela: 7,4 onzas (237 grs/m²).

Protección Térmica: ATPV 8.7 cal/cm². Hard Risk Category (NFPA 70E) 0,1 y 2.

Post Combustión: 0,0 segundos

HAF (Factor de Atenuación al Calor Radiante): 74,2%

Resistencia a la tracción:

Urdimbre: 53 kgf

Trama: 40 kgf

Resistencia al rasgado:

Urdimbre: 3,7 kgf

Trama: 3,9 kgf

Dos bolsillos superiores con tapa y lapicero. Carterón delantero.

Puños y bolsillos con botones de pasta.

Puños ajustables. Cuello de dos piezas.

Toda la prenda cocida con hilo ignífugo Nomex.

Color:

Beige.

Logos:

"ATPV 8,7 Cal/cm² NFPA 70E Hard Risk Category 0,1 y 2" en bolsillo derecho

Pantalón de trabajo para Arc Flash.

Confeccionado en tela antífama Indura Ultra Soft (origen USA)

Peso de la tela: 9,0 onzas (328 grs/m²).

Protección Térmica: ATPV 12.4 cal/cm². Hard Risk Category (NFPA 70E) 0,1 y 2.

Post Combustión: 0,0 segundos

HAF (Factor de Atenuación al Calor Radiante): 80,0%

Resistencia a la tracción:

Urdimbre: 63,0 kgf

Trama: 49,2 kgf

Resistencia al rasgado:

Urdimbre: 3,6 kgf

Trama: 5,2 kgf

Modelo clásico corte de jean. Dos bolsillos delanteros, bolsillo relojero.

Dos bolsillos traseros plaqué sin tapa.

Cierre plástico a cremallera. Cintura con presillas. Botón de pasta.

Toda la prenda cocida con hilo ignífugo Nomex.

Color:

Azul oscuro.

Logos:

"Ignífugo" bordado en bolsillo relojero.

“ATPV 8,7 Cal/cm² NFPA 70E Hard Risk Category 0,1 y 2” en bolsillo trasero derecho

Normas que cumplen las telas y prendas:

EN 531 (Protección Térmica en la industria y petróleo)

EN 470 (Protección Térmica en soldadura)

NFPA 70 E (Arco Eléctrico)

NFPA 2112 (Normas ropa ignífuga p/empresas industriales y petroleras contra
fuegos

Repentinos). Certificada por UL.

NFPA 2113 (Norma para la confección de prendas de acuerdo al estándar
NFPA 2112)

NFPA 1997 (Resistencia al fuego en incendios)

NFPA1971:2000 (Bomberos)

ASTM F 1002 (Exposición de tejidos a sustancias químicas y salpicaduras
ferrosas)

OSHA 1910.269 (Salud personal del trabajador)

EN 1149 (Método antiestático)

ASTM D 6413 (Método de flamabilidad vertical)

AATCC 76 (Antiestática)

ASTM 5550 (Encogimiento)

ASTM 5132 (Resistencia al desgarre)

ASTM 5100 (Resistencia a la rotura)

ASTM 4970 (Resistencia a la abrasión)

AATCC 61 (Resistencia al lavado)

UL (Underwriters laboratories)

IRAM 3878: 2000

ee. Cartelería, y Alarmas

ii. Señales ópticas y acústicas

Para el caso de peligros de explosiones deben utilizarse señales ópticas, en particular del tipo luminosa, que proporcione un contraste respecto al entorno, sin llegar a producir un deslumbramiento, cuya fuente de energía sea independiente de la fuente general del área. Conjuntamente se utiliza una señal sonora, cuyo nivel acústico debe ser superior al ruido de fondo.

iii. Cartelería



ff. Relación entre las Inspecciones realizadas y las acciones tomadas

A continuación, en tabla 13, se presentan las observaciones que surgieron de la recorrida de nuestro caso bajo estudio. Lo que se recomienda es llevar registro de los desvíos y plantear las acciones a tomar.

En la tabla de abajo se puede observar al lado de cada desvío una guía sobre los puntos del presente trabajo que pueden servir de base para entender que acciones implementar y de que manera hacerlo, con esto se busca demostrar la utilidad que los lectores y empresas pueden darle a este protocolo y las propuestas de mejoras planteadas. Entiéndase Capítulo 7 “Protocolo”, Capítulo 8 “Validación de protocolo” y capítulo 9 “Propuestas de Mejora” .

Ing. Ramos, Melina
 “SEGURIDAD PARA PREVENIR, PROTEGER, MITIGAR Y CONTROLAR LAS EXPLOSIONES DE POLVO
 DE CEREAL EN PLANTAS AGROINDUSTRIALES”

N°	Tema	Observación	Medidas técnicas y procedimentales a implementar
1	DIRECTIVA 1992/92/CE	No se complementan y/o combinan de ser necesario medidas de prevención de explosiones y protección contra estas, con medidas contra la propagación de las explosiones.	9.1.a/ 9.1.j
2	DIRECTIVA 1992/92/CE	No se evalúan los riesgos específicos derivados de las atmósferas explosivas.	7.i
3	DIRECTIVA 1992/92/CE	No se elabora y mantiene actualizado antes de que comiencen los trabajos un documento, denominado documento de protección contra explosiones con los registros de las acciones realizadas, las cuales detalla en la norma y revisarlo siempre que se efectúen modificaciones, ampliaciones o transformaciones importantes en el lugar de trabajo, en los equipos de trabajo o en la organización del trabajo. Integrar el documento a la documentación legal de la empresa.	7.q
4	DIRECTIVA 1992/92/CE	No se clasifican las áreas de riesgo en zonas teniendo en cuenta la frecuencia con que se producen atmósferas explosivas y su duración. De esta clasificación dependerá el alcance de las medidas que deban adoptarse	7.g
5	DIRECTIVA 1992/92/CE	No se posee un sistema para desviación o evacuación a un lugar seguro y/o de contención y/o control de un escape o liberación, intencionada o no, de gases, vapores o nieblas inflamables o de polvos combustibles que pueda dar lugar a riesgos de explosión.	9.f.j
6	DIRECTIVA 1992/92/CE	No se tiene en cuenta las descargas electrostáticas producidas por los trabajadores o el entorno de trabajo como portadores o generadores de carga. No se provee a los trabajadores de calzado antiestático y ropa de trabajo adecuada hecha de materiales que no den lugar a descargas electrostáticas que puedan causar la ignición de atmósferas explosivas.	7.s/ 7.t/ 7.u
7	DIRECTIVA 1992/92/CE	No se adoptan todas las medidas necesarias para asegurarse de que los lugares de trabajo, los equipos de trabajo y los correspondientes dispositivos de conexión que se encuentren a disposición de los trabajadores han sido diseñados, construidos, ensamblados e instalados y se mantienen y utilizan de tal forma que se reduzcan al máximo los riesgos de explosión y, en caso de que se produzca alguna, se controle o se reduzca al máximo su propagación en dicho lugar o equipo de trabajo.	7.k/ 9.1.a/ 9.1.b/ 9.1.c/ 9.1.d
8	DIRECTIVA 1992/92/CE	En caso necesario, los trabajadores no son alertados mediante la emisión de señales ópticas y/o acústicas de alarma y desalojados en condiciones de seguridad antes de que se alcancen las condiciones de explosión.	7.u/ 8.j
9	DIRECTIVA 1992/92/CE	No se utilizan las categorías de aparatos, que resultan adecuados para polvos combustibles, según corresponde:	9.2
10	DIRECTIVA 1992/92/CE	No se señalizan las zonas de riesgo de atmósferas explosivas conforme a la clasificación de la norma.	8.j/ 9.2
11	NFPA61	Las bandejas portan cables instaladas en los túneles y celdas, están colocadas en forma horizontal, que facilita la deposición de Polvo	9.2
12	NFPA61	Los rodamientos, motores, bandejas de cables, rolos, rodillos en túneles y celdas de almacenaje, se encuentran con alto nivel de polvo	9.2
13	NFPA61	Los paneles o dispositivos antiexplosivos instalados en los elevadores a cangilones no están situados a menos de 6 metros entre ellos como máximo	9.2
14	NFPA61	Los elevadores a cangilones no poseen un alivio en el cabezal.	9.2
15	NFPA61	Los elevadores a cangilones no poseen sensores de movimiento y alineación en el pie y cabezal	9.2
16	NFPA61	Los elevadores a cangilones no poseen sensores de temperatura en los rodamientos.	9.2
17	NFPA61	Los venteos antiexplosivos de los elevadores a cangilones se instalaron en lugares de paso del personal.	9.2
18	NFPA61	Las secadoras de granos en caso de excesiva temperatura no poseen un apagado de emergencia, para detener el flujo del producto, detener el flujo de aire y dar una alarma audible para dar una pronta respuesta a la emergencia.	7.u/ 9.1.j

