



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Propuesta para la implementación del uso de monitores fijos para
amoníaco, en una empresa empacadora de camarón”

EXAMEN COMPLEXIVO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA DE ALIMENTOS

Presentada por:

Claudia Jeannina Ycaza García

GUAYAQUIL-ECUADOR

AÑO: 2014

AGRADECIMIENTO

De manera especial a mi director y
vocal por su paciencia y colaboración.

DEDICATORIA

A MIS PADRES, ESPOSO E HIJOS.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Jorge Duque R.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

M.Sc. Víctor Guadalupe E.
DIRECTOR DEL TFG

M.Sc. Karín Coello O.
VOCAL

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en el presente examen complejo me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Claudia Jeannina Ycaza García

RESUMEN

El amoníaco es un compuesto utilizado en los procesos de refrigeración y congelación en industria de los alimentos con el objetivo de garantizar las cualidades nutritivas y organolépticas del alimento por mayor tiempo. En la planta, circula por varias etapas del proceso tecnológico, para lograr que la temperatura del alimento baje a niveles operativos o de conservación.

A pesar de la toxicidad de este compuesto, no existe control de la concentración en eventuales fugas, lo que conlleva a corregir de forma urgente las emergencias que se presentan en la línea de proceso. Mientras tanto, el producto pierde su temperatura óptima de conservación y su calidad puede decaer a niveles no aceptables para su distribución. Consecuentemente, existen pérdidas económicas por alimento no apto para el consumo y por disminución de los niveles del refrigerante en el circuito de refrigeración. Además, se incurren gastos por emergencia médicas por asfixia, multas y eventuales inconformidades ante los organismos de control.

El presente trabajo consistió en una propuesta para la implementación de uso de sensores fijos para detectar fugas de amoníaco, en una planta de procesamiento del camarón; basado en los resultados de la aplicación del método de Análisis de modo y efecto de falla, en las áreas por donde circula el amoníaco, para establecer áreas de mayor riesgo y subsecuentemente el número de sensores necesarios.

Ubicar sensores fijos para amoníaco con alarmas, en los lugares de las eventuales fugas, facilita el actuar de forma oportuna para desalojar personal, movilizar el alimento y prevenir daños en las instalaciones y

en el personal. Es decir, alcanzar mejores niveles de seguridad para el personal de planta y de mantenimiento.

Estos equipos de medición deben entregar resultados confiables, para ello requieren ser calibrados, de tal manera se garantice la fidelidad de la lectura. Todo esto soportado en un plan de calibración anual y en el procedimiento de calibración.

Además, de realizar un análisis costo- beneficio, el mismo que permite a través de indicadores financieros, determinar la factibilidad del proyecto frente a la inversión anual de la empresa.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ABREVIATURAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE PLANOS.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.....	2
1. GENERALIDADES.....	2
1.1 Definición del problema.....	3
1.2 Objetivos generales y particulares.....	4
1.3 El amoníaco como un riesgo laboral.....	5
1.3.1 Toxicidad y Explosividad.....	9
1.3.2 Legislación y Criterios de seguridad.....	10
1.4. Situación actual de la empresa.....	13

1.4.1 Descripción del proceso tecnológico.....	14
1.4.2 Evaluación Operativa y de diseño.....	16
CAPÍTULO 2.....	34
2. Implementación del uso de Sensores Fijos y Resultados.....	34
2.1 Usos y aplicaciones de un sensor fijo.....	34
2.2 Selección y ubicación de sensores en la planta de procesamiento	36
2.3 Niveles de alarma audibles en el equipo instalado.....	48
2.4 Calibración y puesta en marcha del sistema.....	51
2.5 Costos de la implementación.....	55
CAPÍTULO 3.....	61
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
3.1 Conclusiones.....	61
3.2 Recomendaciones.....	65
APÉNDICES.....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	83

ABREVIATURAS

- ACGIH.-** American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales
- APF .-** Factor de Protección Asignado.
- EPP.-** Equipo de protección personal.
- FRASES R.-** Permiten describir los riesgos que representan las sustancias y forman parte del anexo III de la directiva 67 / 548 /CEE.
- IDLH. -** Immediately Dangerous to life or health. Peligro inmediato para la vida y la salud.
- NIOSH. -** National Institute for Occupational Safety and Health. Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional.
- CAS.-** Número de registro asignado por el Chemical Abstracts Service
- OSHA. -** Occupational Safety and Health Administration. Administración de Salud y Seguridad Ocupacionales.
- PEL.-** Permissible Exposure Limits. Límite de exposición permisible establecido por la OSHA. Se refiere a la concentración máxima permisible de una sustancia química a la cual una persona puede estar expuesta sin daño a su salud durante un período de 15 minutos.
- pH.-** Potencial de Hidrógeno.

- REL.-** Recommended Exposure Limit. Límite de exposición recomendada.
- STEL. -** Short Term Exposure Limit Límite de exposición a corto plazo de la, exposición máxima permisible para un período de 15 minutos.
- TLV.-** Thres hold Limit Value. Valor límite umbral es la concentración de una sustancia química por debajo de la cual los trabajadores expuestos a ella durante un turno normal de trabajo no deberían presentar problemas para la salud.
- TWA.-** Valores de exposición promediados por un tiempo de hasta 10 horas.

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Inflamabilidad del amoníaco.....	10
Figura 1.2. Circuito de Refrigeración.....	17
Figura 2.1 Diagrama Esquemático de Funcionamiento de un Sensor Electroquímico.....	38
Figura 2.2 Medidor Fijo Modelo OLCT 200.....	42
Figura 2.3 Esquema de ubicación de los sensores fijos en la cámara frigorífica.....	43
Figura 2.4 Medidor Fijo Modelo ITRANS Alone.....	44
Figura 2.5 Congelador de placas.....	44
Figura 2.6 Esquema de ubicación del sensor fijo en cada congelador de placas	45
Figura 2.7 Estibado del producto en el congelador de placas.....	46
Figura 2.8 Medidor Portátil para Amoníaco.....	47
Figura 2.9 Monitor Fijo Instalado.....	51

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Propiedades Físicas del Amoníaco.....	7
Tabla 2 Tipo de Riesgo Atribuido al Amoníaco.....	8
Tabla 3 Recomendaciones en el Uso de Respiradores.....	19
Tabla 4 Prioridad en la elección de medidas preventivas.....	20
Tabla 5 Clasificación de la Gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente /usuario.....	27
Tabla 6 Clasificación de la frecuencia / probabilidad de ocurrencia del modo de fallo.....	28
Tabla 7 Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo.....	29
Tabla 8 Resultados del Método AMEF en Congeladores de Placa.....	31
Tabla 9 Resultados del Método AMEF en Congeladores de Salmuera...	32
Tabla 10 Resultados del Método AMEF en la Cámara de frío.....	33
Tabla 11 Tipos de sensores.....	37
Tabla 12 Numero de sensores fijos por área.....	48
Tabla 13 Formato de Verificación de sensor fijo en Congelador de Placas #1.....	50
Tabla 14 Formato para el Plan de Calibración.....	54
Tabla 15 Costos de la implementación.....	56
Tabla 16 Relación Costo beneficio.....	60

INDICE DE PLANOS

	Pág.
Plano #1 Diagrama de la Planta.....	22

INTRODUCCION

El TFG abarca principalmente lo siguiente:

En el capítulo 1, se expone un análisis de la problemática actual de la empresa y se definen los objetivos generales y específicos que buscan aumentar los niveles de seguridad del trabajador y del producto durante la accidental fuga del contaminante. Adicionalmente, se detalla información acerca de la toxicidad y las regulaciones legales existentes. El amoníaco no está aislado dado que se encuentra dentro de un sistema de refrigeración, y éste a su vez dentro de un proceso tecnológico que involucra un alimento. Por lo tanto, se detallan las etapas de dicho proceso, estableciéndose cuáles interactúan con el refrigerante de forma indirecta para así determinar los lugares de mayor riesgo.

En el capítulo 2 se detalla los usos y aplicaciones de un sensor fijo. Se establece la ubicación de los sensores aplicando el método cualitativo de Análisis de Modo y Efecto de falla (AMEF), que ofrece información acerca de las causas de falla y las recomendaciones para minimizar el riesgo. Así mismo se revisa los niveles de alarma requeridos y se elabora el procedimiento de calibración, para luego realizar el análisis de costo-beneficio y calcular los costos de la implementación.

En el capítulo 3 se presentan las conclusiones y recomendaciones que abarcan tanto el área de seguridad industrial como la seguridad del alimento.