19	NFPA61	Presencia de polvo en los pisos, estructura y otras superficies en túneles y celdas de almacenaje.	7.i
20	NFPA61	No hay carteles indicativos del No uso de aire comprimido en túneles, silos y celdas de almacenaje.	7.u
21	NFPA61	El cableado eléctrico y equipos deben ser de acuerdo a la clasificación del área (NFPA 70)	7.g.8
22	Legislación nacional Vigente	No se verifican las P.A.T. (Puestas a Tierra) de las instalaciones y equipos con la frecuencia adecuada.	7.f
23	Legislación nacional Vigente	No hay programas de mantenimiento y verificación de las instalaciones eléctricas confeccionados de acuerdo a normas de seguridad.	7.p/ 7.c
24	Legislación nacional Vigente	No se registran los resultados de dichos programas.	7.p
25	Legislación nacional Vigente	Los materiales y equipos que se utilizan en las instalaciones eléctricas no cumplen con las exigencias de las normas técnicas correspondientes, no están contruidos de acuerdo a normas nacionales o internacionales vigentes.	7.c
26	Legislación nacional Vigente	No se cumple con las prescripciones adicionales para locales especiales de la reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles, de la Asociación Electrotécnica Argentina.	7.o.ii
27	Legislación nacional Vigente	No se cumple con los requisitos de aplicación de la norma IEC 61241-10: 2004 “Materiales eléctricos para uso en presencia de polvos combustibles. Parte 10: Clasificación de emplazamientos en donde están o pueden estar presentes polvos combustibles”. La planta no clasifica las áreas de acuerdo a la normativa. Debido a esto los materiales y equipos que se utilizan en las instalaciones eléctricas no cumplen con las exigencias de las normas técnicas correspondientes.	7.g/ 9.2
28	Legislación nacional Vigente	No se cumple con los requisitos de aplicación de la norma IEC 61241-14(2004-07) Ed. 1.0 Bilingual. Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 14: Selection and installation. La planta no clasifica las áreas de acuerdo a la normativa. IEC IEC 61241-10, por lo que no selecciona los materiales eléctricos correspondientes para cada zona de acuerdo a la normativa IEC 61241-14.	7.g/ 9.2
29	Legislación nacional Vigente	Los materiales, equipos y aparatos eléctricos no están contruidos de acuerdo a normas nacionales o internacionales vigentes.	7.g/ 9.2
30	Legislación nacional Vigente	Los conductores no se seleccionaron de acuerdo a la tensión y a las condiciones reinantes de los lugares en donde se instalaron.	7.g/ 9.2
31	Legislación nacional Vigente	Los interruptores no están dentro de protecciones acordes con las condiciones de los locales en donde se instalaron.	7.g/ 9.2
32	Legislación nacional Vigente	Interruptores. Cuando se colocan dentro de ambientes inflamables o explosivos no se colocan fuera de la zona de peligro	7.g/ 9.2
33	Legislación nacional Vigente	Motores eléctricos. Las características constructivas no responden al medio ambiente donde se instalaron.	7.g/ 9.2
34	Legislación nacional Vigente	Motores eléctricos. Su protección no es contra Explosiones.	7.g/ 9.2
35	Legislación nacional Vigente	La instalación eléctrica no está contenida en envolturas especiales seleccionadas específicamente de acuerdo con cada riesgo.	7.g/ 9.2
36	Legislación nacional Vigente	No existe protección por medio de artefactos para iluminación antideflagrantes.	9.2
37	Legislación nacional Vigente	No todas las partes de la instalación eléctrica están dentro de cañerías y artefactos antideflagrantes capaces de resistir la explosión de la mezcla propia del ambiente sin propagarla al medio externo.	7.o.ii

38	Legislación nacional Vigente	Las características constructivas de todos los elementos de la instalación eléctrica no responden a las exigencias de normas nacionales o internacionales vigentes referentes a este tipo de material.	7.b/ 7.c/ 7.d
39	Legislación nacional Vigente	La conexión entre artefactos no se realizó en todos los casos por cañerías resistentes a explosiones, usándose selladores verticales y horizontales para compartimentar la instalación.	7.o.ii
40	Legislación nacional Vigente	La separación entre el eje y el buje o laberinto no es función de la longitud del mismo.	7.o/ 9.2
41	Legislación nacional Vigente	Las juntas no son de tipo metal a metal perfectamente maquinadas.	9.2
42	Legislación nacional Vigente	En los motores eléctricos antideflagrantes la salida del eje no se realizó mediante laberintos o bujes apagachispas.	7.o/ 9.2
44	Legislación nacional Vigente	La conexión entre artefactos no se realizó en todos los casos por cañerías resistentes a explosiones ni usándose selladores verticales y horizontales para compartimentar la instalación.	7.o/ 7.k
45	Legislación nacional Vigente	Los artefactos, equipos y materiales utilizados en las instalaciones eléctricas especiales no están aprobados por organismos oficiales.	7.o.ii/ 7.k
46	Legislación nacional Vigente	La empresa no posee copia de certificado de aprobación de los artefactos y equipos suministrado por los fabricantes e instrucciones de mantenimiento.	7.o.ii/ 7.k
47	Legislación nacional Vigente	No se cumple con los requisitos de aplicación de la norma IEC 60079-17 (2007-08) Ed. 4.0 Bilingual. Explosive atmospheres - Part 17: Electrical installations inspection and maintenance. La planta no clasifica las áreas de acuerdo a la normativa. IEC IEC 61241-10, por lo que no selecciona los materiales eléctricos correspondientes para cada zona de acuerdo a la normativa IEC 61241-14, por ende no realiza el mantenimiento de los equipos de acuerdo a la norma IEC 60079-17.	7.o.ii/ 7.k
48	Legislación nacional Vigente	El personal no utiliza vestimenta confeccionada con telas sin fibra sintética para evitar la generación y acumulación de cargas eléctricas en todas las áreas consideradas como zonas de riesgo.	7.t/ 8.i
49	Legislación nacional Vigente	Previo al ingreso a los locales el personal no toma contacto con barras descargadoras conectadas a tierra colocadas de ex profeso, a los efectos de eliminar las cargas eléctricas que se hayan acumulado.	7.o

Tabla 13. Resultados de Inspección realizada

9. PROPUESTA DE MEJORAS

9.1 Propuestas técnicas de protección contra explosiones.

En recorrida e inspecciones dentro de instalación, surgen recomendaciones de mejora en la parte de instalaciones, de campo, conocido como control operativo, es lo que viene a complementar a la gestión en sí.

Poder contrarrestar el riesgo incipiente de una explosión de polvo en forma inmediata, se realizan actividades a Corto o mediano plazo que actúan sobre las causas inmediatas de los riesgos, pero que, en ningún caso, actúan sobre las causas básicas o sobre el sistema de Gestión de Seguridad. Estas acciones pretenden cumplimentar algunos puntos de la Normativa y ser ante todo preventivos, o en caso de un accidente, que actúen como contingencia de este. Las mismas buscan Impedir la formación de Atmósfera explosiva, evitar la ignición y en último caso, atenuar los efectos.

Las acciones que pueden tomarse son las siguientes:

a. Sistemas de Aspiración y captación de Particulado



Para minimizar la concentración de polvo necesaria para que ocurra una explosión, se utilizan sistemas de

Figuras 50 y 51. Ciclón y Filtro de manga

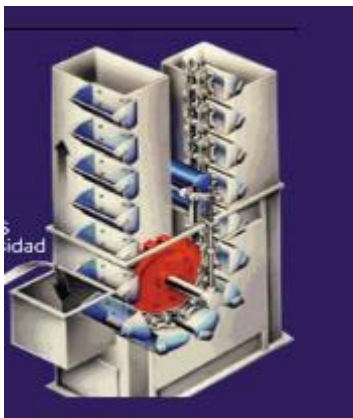
aspiración y captación de particulado.

Se colocaron para tal fin sistemas de este tipo en los sistemas de transporte, descargas de cereales, túneles, etc. Se utilizan como captadores tanto ciclones, como filtros manga. Las cargas y descargas como se observa en la imagen son cerradas y provistas de portones, cortinas, etc.



Figura 52. Descarga/carga de camiones cerradas para contener polvillo.

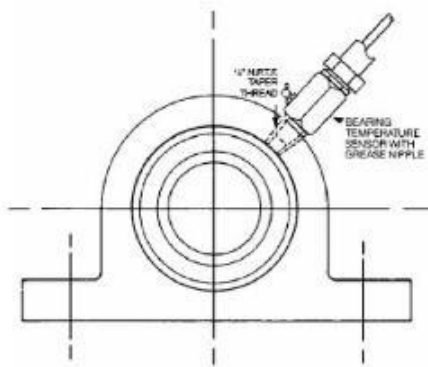
b. Reemplazar cangilones metálicos por cangilones plásticos.



Los cangilones metálicos pueden generar chispas, que pueden ser la fuente de ignición de una explosión de polvo. Por esta razón, se cambian por Cangilones plásticos, como puede observarse en la figura 53, que al mismo tiempo generan menos carga estática

Figura 53. Cangilones plásticos

c. Instalar sensores de temperatura para rodamientos en cintas transportadoras y elevadores a cangilones.



Tienen como finalidad detectar aumentos de temperaturas en los rodamientos, que pueden generar puntos de ignición. Se conecta dentro del engrasador existente en el rodamiento, esto alertaría en caso de encontrar un punto con alta temperatura. Es una práctica de

Figura 54. Sensores de temperatura

prevención muy importante, entendiendo que los rodamientos en cintas transportadoras y en elevadores son los puntos donde más puede generar explosiones y/o incendios por la acumulación de polvo más la fricción, esta última eleva la temperatura. La figura 54 muestra el lugar donde se instalarían los sensores.

d. Instalar dispositivos de alineación de la banda del elevador a cangilones, para evitar puntos de fricción.

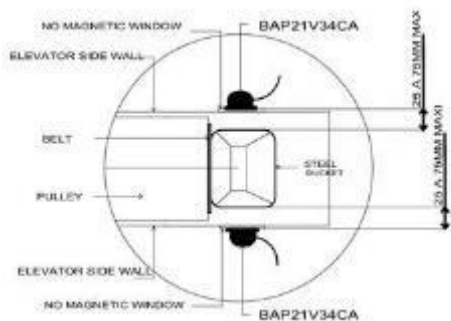


Figura 55. Dispositivo de alineación.

Como comentábamos en el punto anterior, en los trabajos de prevención que se esperan implementar, uno de los puntos a considerar es detectar y evitar la fricción, este movimiento es lo que genera aumentos de temperatura y en algunos casos podría generar chispa, dependiendo

sensores de alineamiento, figura 55, son útiles ya que tienen como finalidad generar una señal de alerta o detección cuando una banda del elevador se desalinea, pudiendo provocar fricciones contra el cuerpo del elevador, creando una fuente de ignición. Los sensores más modernos, leen a distancia, lo que los hace inmunes al polvo.

e. Limpieza de Planta

Se debe realizar una limpieza profunda de todos los equipos en los que se acumula particulado, que puede conducir a agravar una explosión o a generarla. La limpieza debe hacerse en todos los casos de forma tal de no levantar nubes de particulado, por lo que en ningún caso se utilizará Aire Comprimido, sino que se realiza a través del uso de la aspiradora o los sistemas centrales de aspiración al vacío.

Los depósitos de polvo tienen un efecto aislante y, por lo tanto, obstaculizan la evacuación del calor hacia fuera. Este proceso puede llegar hasta la ignición de la capa de polvo.

La limpieza de secadoras para eliminar el carbonizado se realiza en forma mecánica para el retiro del fino acumulado entre las columnas de la secadora. Esto se realiza en un plan de limpieza quincenal, siempre que no haya pérdidas, que ocasionan la acumulación de granos e implica una limpieza más rutinaria, probablemente, semanal.

Todas las áreas de almacenamiento deberán limpiarse periódicamente para quitar el polvo acumulado en el suelo, las paredes, los tubos, equipos y dispositivos, así como en todas las envolturas eléctricas.

La cantidad de polvo fino no debe ser superior a 50 g/m².

f. Colocar venteos antiexplosiones en el cabezal en los elevadores a cangilones que están instalados en el exterior de los edificios.

Constituye una solución fácil de instalar que no requiere mantenimiento, ayudando a cumplir con los reglamentos en materia de protección contra explosión.



Figura 56. Venteos antiexplosivos

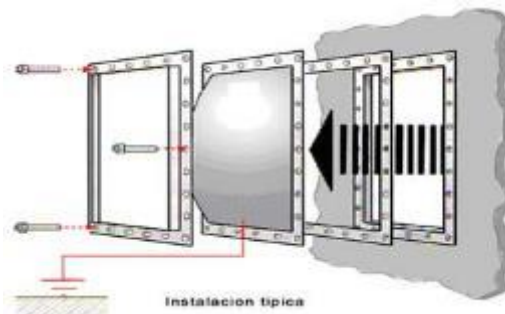


Figura 57. Instalación típica de venteos

Estos paneles de venteo, como se puede

observar en las figuras 56 y 57, se colocan con sistemas de detección de atmosferas explosivas. Debe ser de diseño no fragmentable, que posea estanqueidad frente al polvo y que posea Alivio instantáneo de presión, venteo completo y rápido

g. Extender las secciones internas superiores del elevador a cangilones al exterior.

Con esto evitamos la posibilidad de que algún incidente por explosión de polvo Primaria genere explosiones secundarias dentro de la nave industrial, o que por dichas explosiones, pueda lesionarse alguna persona

h. Instalar en las piernas o pantalones de los elevadores a cangilones, venteos antiexplosivos cada 6 m y de acuerdo a especificaciones.

i. Instalar en las secadoras de granos, un sistema de apagado de incendio, un sistema de apagado de emergencia automático y con alarma audible.

Este sistema tiene como principio inyectar agua al núcleo portador de grano enfriando el material combustible y sus envolventes para resguardar la estructura portante de la máquina, así como el producto.



Figura 58. Sistema de emergencia, lucha contra fuego.

Se logra por medio de inyectoros abiertos interconectados por tubería de acero, los cuales van distribuidos en distintos niveles de la torre secado.

También se colocar una alarma lumínica de emergencia por alta temperatura, que automáticamente detiene el equipo.

De la misma forma se complementa con cortes presostato de aire y gas.

j. Dispositivos de desconexión para polvos

1. Barreras extintoras

En cuanto la explosión es reconocida por los detectores, los extintores inyectan

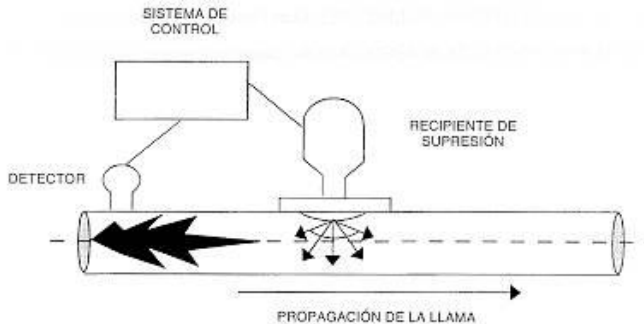


Figura 59. Barrera extintora.

en la tubería agentes extintores que sofocan las llamas. Esto no tiene efecto alguno sobre la presión de explosión que se forma por delante de la barrera de extinción. También es necesario calcular la resistencia de los conductos y aparatos situados en los tramos posteriores a la barrera habida cuenta de la presión previsible. El agente extintor debe adaptarse al tipo de polvo existente en cada caso.

en la tubería agentes extintores que sofocan las llamas. Esto no tiene efecto alguno sobre la presión de explosión que se forma por delante de la barrera de

2. Correderas de cierre instantáneo, compuertas de cierre rápido

La explosión que discurre por la tubería es reconocida por los detectores y un mecanismo de accionamiento cierra la corredera o la compuerta en cuestión de milisegundos.

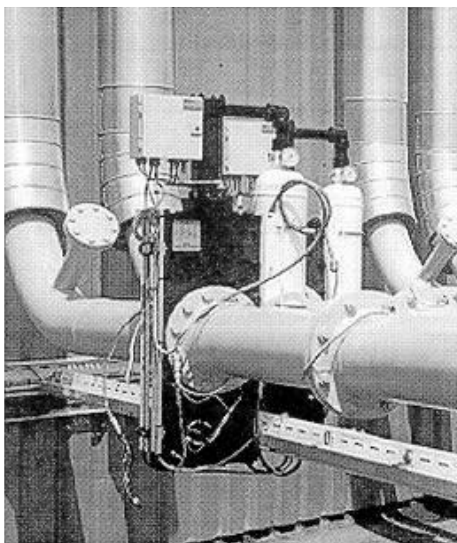


Figura 60. Compuertas para cierre rápido.

3. Válvula de cierre rápido (válvula de seguridad contra explosiones)

Si se rebasa cierta velocidad de flujo se cierra una válvula en la tubería. La velocidad de flujo requerida para el cierre de la válvula es la generada ya sea por la onda expansiva de la explosión ya sea por un flujo auxiliar controlado por el detector (p.ej.insuflación de nitrógeno sobre el cono de la válvula). Las válvulas de cierre rápido conocidas hasta la fecha sólo pueden instalarse en tuberías posicionadas horizontalmente, y además sólo resultan apropiadas en tuberías con una carga de polvo relativamente escasa (p. ej. en instalaciones de filtrado: en el lado del aire purificado).

k. Otras acciones Inmediatas asociadas a las instalaciones eléctricas

- **Reparar cajas de paso, balastros y Borneras**
- **Cambiar Artefactos lumínicos no apropiados, por aquellos apropiados para atmósferas explosivas**
- **Reparar los plafones rotos**
- **Seleccionar conductores de acuerdo con la tensión y a las condiciones reinantes de los lugares en donde se instalaron.**

9.2 Procedimiento Gral. para evitar explosiones de Polvo

A continuación, se acerca al lector un procedimiento tipo que toda empresa de este rubro debería tener diseñado:

i. DESARROLLO

i.1. Responsabilidades

Los Sectores de movimiento de material, son responsables de:

- Mantener y operar las instalaciones de acuerdo a lo establecido en el presente procedimiento

- Realizar el relevamiento de riesgos de explosiones de polvo de acuerdo al MASTER PLAN de HSMA.
- Definir y ejecutar el plan de adecuación de acuerdo al relevamiento realizado.