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES

La planta de procesamiento, en la que se realiza el estudio, se dedica al procesamiento de camarón crudo congelado, ya sea entero o solo cola. La presentación varía, de acuerdo al cliente; desde camarón cola en bultos de veinte kilos hasta cajitas de colas de dos kilos. Para efecto de la congelación, disponen de intercambiadores de calor de placas o salmuera refrigerada, según el pedido y el requerimiento de proceso. Ambos sistemas utilizan amoníaco como refrigerante, para bajar la temperatura a niveles de dieciocho a veinte grados Celsius bajo cero. Una vez congelado es almacenado en cámara hasta su despacho.

En la planta laboran alrededor de 150 personas, entre personal operativo y de supervisión, distribuidos en dos turnos de ocho horas cada uno, y hasta siete días a la semana, en época de aguaje.

1.1. Definición del problema

El área de procesamiento está desprovista de algún equipo de medición fijo o portátil, que les permita verificar la concentración de amoníaco y así llevar a cabo medidas correctivas en caso de concentraciones elevadas. En la empresa existe riesgo de daño al producto y al recurso humano debido a no existe control ni equipos de medición que garantice un ambiente laboral seguro.

En los procedimientos de inspección y mantenimiento, el personal utiliza respiradores de media cara con cartuchos para amoníaco y guantes como medio de protección. Sin embargo, no poseen algún equipo que determine el tiempo de exposición y niveles de concentración a los cuales están expuestos o alarma alguna, en caso que la concentración llegue en niveles críticos. En las emergencias por fugas utilizan la misma protección mencionada.

Con respecto al control de concentraciones del amoníaco, en el ambiente laboral, no se realiza ni llevan registro; tampoco tienen un procedimiento de inspección, del sistema de tuberías, para detectar problemas de filtraciones o fugas pequeñas a tiempo.

1.2. Objetivos generales y particulares

El Objetivo General del presente trabajo consiste en: Elaborar una propuesta para la implementación del uso de monitores fijos para amoníaco, en una empresa empacadora de camarón. De este objetivo macro se pueden establecer los siguientes objetivos particulares o específicos:

- Conocer los niveles de peligrosidad del amoníaco y las alteraciones orgánicas que puede provocar en el ser humano.
- Describir el proceso tecnológico de elaboración del producto final, y establecer los puntos de interacción con el refrigerante.
- Analizar las líneas que conducen el amoníaco e identificar los puntos de mayor riesgo de fugas para, de esta forma establecer los lugares donde se colocarían los detectores.
- Establecer los niveles de alarmas necesarios en los equipos de monitoreo fijo para garantizar la rápida respuesta del personal de mantenimiento y precautelar la salud de los trabajadores.
- Elaborar un procedimiento para la calibración no invasiva, in situ, de los equipos de detección.
- Elaborar un presupuesto para la implementación y puesta en marcha del sistema de monitoreo.

1.3. El Amoníaco como un riesgo laboral

Al amoníaco se lo conoce también como gas de amonio, hidróxido de amonio, amoníaco anhidro o trihidruro de hidrógeno. En condiciones normales de temperatura y presión se presenta como un gas incoloro de olor fuerte irritante, es más liviano que el aire e inflamable. (Ver Apéndice #1)

En la industria se distribuye como gas licuado almacenado, en cilindros de acero. Es ampliamente vendido en forma de solución, por lo general de 25% al 30 %.(Ministerio de Ambiente y Desarrollo de Colombia)

El Amoníaco existe de forma natural en el aire entre uno y cinco partes por billón. Puede ser comprimido y bajo presión de transforma en líquido. Se disuelve fácilmente en el agua, conociéndose también como amoníaco líquido, amoníaco acuoso o solución de amoníaco. Si el ser humano ingiere amoníaco en los alimentos o en el agua; éste pasa al torrente sanguíneo en segundos, se transforma rápidamente en sustancias no dañinas y el resto se elimina en la orina o sudor. (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2004)¹

¹ Los Resúmenes de Salud Pública de la Agencia para Sustancias tóxicas y Registro de Enfermedades ATSDR son elaborados por su División de Toxicología.