El HSMA corporativo es responsable de auditar el cumplimiento de los puntos b y c.

i.2. Clasificación de áreas según el riesgo de atmósfera explosiva

Las áreas de los Establecimientos con presencia de polvo combustible deben ser relevadas y clasificadas según alguna de las siguientes categorías (IRAM-IEC 1241-3), de acuerdo a las características aquí descriptas:

ZONA	CARACTERÍSTICAS
20 Con nubes de polvo	Área en la cual el polvo combustible está presente continua o frecuentemente en forma de nube durante la operación normal, en cantidades suficientes, capaces de producir una concentración combustible de mezcla de polvo con aire, y/o donde se pueden formar capas de polvo de espesor incontrolable y excesivo.
21 Con nubes o capas de polvo	Área no clasificada como 20 en la cual el polvo combustible, en forma de nube, es susceptible de aparecer durante la operación normal, en cantidades suficientes capaces de producir una concentración explosiva de polvo combustible mezclada con aire. El área debe ser clasificada como zona 21, cuando, luego de una condición anormal, no se puede asegurar la remoción de acumulaciones o capa.
22 Con nubes o capas de polvo	Áreas no clasificadas como zona 21 en las cuales las nubes de polvo combustible pueden ocurrir infrecuentemente, y persistir solo por un corto período, o en la que pueden estar presentes acumulaciones o capas de polvo combustible en condiciones anormales y originar una mezcla combustible de polvo en el aire.

En las áreas de recepción, transporte y procesamiento de granos, se puede establecer la siguiente clasificación genérica:

ZONA	CLASIFICACIÓN GENÉRICA
20	En el interior de equipamientos como tolvas de descarga de granos, transportes, elevadores, conductos de aspiración, molinos, etc.
21	En las proximidades de equipos en sus fuentes de escape en un radio de un metro.

22	Toda zona contigua a la zona 21 ubicada en el interior de edificios. En el caso de áreas exteriores el límite de la zona 22 se puede reducir y generalmente es suficiente un área de un metro alrededor de la fuente de escape.
-----------	--

i.3. Medidas de prevención en operación

Durante las operaciones, la posibilidad de que ocurran explosiones por polvo surge de la coincidencia de dos riesgos básicos:

- ✓ las fuentes de ignición
- ✓ la acumulación de polvo

Estas medidas están orientadas a mantener bajo control dichos riesgos:

- Establecer y señalizar la prohibición de fumar y de hacer fuego.
- Evitar fuentes de ignición, como por ejemplo uso de amoladoras, soldadoras, etc. Todo trabajo en caliente que se realice debe contar con un Permiso de Trabajo por escrito que considere el análisis de riesgos correspondiente.
- Instruir a los empleados propios y terceros que trabajen en estas áreas, sobre los riesgos de explosión de polvo y las medidas de prevención requeridas.
- Implementar un programa de limpieza periódica que asegure la no acumulación de polvo, preferentemente por aspiración y evitando a generación de nubes de polvo, como por ejemplo aire comprimido, barrido de superficies en altura.
- Implementar un programa de mantenimiento que verifique el estado de los equipos e instalaciones y genere las reparaciones necesarias relacionadas con el control de fuentes de ignición y la ausencia de acumulación de polvo.
- Controlar el funcionamiento y la eficacia de los sistemas de aspiración.
- Implementar rutinas de inspección para detectar y controlar ingresos de agua de lluvia
- Implementar un programa de fumigación de silos y control de plagas en general.

- Chequear y limpiar en forma periódica los separadores magnéticos.

i.4. Medidas de prevención de diseño

Las condiciones de diseño destinadas a reducir la posibilidad de generación de fuentes de ignición y la acumulación de polvo son las siguientes:

Condiciones generales

- Los molinos, transportes y elevadores, deben poseer controles de giro con el objeto de prevenir deslizamientos y la posibilidad de aparición de puntos calientes y rescoldos.
- Los sistemas receptores antes de los elevadores deben poseer:
- separadores magnéticos, preferentemente del tipo rotativo y autolimpiante, para remover impurezas metálicas
- prelimpieza antes del ensilado para quitar piedras del circuito.
- Se deben emplear materiales antiestáticos, y puesta a tierra de todos los equipos para evitar descargas de electricidad estática (incluida la descarga de camiones).
- Los edificios deben contar con alivio de explosión.
- Las instalaciones y edificios deben tener superficies lisas, evitando las superficies horizontales innecesarias
- Para incrementar las medidas de protección se podrán instalar sistemas de detección de fuego y/o humo, especialmente en las zonas de los cabezales de las cintas; además, de sistemas de rociadores automático y/o sistemas de agua pulverizada automático.

Silos

- Los silos de cebada deben poseer sistemas de control de temperatura del grano almacenado y venteos para alivio de explosiones
- Los silos de malta y adjuntos deben poseer alivio de explosiones
- Las puertas de entrada o las aberturas deben impedir fugas de polvo

Transportes

- Los sistemas transportadores deben poseer un sistema de aspiración, especialmente en los puntos de caída y alimentación, para evitar la generación de nubes de polvo
- Los transportadores a tornillo y los redlers deben poseer tapas de seguridad para sobrecarga con sensores de rebalse. Los redlers además deben poseer sensores de sub-velocidad
- Las cintas para transporte de granos deben cumplir las siguientes condiciones:
 - ✓ Poseer sensores de desviación lateral, sensores de subvelocidad y sensores de arranque.
 - ✓ Ser antiestáticas y con una resistividad de la superficie no mayor que 100 megohms.
 - ✓ Ser del tipo retardante de llama o resistente al fuego y al aceite.
 - ✓ La polea principal y el eje deben estar puestos a tierra a través del motor o por alguna otra manera igualmente efectiva.
 - ✓ De utilizarse correas para transmisión deben ser eléctricamente conductoras en 1 megohm o menos y resistentes al fuego y al aceite

Rodamientos

- Los rodamientos en elevadores de cangilones y transportadores deben estar ubicados fuera de la maquinaria y apartados de la corriente del producto para minimizar exposición al polvo y ser más accesible para la inspección y el servicio.
- De existir rodamientos dentro de la maquinaria, expuestos a la corriente de producto, se deberá optar por una de estas opciones:
 - ✓ reemplazarlos por equipos sellados, aplicándole un programa de mantenimiento predictivo y detección de temperatura
 - ✓ retirarlos fuera del cuerpo del equipo

Sistemas de aspiración

- Los motores de los ventiladores de extracción deben situarse fuera de los conductos.
- Ubicar los equipos de aspiración y separación de polvos, preferentemente fuera de los edificios, o de manera tal que la explosión de los mismos tenga un rápido alivio al exterior y no afecte la estructura del local.
- Poseer detección de falla en filtro de aspiración.

Tubos de descarga

- Deben ser estancos y metálicos, y tener continuidad eléctrica con el resto de la instalación, a fin de evitar la acumulación de electricidad del tipo estática.
- Aquellos que descarguen dentro de depósitos, tanques, o silos deben estar instalados a fin de que los objetos extraños (como metal o piedras) en la corriente material no golpeen las paredes del contenedor.

Elevadores a cangilones

- Deben estar equipados con sensores de sub-velocidad y sensor de desvío de bandas.
- Las cintas deben ser antiestáticas, tener una resistencia eléctrica de la superficie no superior a 100 megohms y ser del tipo retardante de llama o resistente al fuego
- Deben poseer ventanas de inspección en el cabezal principal y en el pie.
- Deben poseer paneles de alivio de explosión en dos caras contrapuestas ubicados a intervalos no mayores a 6 m a lo largo de cada envoltura y por encima de los 2 metros respecto al nivel de piso. Los paneles deben tener al menos $2/3$ de la sección transversal de la envoltura. Se permitirá un sólo panel de $4/3$ de sección cuando razones operativas lo justifiquen.

Instalaciones eléctricas

- Los dispositivos de maniobras y protección, aparatos, motores y equipo deben montarse fuera de las zonas clasificadas, de lo contrario, deben ser

del tipo a prueba de explosión según corresponda a la clasificación del área

- Los motores eléctricos, cajas y gabinetes y artefactos de iluminación para áreas clasificadas como 21 y 22 deben poseer protección IP55 como mínimo.
- El tablero de fuerza motriz de planta de granos debe poseer relé diferencial en el seccionador de entrada con una sensibilidad de 300 mA., con objeto de reducir los riesgos de incendio.
- Los motores eléctricos deben poseer dispositivo guardamotor. Opcionalmente podrán poseer además fusible mecánico, en caso de falla del anterior.
- Las canalizaciones deben estar selladas herméticamente en los puntos de entrada a cajas y gabinetes.

10. DISCUSIÓN

En primer lugar, encontramos una falta de política perfectamente definida sobre la aplicación de normativas y legislación correspondiente al diseño y ejecución de los proyectos de construcción y reformas de las instalaciones y equipos de la planta.

En este análisis se evidencia que la legislación nacional no tiene incorporados suficientes requisitos aplicables a los equipos instalados en la planta, los cuales tienen que ser sometidos a evaluación por requisitos de normativas de carácter internacional que no son de cumplimiento obligatorio.

También se evidencia que no son de ágil aplicación los requisitos para instalaciones eléctricas impartidos por la Ley N° 19.587. Higiene y Seguridad en el Trabajo, Decreto N° 351/79. Reglamentario de la Ley sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo, Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles, los cuales vinculan como requisitos legales a las normativas IEC 61241-10: 2004 “Materiales eléctricos para uso en presencia de polvos combustibles. Parte 10: Clasificación de emplazamientos en donde están o pueden estar presentes polvos combustibles”. IEC 61241-14(2004-07) Ed. 1.0 Bilingual. Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 14: Selection and installation. IEC 60079-17 (2013) Ed. 5.0 Bilingual. Explosive atmospheres - Part 17: Electrical installations inspection and maintenance. Normas que no son de uso frecuente y las versiones fáciles de conseguir se encuentran en el mercado en idioma Inglés y Francés.

Esta situación no armoniza con el espíritu de la legislación y el Dec. 351/79. Reglamentario de la Ley sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo:

“Que la experiencia acumulada desde la fecha de su promulgación demostró la necesidad, de carácter imperativo, de actualizar los métodos y normas técnicas, unificar criterios referidos a Medicina, Higiene y Seguridad en el Trabajo, aclarar los fundamentos de sus capítulos y agilizar su aplicación” ...

Existe un factor no controlado que puede afectar los resultados a la hora de la implementación de las acciones correctivas propuestas vinculados a los contratos de aseguramiento de las instalaciones llevados a cabo por la planta con las Compañías de Seguros.

Este factor puede perjudicar las aplicaciones técnicas debido a negociaciones de carácter comercial, económicas o financieras que desconsideran en alguna medida el asidero humano y social de muchas reformas.

Para la realización de este trabajo no se incluye la participación de las Compañías Aseguradoras, debido a que se consideró que no era conveniente involucrar a las mismas siendo que es un trabajo de carácter puramente técnico.

11. CONCLUSIONES

Las instalaciones en las que se maneja, produce o almacena polvo combustible se deben diseñar y mantener de tal manera que no se produzcan escapes de polvo combustible y, consecuentemente, la extensión de las zonas clasificadas sea mínima.

En el caso de actividades de mantenimiento, la extensión de la zona puede verse afectada temporalmente, pero es de esperar que esto sea controlado mediante un sistema de permisos para trabajo.

Los polvos combustibles normalmente forman atmósferas explosivas entre ciertas concentraciones. Por lo tanto, una alta concentración de una mezcla polvo/aire que puede estar por encima de la concentración máxima explosiva y por tanto no ser una atmósfera de polvo explosiva, puede llegar a serlo si se diluye, o si se forman turbulencias y acumulaciones locales.

En una situación donde las mezclas polvo/aire son posibles se deberían seguir los siguientes pasos:

1. Eliminar la posibilidad de una mezcla explosiva de polvo/aire y capas de polvo combustible
2. Eliminar la posibilidad de cualquier fuente de ignición.

Si esto no se puede realizar, deben tomarse medidas para reducir la probabilidad de que ocurra alguna de las dos (mezcla explosiva y fuente de ignición), de forma que la probabilidad de que coincidan sea suficientemente pequeña como para ser aceptable. En algunos casos, cuando la prevención no puede garantizar un nivel de seguridad aceptable, puede ser necesario emplear algún método de protección contra explosiones.

En la mayoría de las situaciones prácticas donde los polvos combustibles están presentes, es difícil asegurar que nunca aparezca una mezcla explosiva de polvo/aire o una capa de polvo combustible. Es también difícil asegurar que los

equipos, máquinas o aparatos nunca se van a convertir en una fuente de ignición, por tanto, en situaciones donde una mezcla explosiva de polvo/aire o una capa de polvo tienen alta probabilidad de coexistir, se utilizarán aparatos diseñados para tener una probabilidad extremadamente baja de originar una fuente de ignición.

Consecuentemente, cuando la probabilidad de una mezcla explosiva de polvo/aire o de existencia de capas de polvo combustible sea menor, la construcción de los aparatos eléctricos o no eléctricos seguirá un método constructivo menos restrictivo o con menor nivel de exigencias.

Se evidencia el valor que tiene realizar un chequeo con una metodología sistemática de las condiciones de seguridad en las distintas aéreas en forma integradora de los requisitos legales sin importar la magnitud de la misma. Al mismo tiempo se presentó un análisis estructurado de la problemática general de este proceso productivo, contemplando las falencias preventivas de los equipos e instalaciones, involucrando en dicho análisis las mejoras tendientes a eliminar, mitigar o controlar las explosiones de polvo.

Es este trabajo se busca destacar la jerarquía de la definición de políticas generales en materia de Higiene y Seguridad Industrial y medio ambiente, para su incorporación antes de la realización de nuevos proyectos de diseños y construcciones. Punto que se considera de vital importancia ya que trabajar sobre la prevención en instalaciones diseñadas sin la incorporación de los requisitos principales en materia de Higiene y Seguridad es bastante más complejo e implica un costo más alto que su cumplimiento en el diseño y ejecución.

El alcance y aplicación práctica de este trabajo realizado se extiende hasta la posible formalización de un proceso de Gestión estándar para distintas plantas cerealeras y utilización por parte de las empresas para la evaluación y ponderación del riesgo en sus instalaciones.

Por último, y no menos importante, es la Educación, que genera un compromiso real de todos los empleados para con la observación del riesgo, y su rápida acción para solucionarlo.

12. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

Bibliografía

Conectapyme (2007) Vol.1. **Guía técnica para la Seguridad y Salud en atmósferas explosivas.**

Disponible en:

<http://www.conectapyme.com/gabinete/publicaciones/atex.pdf>

Decreto N° 351/79.Reglamentario de la Ley sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo. Boletín Oficial de la República Argentina. Buenos Aires, 22 de mayo de 1979.

INTI-C.I.T.I.M. (1997). Curso: “Protección contra explosiones en instalaciones de polvos combustibles”9 de Julio. Buenos Aires, Argentina Teléfono: 051-2317-430842.

INTI Cereales y Oleaginosas. (1997). "**Las explosiones provocadas por el polvo de los granos**" Dirección Almirante Brow y Reconquista 6500, Buenos Aires - Argentina Teléfono: 051-2317-430842 - email: cerealesyoleaginosas@inti.gov.ar

Instituto Tecnológico del Fuego. (2008).

Disponible en:

http://www.itfuego.com/risk_news_explosion%20en%20silo

Ley N° 12.824. Establecimientos de procesamiento y almacenamiento de granos. Boletín Oficial de la provincia de Santa Fe, Argentina, 26 de junio de 2008.

Ley N° 19.587. Higiene y Seguridad en el Trabajo. Boletín Oficial de la República Argentina. Buenos Aires, 28 de abril de 1972.

Max R. Spencer (1993). **Almacenaje y manipulación de cereales y productos derivados.** Manual de protección contra incendios. Editor jefe Arthur E. Cote, P.E. Editorial Mapfre S.A. España. P. 371-381.

Publicación Científica de la Secretaría de Salud Pública (2004) Municipalidad de Rosario, Argentina . Vol 8 N° especial .

Disponible en:

http://www.rosario.gov.ar/sitio/salud/revista_Inv_web/vol8_indice_esp.htm

NFPA 61 (2008) Standard for the Prevention of Fires and Dust Explosions in Agricultural and Food Products Facilities

NFPA 70 (1996) Código Eléctrico Nacional (International Electrical code Series). Capítulo 5 - Lugares con ocupaciones especiales. Página 430-458.

UNE-EN 60079-10-2:2016 “Atmósferas explosivas. Parte 10-2: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas de polvo” Equivalencias: **EN 60079-10-2:2015, IEC 60079-10-2:2015**

Norma IEC 61241-10:2005 “Materiales eléctricos para uso en presencia de polvos combustibles. Parte 10: Clasificación de emplazamientos en donde están o pueden estar presentes polvos combustibles”.

Norma IEC 61241-14 (2004-07) Ed. 1.0 Bilingual. Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 14: Selection and installation.