Es corrosivo para compuestos galvanizados, aluminio, zinc y de cobre. Forma compuestos sensibles al choque con óxidos de plata, mercurio y oro, con los cuales una vez secos pueden explotar. (Consejo Colombiano de Seguridad, 2010)

La mayor parte de los metales no son atacados por el amoníaco cuando es anhidro. El acero, níquel y las aleaciones de estos metales resisten el ataque del amoníaco al igual que los plásticos fluorados. (ASOEX Asociación de Exportadores de frutas y hortalizas de Chile A.G., 2012).

En la tabla #1 se observan las propiedades físicas que tiene el amoníaco entre las que se puede apreciar su punto de ebullición de -33.3 °C, por lo tanto en el caso de derrame de amoníaco líquido, éste se evapora muy rápidamente.

TABLA 1.
PROPIEDADES FÍSICAS DEL AMONÍACO
(MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO DE COLOMBIA)

Nombre	Amoníaco
# CAS	7664-41-7
Nombre del refrigerante	R-717
Estado físico	Gas, líquido , solución
Peso molecular (g/ mol)	17,03
Punto de Fusión	-77,7 °C
Punto de ebullición	-33,3°C (760 mmHg)
Límites de inflamabilidad	15-30 % (v/v)
Temperatura auto-ignición	650 °C
Potencial de Hidrógeno	11,6 solución acuosa 1 N a 25 °C
Gravedad específica	0,6818 (líquido a -33,3 C)

Como se observa en la Tabla #2 la letra R, permiten describir los riesgos que representan las sustancias peligrosas. En el caso del amoníaco se lo considera inflamable, tóxico e irritante.

TABLA 2.
TIPO DE RIESGO ATRIBUIDO AL AMONIACO
(DIRECTIVA 67/ 548/ CEE)

Amoníaco anhidro	R10 Inflamable R23 Tóxico por inhalación R34 Provoca quemaduras R50 Muy tóxico para organismos acuáticos
Solución de Amoníaco concentración mayor a 25 %	R34: Provoca Quemaduras R50:Muy Tóxico para los organismos acuáticos
Solución de Amoníaco concentración entre 5 % y 10 %	R36/37/38 Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.

Los sistemas de refrigeración presentan un riesgo importante por fugas, no detectadas, de amoníaco. Esto, básicamente, a la cantidad de uniones, válvulas y bridas que posee el sistema. El amoníaco anhidro es más liviano que el aire éste puede ocupar las partes más altas, pero los vapores del amoníaco líquido son más pesados y pueden producir casos de asfixia a nivel de piso y en lugares con poca ventilación.

1.3.1 Toxicidad y Explosividad

El olor fuerte que tiene este contaminante puede actuar como una alerta en el caso de fugas, se puede detectar su presencia a concentraciones mayores de cinco partes por millón en el aire. Sin embargo, el nivel de tolerancia puede aumentar en individuos expuestos continuamente a concentraciones bajas. Respirar amoníaco en concentraciones altas pero no letales, puede causar laringitis, edema pulmonar, neumonía y general segregación de flemas, convulsiones y coma. (Asociación Chilena de Seguridad. Gerencia de Estrategia y Desarrollo, 2012).

Exposición prolongada a concentraciones moderadas, influencia la generación de asma y bronquitis. Se pueden desarrollar en algunos individuos irritaciones crónicas del tracto respiratorio. Ambientes con concentración arriba de 100 ppm, produce en los ojos irritación, conjuntivitis, y erosión de la córnea. En casos extremos inclusive pérdida de la visión, puede causar quemaduras, tan graves que en el caso de la piel requiera de un injerto. El grado de afectación al individuo depende de la concentración del gas en el ambiente de trabajo y del tiempo de exposición.

Se debe tener claro que los contenedores de amoníaco anhidro pueden explotar con generación de calor, la temperatura de ignición es de

650 ° C. Por lo tanto, en caso de incendio se debe mantener fresco con abundante agua. En la figura 1.1 se puede observar que una concentración de 16% al 25 % se considera una mezcla inflamable para el amoníaco.