Norma IEC 60079-17 (2013) Ed. 5.0 Bilingual. Explosive atmospheres - Part 17: Electrical installations inspection and maintenance.

NORMA IRAM 3675-1: 1995 (31 dic 1997) “Sistemas de protección contra explosiones. Parte 1: Determinación de los índices de explosión de los polvos combustibles en el aire”.

Parlamento Europeo y el Consejo de las Comunidades Europeas. Directiva 1999/92/CE (1999), relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas.

Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles (2006) AEA 90364. Parte 7-Reglas particulares para las instalaciones en lugares y locales especiales. Sección 771: viviendas, oficinas y locales (unitarios).771-B.5 Canalizaciones e instalaciones en lugares o locales con riesgo de explosión. Derecho de propiedad intelectual expediente n° 467057. ISBN-10: 950-659-016-8. ISBN-13: 978-950-659-016-1. Ejemplar n° 6254. Ciudad autónoma de Buenos Aires, posadas 1659.

Resolución (SEMyDS) 177/03 (2003) Medidas de funcionamiento de los Establecimientos dedicados al almacenamiento, distribución, acondicionamiento y conservación de granos. Boletín oficial de la Provincia de Santa Fe, Argentina.

Guía técnica para la seguridad y salud en atmósferas explosivas (2008) ATEX – CEPYME Aragón

Disponible en:

<http://www.cepymearagon.es/WebCEPYME/Portal.nsf/DetalleDoc.xsp?action=openDocument&documentId=D5AF272D2AEABBB8C1257A16003F3C61>

Oscar Natalio Marucci (2009) Investigación de Incendios y Explosiones. Ed. Dunken

AENOR: Norma UNE-ENV 1991-4:1998 (1998) EUROCÓDIGO 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 4: Acciones en silos y depósitos.

Marceliano Herrero Sinovas. (2007). **Metodología para la Clasificación de Zonas con Riesgo de Incendio y Explosión debido a polvo combustible.** Jefe del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Turismo de la Delegación Territorial de la Junta de Castilla y León en Valladolid

Francesc Escuer Ibars y Javier Garcia Torrent (2005) **Clasificación de zonas en atmósferas explosivas.** Universidad Politécnica de Madrid

Siemens (2006) Protección **contra explosiones ATEX**

Disponible en:

<http://www.automation.siemens.com/cd-static/material/info/e86060-t1811-a101-a1-7800.pdf>

Donald A. Harrington (2007). **Mantenimiento de Sistemas de Control de Polvo.**

Ing. Nestor Botta (2002) **Explosión de Polvo.** Monografía. RED PROTEGER.

José María Borrás(2007) Explosiones de polvo, Elevadores de Cereal y silos. Estructplan. Recuperado de: <http://estrucplan.com.ar/producciones/contenido-tecnico/p-seguridad-industrial/explosiones-de-polvo-elevadores-de-cereales-silos/>

JAVIER FERNÁNDEZ GARCÍA (2002) **Explosión de polvo en silos agrícolas.**
MAPFRE. Universidad de León

Laboratorio Oficial J.M. Madariaga (2002). Revista MAPFRE Seguridad, N° 82.
Recuperado de: <https://prevention-world.com/actualidad/articulos/explosiones-polvo-silos-cerealeros/>

Fundación Mapfre, Explosiones de polvo: Prevención y protección, Guías de Seguridad-
guía 33, 31 de enero 2007. Recuperado de:
https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1030497

Ing. Hermenegildo Rodríguez Galbarro . Diseño de instalaciones en atmósferas
explosivas. Ingemecánica, SECCIÓN XIV: Instalaciones Industriales, tutorial nº 247

Jorge Parente (2015) **Explosión de polvos y su prevención-** Papers Congreso-
Prevención Integral- UTN-ORP, Recuperado de:
<https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2015/explosiones-polvo-su-prevencion>

B Porter (1989) (2013) **Dust Explosion Hazards Symposium.** Detroit, Michigan.
Recuperado de: <http://www.dustexplosion.info/statistics.htm>

Dust Explosion Hazards Symposium - NFPA- Download proceedings from the
Research Foundation's Dust Explosion Hazards Symposium. Recuperado de:
<http://www.nfpa.org/news-and-research/fire-statistics-and-reports/research-reports/proceedings/2011-proceedings/dust-explosion-hazards-symposium>

Marceliano Herrero Sinovas (2007) **Procedimiento para la clasificación de zonas
para polvos.** Extracto de “Metodología para la Clasificación de Zonas con Riesgo de
Incendio y Explosión debido a polvo combustible”. España.

U.S. Department of Labor (2014) Boletín Oficial, seguridad y Salud. Combustible Dust
in Industry: Preventing and Mitigating the Effects of Fire and Explosions . Recuperado
de: <https://www.osha.gov/dts/shib/shib073105.html>

Ing. Natalia Vázquez Viñuela (2002), Jefe de Proyectos de SADIM, España para
la Revista Seguridad Minera.

Rodrigo Tenuta (2011). Grupo Artema. Buenos Aires Recuperado de:
<http://grupoartema.blogspot.com/2011/12/prevencion-de-explosiones-de-polvo.html>

Concepción Pascual Lizana (2003) Guía Técnica para la evaluación y prevención de los
riesgos derivados de atmosferas explosivas en el lugar de trabajo. España. Recuperado
de:

[file:///C:/Users/ramome/Downloads/ATM%C3%93SFERAS%20EXPLOSIVAS%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ramome/Downloads/ATM%C3%93SFERAS%20EXPLOSIVAS%20(1).pdf)

Ing. Antonio Cejalvo Lapeña (1999) NTP 369: Atmósferas potencialmente explosivas: instalaciones eléctricas, Ministerio de trabajo y asuntos sociales, España. Recuperado de:

<http://www.usc.es/enxqu/files/Atm%C3%B3sferas%20explosivas.%20Instalaciones%20el%C3%A9ctricas.pdf>

Leza, Escriña & Asociados S.A. (2014). Explosiones de polvo. Circular 8.14. Buenos Aires

Recuperado de: https://www.lea-global.com/uploads/circulares/2015/09/4_explosion_de_polvos.pdf

W. Schoeff, de la Universidad de Kansas (Department of Grain Science and Industry ,1995)

UNE-EN 60079-10-2:2016 “Atmósferas explosivas. Parte 10-2: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas de polvo”

Francesc Escuer Ibars (2005), Centro de Seguridad y Condiciones de Salud en el Trabajo de Lérida. Departamento de Trabajo e Industria. Manual Práctico “Clasificación de zonas en atmosferas explosivas”.

Recuperado de: <http://www.apici.es/wp-download/legislacion/guiazonas.pdf>

13. ANEXO

Análisis de Riesgo

El siguiente documento anexo no pretende ser una exploración exhaustiva de las alternativas metodológicas posibles para la elaboración de un análisis de riesgo ambiental para un establecimiento de manipulación de sólidos, sino una propuesta particular que cumple, a criterio del autor, con todos los requisitos para brindar un análisis riguroso y pormenorizado de la identificación de peligros y determinación del nivel de riesgo ambiental asociado a la recepción, descarga, manipulación, almacenamiento y despacho de sólidos en un complejo agroindustrial.

1.1.2 INTRODUCCIÓN AL RIESGO INDUSTRIAL

1.1.3 Riesgo – Definición y tipos

El riesgo es el concepto que asocia a la magnitud o peligrosidad que conlleva un accidente, y la frecuencia o probabilidad de que dicho accidente efectivamente suceda.

RIESGO = PELIGRO . PROBABILIDAD DE SUCESO

Es un concepto ampliamente desarrollado a lo largo de los últimos años, vinculado inicialmente a los riesgos de seguridad a los que se exponen los trabajadores en el sector industrial, y ampliado luego, a fuerza de la gravedad de determinados accidentes mayores y al incremento en la conciencia de las consecuencias socio-ambientales que estos implican, al campo de la modelización y estudio ambiental de riesgos.

Existen diversas metodologías de análisis, cualitativos, semicuantitativos y cuantitativos para el análisis y evaluación de riesgos industriales.

Estas metodologías apuntan a identificar y cuantificar operaciones, acciones y/o sustancias que representen en mayor o menor grado, el potencial de generar accidentes mayores, que supongan un daño material, a la salud y o bienestar del ambiente próximo circundante al emplazamiento del proyecto en estudio.

Desde un punto de vista general, los riesgos pueden clasificarse:

Riesgos de Categoría A: son los inevitables y aceptados, sin compensación (por ejemplo morir fulminado por un rayo).

Riesgos de categoría B: evitables, en principio, pero que deben considerarse inevitables si uno quiere integrarse plenamente en la sociedad moderna (por ejemplo: morir en un accidente aéreo o de automóvil).

Riesgos de categoría C: normalmente evitables, voluntarios y con compensación (por ejemplo: practicar un deporte peligroso).¹

El tipo de accidentes que pueden representar un riesgo para el medio ambiente está vinculado, dependiendo de las características de cada industria, a eventos entre los que se pueden mencionar:

- Derrames (en suelo y/o sobre un cauce de agua)
- Incendios
- Explosiones
- Escapes
- Nubes de Gas

Dichos accidentes están estrechamente relacionados con, por un lado, las características fisicoquímicas de los materiales utilizados (Reactividad, Volatilidad, Explosividad, etc.), y por otra parte con la naturaleza de las actividades, condiciones de operación (presión, temperatura, etc), y las medidas preventivas que se utilicen para gestionar dichos compuestos. Luego, el efecto y los alcances que un episodio de las características aquí mencionadas puede tener, depende de múltiples factores, a saber: cantidad de material acopiado, condiciones de almacenamiento y/u operación, y condiciones climatológicas en el momento que se produce el evento (temperatura, nubosidad, velocidad y dirección del viento, humedad ambiente, etc.).

Diversos estudios coinciden en que las actividades más comúnmente asociadas a este tipo de eventos son:

¹ Casal J., Montiel H., Planas E., Vilchez J. “Análisis de Riesgo en Instalaciones Industriales”, Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona – 1999.

- Operaciones de Transporte: ya sea por carretera, ductos, buques o barcas
- Plantas de proceso: que incluyan reacciones químicas, condiciones elevadas de temperatura y/o presión
- Almacenamiento: de productos químicos, en estado líquido o sólido, que por su grado de reactividad/explosividad, o bien por la cantidad almacenada, representen un potencial dañoso para el resto de las instalaciones y el medio ambiente.
- Operaciones de carga/descarga de materias primas y/o productos terminados

Por lo que para el análisis de riesgo de instalaciones de manejo de sólidos, deberá ponerse especial atención en dichas actividades.

1.1.4 Manipulación de sólidos. Principales eventos

Localización más probable de la explosión primaria (1958-1978)

LOCALIZACIÓN	Nro. De Instalaciones	Porcentaje de Instalaciones
Desconocida	107	42,8
Elevador de cangilones	58	23,2
Molino de mazas, de rodillo o de otro tipo	17	6,8
Depósito o contenedores	13	5,2
Cuarto de control	9	3,6
Molino de pienso	8	3,2
Cimientos	4	1,6
Equipo de proceso	3	1,2
Colector de polvo	3	1,2
Túnel	2	0,8
Cabezas de distribución	2	0,8
Ascensor o montacargas	2	0,8
Secador	2	0,8
Externa o adyacente a la instalación	2	0,8
Colector de palets	2	0,8
Cinta transportadora	2	0,8

Ing. Ramos, Melina
 “SEGURIDAD PARA PREVENIR, PROTEGER, MITIGAR Y CONTROLAR LAS EXPLOSIONES DE POLVO
 DE CEREAL EN PLANTAS AGROINDUSTRIALES”

Tolva de recepción	2	0,8
Otro equipo de manipulación	2	0,8
Planta de procesado	1	0,4
Bajante	1	0,4
Cuarto de ensayo	1	0,4
Cuarto de alimentación	1	0,4
Muestreador	1	0,4
Almacén	1	0,4
Caldera o molino de pienso	1	0,4
Interruptor eléctrico	1	0,4
Transportador de tornillo	1	0,4
Cuadro eléctrico	1	0,4
Tamaño de la muestra	250	100

Base de datos: RED PROTEGER. Derechos Reservados. – Edición junio 2002

Probables fuentes de ignición (1958-1978)

FUENTE	Nro. De Instalaciones	Porcentaje de Instalaciones
Desconocida	103	41,2
Soldadura	43	17,2
Avería eléctrica	10	4
Trozos de metal desprendidos	10	4
Fuego distinto de soldadura o corte	10	4
Objetos extraños sin identificar	9	3,6
Rozamiento en un transportador	8	3,2
Recalentamiento de rodamientos	7	2,8
Otras chispas	7	2,8
Chisas por rozamiento	7	2,8
Rayos	6	2,4
Alargaderas en los transportadores	4	1,6
Motores averiados	4	1,6
Electricidad estática	3	1,2
Fuego por rozamiento de una correa que patina en el transportador	3	1,2
Vapor inflamable	3	1,2
Rescaldos de granos	2	0,8
Material de fumador	2	0,8
Electrodos	1	0,4
Productos químicos volátiles de procesos de soja	1	0,4
Fuego en un montón de mazorcas externo	1	0,4
Sistema de calentamiento	1	0,4
Gas en contenedor	1	0,4
Extinción de fuego	1	0,4

Fuga en una tubería de gas	1	0,4
Explosión en el cuadro eléctrico	1	0,4
Correa que patina en una cinta transportadora	1	0,4
Total de la muestra	250	100

Base de datos: RED PROTEGER. Derechos Reservados. – Edición junio 2002

Podemos en ambos estudios realizados ver la tendencia más común donde se producen explosiones y de fuentes de ignición que detonan las mismas. Esto nos ejemplifica una suerte de Pareto para saber dónde atacar primero para reducir en gran medida las explosiones.

Riesgo de incendio y de explosión.

1.1.5 Análisis de causas.

Los escenarios mayores pueden encontrar origen, o bien en causas externas, tales como factores climáticos, accidentes de transporte (por agua, aire o tierra, vehiculares o ferroviarios), o bien por actos de violencia, vandalismo y/o terrorismo, o sabotaje industrial; también por causas internas, asociadas a desvíos en el control y o manejo de sustancias u operaciones peligrosas que son intrínsecamente asociadas a la operación del establecimiento. Sobre los primeros, el control que puede ejercerse sobre la frecuencia de ocurrencia es relativo, por lo que los esfuerzos deberán ponerse en las tareas de identificación/prevención, y barreras de mitigación de efectos. Sobre las causas internas, se explicará a continuación.

1.1.6 Elementos funcionales de la identificación de peligros asociados al transporte, almacenamiento y operación de material sólido.

Análisis tipo Bow-tie. Identificación de fuentes de peligro por etapas:

- Descarga
- Transporte de material por cintas y norias.
- Sistemas de aspiración.
- Silos y celdas.
- Mantenimiento de túneles y galerías.

- Identificación de puntos calientes y atmósferas explosivas.

El método propuesto tiene por objeto caracterizar el Evento Principal (escenario peligroso) según el criterio de la causalidad. La representación utilizada se denomina “Bow tie” (nudo mariposa), es una cruza entre el árbol de fallas y el árbol de eventos, permite una representación legible accediendo a la vez a una aplicación de un tratamiento probabilístico si fuere necesario. Esta representación de forma arbórea permite también una presentación esquemática, lo que contribuye a la ocurrencia de un evento (árbol de fallas) pero también lo que el evento, una vez sucedido, puede ocasionar en términos de consecuencia (árbol de eventos).

Para un mismo Evento central temido o esperado (ECE), cada rama materializa un tipo de falla (evento iniciador) que conduce a la aparición de daños a nivel de potenciales afectados (Evento o fenómeno peligroso) y genera un escenario de accidente particular.

Los niveles de probabilidad de los eventos iniciadores, del evento central esperado, de los eventos peligrosos son incluidos en cada rama del bow tie.

Igualmente, el nivel de confianza atribuido a las medidas de gestión de riesgos, se debe indicar bajo cada una de las barreras valorizadas.

Para cada evento iniciador y medida de gestión de riesgos, un índice de confianza es indicado, esos valores son justificados en este capítulo.

Así, el conjunto de elementos presentados en el Bow tie permite aportar una demostración reforzada de la buena gestión de riesgos, ilustrando claramente la acción de las diferentes medidas de gestión de riesgos de prevención y protección.

El punto central del Bow tie, llamado Evento Central Esperado (ECE), designa por ej. una pérdida de confinamiento. La parte de la izquierda del bow tie se asemeja a un árbol de fallas, se intenta identificar las causas (evento iniciador) de esa pérdida de confinamiento. En la parte de la derecha del bow tie, se intenta determinar las consecuencias (Eventos peligrosos) de ese ECE, tal como lo haría un árbol de eventos.

1.1.7 Estructura general del análisis

1.1.8 Metodología de trabajo

Para cada evento central esperado, se elabora una evaluación preliminar del riesgo que acarrea, en función de la opinión del equipo técnico y evaluación del árbol de eventos.

Se evalúa el riesgo sobre las personas, instalaciones, ambiente y reputación en función del escalamiento esperado.

Los resultados del análisis preliminar pueden ser sometidos a un esquema matricial donde se correlacionen severidad y frecuencia.