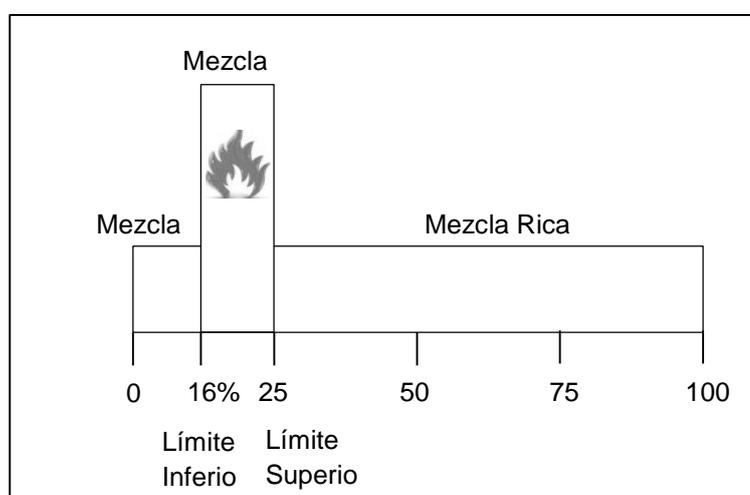


FIGURA 1.1 INFLAMABILIDAD DEL AMONÍACO

(Asociación Chilena de Seguridad. Gerencia de Estrategia y Desarrollo, 2012)

1.3.2 Legislación y Criterios de Seguridad

El Marco Legal de Referencia que sustenta el control de concentraciones de amoníaco en el ambiente laboral, en la actualidad, está dado por:

- Constitución de la República del Ecuador

- El Código del Trabajo.
- Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. DECISION 584.
- Reglamento al Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. DECISION 957.
- Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente del trabajo. Decreto 2393.
- El Plan Nacional para el Buen Vivir del Gobierno de Rafael Correa.

Básicamente, cada uno de ellos, expresan que el empleador debe proveer condiciones de seguridad y salud al trabajador, garantizar la integridad física en los puestos de trabajo. Además hacen referencia a disminuir los riesgos laborales. (Ver Apéndice #2)

Considerando que el amoníaco representa un riesgo de tipo químico se debe llevar a cabo el control de concentración del contaminante para poder compararlos con los niveles permisibles. Para ello, se toma como referencia los valores admisibles en Estados Unidos, de tres instituciones que tienen establecidos límites para contaminantes químicos en el ambiente de laboral: el NIOSH, la ACGIH y la OSHA.

NIOSH, es una agencia federal de Estados Unidos que desarrolla y revisa periódicamente recomendaciones para límites de exposición

a sustancias peligrosas para la promulgación de leyes; los valores que establece son los REL que no tienen valor legal. Incluyen dos tipos de límites: Los **TWA** valores de exposición promediados durante períodos hasta de 10 horas, salvo otra indicación; y los **Celling**, valores de exposición máxima en períodos de 15 minutos o inferiores.

La *ACGIH* con sede en Estados Unidos, agrupa a unos tres mil profesionales de la Higiene del Trabajo que desarrollan su labor en instituciones públicas y universidades a nivel mundial. Los valores que establece son los TLV, límites recomendados de prestigio mundial. **Los TLV-TWA**, es concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada de 8 horas y 40 horas semanales a la cual la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos diariamente sin sufrir efectos adversos. **TLV- STEL**, exposición media ponderada en el tiempo durante 15 minutos que no debe sobrepasarse.

La *OSHA* forma parte de la administración federal con competencia en el establecimiento de normas legales relacionadas a la prevención de riesgos. Los valores de OSHA son los PEL, únicos con validez desde el punto de vista legal. El **TWA** es la concentración promedio ponderada para 8 horas que no debe ser superada por otro período. **STEL** es la concentración promediada para períodos de 15 minutos, si no se especifica otro período, que no debe superarse en ningún momento.

(Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

El amoníaco tiene un IDLH de 300 ppm. Según NIOSH, el REL- TWA es de 25 ppm y el REL-ST 35 ppm. Para OSHA el PEL- TWA es de 50 ppm. (Centers for Disease Control and Prevention,CDC)

1.4 Situación actual de la empresa

Desde el inicio de la operación de la empresa, se utiliza amoníaco como refrigerante. La instalación de refrigeración no permite el uso de otro tipo de sustancia y no está planificado realizar cambios de equipos o de proceso.

Como medidas preventivas la empresa ha optado por el uso de tuberías soldadas en la mayor parte del recorrido de amoníaco; a excepción de lugares donde hay uniones, bridas, válvulas o mangueras de ingreso a equipos. Además, el personal confía mucho en sus cualidades olfativas, de tal forma que al escape de amoníaco dan alerta al personal de mantenimiento.

La mayor parte de las actividades en la planta de procesamiento se realizan en dos turnos de trabajo. Sin embargo, instalaciones como la cámara frigorífica operan las 24 horas del día, entre actividades de

carga, descarga y encartonado. Esto constituye un trabajo en espacio confinado, lo que representa un riesgo que debe enfrentar el trabajador.

Las diferentes etapas del proceso se encuentran físicamente, dentro de la misma área, no se pueden separar y el tráfico de personal se realiza en varias direcciones. La empresa tiene planificado monitorear las fugas que se puedan presentar, a través del uso de dispositivos fijos, en aquellas etapas de mayor riesgo.

1.4.1 Descripción del proceso tecnológico

Se recibe camarón entero, con cabeza, en gavetas de 35 libras directamente desde las piscinas de propiedad de los dueños de la empresa y de particulares. Se registra el peso recibido y se realiza un análisis organoléptico para determinar la calidad en términos de porcentaje de blandos de primera, de segunda y mudados. Si la calidad está apta pasa al proceso, caso contrario es almacenado a temperatura de 4 °C.

En la línea de proceso, el camarón es lavado con agua clorada de 1,5 ppm, con el objetivo de eliminar suciedad y bajar la carga orgánica. Pasa al área de descabezado donde personal alineado alrededor de mesas de trabajo proceden a retirarle la cabeza, la misma que representa un promedio de 35% de su peso. Las colas son lavadas, se

las pesa y colocan en gavetas con capas alternas de camarón-hielo mientras se le realiza el segundo análisis organoléptico y de calidad. De ser requerido se lo almacena a 4°C.

Ingresan a la máquina clasificadora, a través de las bandas de inspección, en las cuales se retira camarón no apto, así como también cualquier elemento extraño a la línea de proceso. Existen tres máquinas clasificadoras, las cuales tienen tres bandas de salida, para tres tamaños diferentes. En cada una se realiza una selección retirando el camarón de segunda calidad.

Se realiza el empaque en cajas pequeñas plastificadas de dos kilos o bandejas plásticas de cinco kilos, dependiendo del pedido.

A las cajas de dos kilos se les adiciona el agua de glaseo en una cantidad de 100 centímetros cúbicos aproximadamente, con el objetivo que se forme el bloque y se mantenga hidratado el producto. Luego del rotulado y etiquetado, las cajas son colocadas en unas latas de acero inoxidable que alimentan el congelador de placas. La Congelación se lleva a cabo en 4 o 5 horas hasta una temperatura de 18 °C bajo cero. Una vez el producto congelado es encartonado.

En el caso de requerir congelación por salmuera, el camarón es colocado en bandejas plásticas y éstas son alimentadas en la banda transportadora que va al equipo. Aquí la congelación se logra por contacto directo del camarón con la salmuera que cae en forma de chorro y que se encuentra a una temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se escurre por gravedad y luego, se envasa en fundas individuales de cinco o seis kilos dentro de un fundón del cartón master. Se etiqueta y se rotula para ingresar a la maquina selladora de fundas.

En ambos casos, en bloque o congelado por salmuera, el producto pasa por el detector de metales, y es almacenado en cámara frigorífica a una temperatura de -18 grados Celsius, hasta su posterior embarque.

1.4.2 Evaluación Operativa y de diseño

La operación básica de producción de frío en la empresa, consiste en obtener bajas temperaturas en el circuito de refrigeración mediante el uso del amoníaco. El cual ingresa en forma líquida gasificándose a medida que absorbe el calor del sistema. El sistema consta de los siguientes componentes:

Evaporador, evapora el refrigerante para que en este cambio de fase, absorba calor del medio en el cual se encuentra. Se debe tomar en cuenta que aquí se encuentra amoníaco en fase líquida, por lo que en

una fuga se puede liberar una gran cantidad del mismo. El **Condensador**, transforma el amoníaco gas caliente del compresor en amoníaco líquido. Este proceso se realiza por enfriamiento. En este caso utilizan condensadores de tipo evaporativo porque el medio de enfriamiento es el agua. El **Refrigerante**, que re-circula en el sistema y que extrae el calor del alimento y el **Compresor**, utilizado para movilizar el amoníaco a alta presión.

El amoníaco circula por diferentes áreas de la planta, a pesar de ser considerado como tóxico, constituye una sustancia de gran importancia en la operación de la planta.