A continuación se presenta un ejemplo de matriz de doble entrada utilizado en la industrial, para ilustrar lo explicitado:

Severidad	Consecuencias				Probabilidad				
	Población	Bienes o Instalaciones	Medio Ambiente	Reputación	A	B	C	D	E
					Nunca registrado en la industria	Registrado en la industria	Ha sucedido en la Organización o más de una vez por año en la Industria	Ha sucedido en el sitio o más de una vez por año en la Organización	Ha sucedido más de una vez por año en el sitio
0	No hay daños o efectos en la salud	No hay daños	No hay efectos	No hay impacto					
1	Daños o efectos en la salud leves	Daños leves	Efectos leves	Impactos leves					
2	Daños o efectos en la salud menores	Daños menores	Efectos menores	Impactos menores					
3	Daños o efectos en la salud mayores	Daños moderados	Efectos moderados	Impactos moderados					
4	DTP ² o hasta 3 fatalidades	Daños mayores	Efectos mayores	Impactos mayores					
5	Más de 3 fatalidades	Daños masivos	Efectos masivos	Impactos masivos					

² DTP: Discapacidad Total Permanente

Donde:

Daño a la Población
Definición del nivel
0. No hay daño o efectos en la salud
1. Daños o efectos en la salud leves No afecta el desempeño profesional ni las actividades de la vida diaria. Ejemplos: - Situaciones de primeros auxilios y tratamientos médicos - Exposición a riesgos a la salud que generan un malestar notable, irritación menor o efectos transitorios reversibles una vez que la exposición se detiene
2. Daños o efectos en la salud menores Afecta el desempeño profesional, como restricciones las actividades laborales o la necesidad de tomarse hasta 5 días para la recuperación total. O afecta las actividades de la vida diaria hasta por 5 días. O efectos en la salud reversibles. Ejemplos: - Situaciones de trabajos restringidos o días laborales perdidos resultando en hasta 5 días de calendario lejos del trabajo. - Enfermedades como irritación en la piel o intoxicación alimentaria.
3. Daños o efectos en la salud mayores Afecta el desempeño profesional a largo plazo, como ausencia en el trabajo por más de 5 días. O afecta las actividades de la vida diaria por más de 5 días. O daños en la salud irreversibles. Ejemplos: - Discapacidades a largo plazo (anteriormente llamadas Discapacidades Parciales Permanentes) - Enfermedades como sensibilización, pérdida de audición inducida por ruido, lesión de espalda crónica, lesión por esfuerzo repetitivo o estrés.
4. Discapacidad total permanente o hasta 3 fatalidades Resulta de una lesión o enfermedad ocupacional Ejemplos: - Enfermedades como quemaduras corrosivas, asbestosis, silicosis, cáncer y depresión seria relacionada al trabajo. - Accidente de tránsito resultando en 1, 2 o 3 fatalidades.
5. Más de 3 fatalidades Resulta de una lesión o enfermedad ocupacional Ejemplos: - Múltiples casos de asbestosis rastreados a una única exposición. - Cáncer a una gran población expuesta - Incendio o explosión mayor resultando en más de 3 fatalidades
Daño a bienes y otras pérdidas de negocios consecuentes
Definición del nivel
0. No hay daño
1. Daños leves: Cuesta menos de U\$S 10.000. Ejemplo: - No se interrumpe la operación
2. Daños menores: Cuesta entre U\$S 10.000 y U\$S 100.000. Ejemplo: - Breve interrupción de la operación
3. Daños moderados: Cuesta entre U\$S 100.000 y U\$S 1.000.000. Ejemplo: - Cierre parcial
4. Daños mayores: Cuesta entre 1 y U\$S 10.000.000. Ejemplo: - Hasta dos semanas de cierre
5. Daños masivos: Cuesta más de U\$S 10.000.000. Ejemplo: - Pérdida sustancial o total de operación.

Efectos al medio ambiente
<p>Los ítems en la tabla de efectos ambientales son una mezcla de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Efectos, ej.: contaminación de agua subterránea - Eventos con efectos ambientales potenciales, ej.: excediendo un límite - Indicadores de efectos potenciales, ej.: quejas.
Definición del nivel
0. No hay efectos
<p>1. Efectos leves</p> <p>Leves daños al ambiente - contenido dentro de los límites. Ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pequeño derrame en el área de proceso en parque de tanques que evapora rápidamente
<p>2. Efectos menores</p> <p>Daños menores al ambiente, pero sin efectos duraderos. Ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pequeño derrame fuera del sitio que infiltra en suelo - Contaminación de agua subterránea en el sitio - Quejas de hasta 10 individuos - Una sola situación de superación de los límites legales u otros límites preestablecidos
<p>3. Efectos moderados</p> <p>Daños ambientales limitados que persistirán o requieren limpieza. Ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Derrame de una cañería en suelo que requiere remoción y disposición de una gran cantidad de suelo - Efectos o daños fuera del sitio, ej. Muerte de peces o vegetación dañada - Contaminación de agua subterránea fuera del sitio - Quejas de organizaciones comunales (o más de 10 quejas de individuos) - Superación frecuente de los límites legales u otros, con potenciales efectos a largo plazo
<p>4. Efectos mayores</p> <p>Daños ambientales severos que requerirán medidas considerables para restaurar usos benéficos del ambiente. Ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Derrame de aceite en muelle durante la carga de un buque terminando en playas locales requiriendo operaciones de limpieza. - Contaminación de agua subterránea fuera del sitio en un área extensa - Muchas quejas de organizaciones comunales o autoridades locales - Amplia superación de los límites legales u otros, con potenciales efectos a largo plazo.
<p>5. Efectos masivos</p> <p>Persistentes daños ambientales severos que llevará a una pérdida comercial, uso recreacional o pérdida de recursos naturales en un área extensa. Ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Derrame de aceite crudo resultando en contaminación de una gran parte de un estuario fluvial y una limpieza extensiva y medidas de remediación.

Impacto en la reputación
Definición del nivel
0. No hay impacto
<p>1. Impacto leve</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conciencia del público local pero no hay una preocupación notable - No hay cobertura mediática
<p>2. Impacto menor</p> <ul style="list-style-type: none"> - Preocupación del público local - Cobertura mediática local
<p>3. Impacto moderado</p> <p>Impacto significativo en la región o en el país</p> <ul style="list-style-type: none"> - Preocupación del público regional - Partes interesadas locales, ej.: comunidad, ONG, industria y gobierna, son conscientes. - Amplia atención mediática local. Alguna cobertura mediática regional o nacional.
4. Impacto mayor

Impacto en la reputación
Es probable que crezca y afecte la reputación del grupo. - Preocupación pública a nivel nacional - Impacto en las relaciones de las partes interesadas locales y nacionales. Acción de las autoridades nacionales, ONGs, con potencial de reclamos por ONGs internacionales. - Cobertura extensa de medios nacionales, y relevancia mediática internacional. - Potenciales acciones legales para la restricción o cese de licencias de operación.
5. Impacto Masivo Impacto severo en la reputación del Grupo. - Preocupación pública a nivel internacional - Alto nivel de preocupación gubernamental, acciones por ONGs internacionales. - Cobertura de medios internacionales - Potencial significativo de afectar estándares nacionales e internacionales con impacto en el acceso a nuevas áreas, entrega de licencias o legislación impositiva.

Para cada uno de los ECE del bow-tie se evalúan las barreras preventivas o de control, y las barreras de recuperación o mitigación.

Para esto se define, tanto para las barreras de control como para las de mitigación:

- ✓ Barreras para equipos y personas.
- ✓ Actividad de Mantenimiento de Barreras para Equipos: cosas que hacen las personas en planta para garantizar que las barreras para equipos funcionen cuando se las necesite. Se definen las actividades de mantenimiento asociadas con las barreras para equipos que se usan para evitar escenarios que están clasificados en la matriz de evaluación de riesgos en rojo o 5A o 5B como "actividades críticas".
- ✓ Responsable: La persona o la función realiza las actividades que garantizan la integridad de la barrera o son ellos mismos la barrera para personas cuando hacen una acción (posición crítica cuando el escenario es rojo o 5a o 5B).
- ✓ Proceso Crítico: Los procesos subyacentes que respaldan las barreras preventivas (control) o de recuperación (procesos críticos).

1.1.9 Establecimiento de frecuencias de fallas. Cuantificación de fallas.

Para el establecimiento de frecuencias de fallas por evento iniciador, se debe tipificar correctamente el modo de falla analizado en la rama izquierda del bow-tie. Para la falla de un regulador, válvula o actuador, en la medida de lo posible se recomienda utilizar la tasa de falla declarada por el fabricante, en función del

nivel de mantenimiento, madurez organizativa u otro indicador que condicione esa tasa de falla, a fin de utilizar un valor que ajuste con el mayor grado posible a la tecnología y cultura de gestión relevado en planta.

En caso de no disponer de esta información, ni de estadísticas propias que permitan determinar los valores mencionados, existen distintas fuentes a las que se puede recurrir para establecer, con un grado de precisión razonablemente aceptable, la frecuencia de fallas de equipos, cañerías y/o accesorios que pudieran iniciar un evento de consecuencias mayores. Se nombran por ejemplo:

- Norma API 581: de inspección basada en el riesgo
- OREDA: Offshore and Onshore Reliability Data
- Bases de datos de asociaciones, colegios profesionales, cámaras industriales, aseguradoras, u otros.