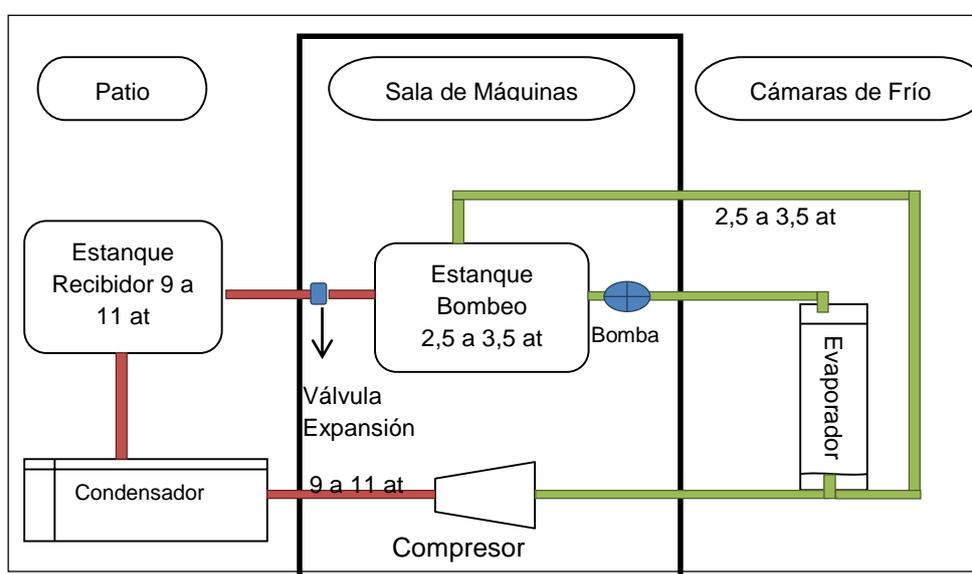


FIGURA 1.2 CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN (Asociación Chilena de Seguridad. Gerencia de Estrategia y Desarrollo, 2012)

De acuerdo al diagrama, la zona de alta presión corresponde al área comprendida desde la salida del compresor, el condensador, el estanque receptor y se prolonga hasta la válvula de expansión. La zona de baja presión abarca el estanque de bombeo, el evaporador y llega hasta la entrada del compresor

Para poder aplicar las medidas técnicas de control del riesgo se debe entender a qué nivel se puede trabajar. El primer nivel de control idóneo debe ser sobre la **fuentes**, pero, en este caso, significaría sustituir el amoníaco por otra sustancia menos dañina. Esto no es aplicable por excesivo costo, ya que se necesitaría otro tipo de instalación y equipos. Tampoco se puede evitar las cercanías de los equipos como salmuera y congeladores de placas que ya están inmersos en el proceso productivo. Se puede actuar sobre **el medio**, evitando que los niveles altos del contaminante afecten la salud o confort del trabajador. Esto, a través de equipos de monitoreo con alarmas.

En el caso de eventuales fugas, personal de mantenimiento acude al lugar para reparar y solucionar el problema. En este caso, se actúa sobre el **trabajador** recomendando el equipo de protección individual acorde a los niveles de contaminación. (Ver Tabla #3 y Tabla #4).

De acuerdo a OSHA, la protección respiratoria se debe aplicar arriba

de 5mg /m³ de concentración.

TABLA 3.
RECOMENDACIONES EN EL USO DE RESPIRADORES, SEGÚN
(CDC)

CONCENTRACIÓN	PROTECCIÓN RESPIRATORIA
Hasta 250 ppm	APF=10: Respirador con cartucho químico para amoníaco o con suministro de aire.
Hasta 300ppm	APF=25: Respirador con suministro de aire de flujo continuo, Respirador purificador de aire con cartucho de amoníaco. APF=50: Respirador de cara completa con cartucho de amoníaco, Aparato de respiración autónomo con respirador de cara completa o Respirador con suministro de aire.
Desconocidas o IDLH.	APF=10000: Aparato de Respiración Autónomo de presión a demanda, con respirador de cara completa

TABLA 4. PRIORIDAD EN LA ELECCIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS (INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE EN EL TRABAJO INSHT, 2013)

NIVEL DE PRIORIDAD	OBJETIVO	MEDIDA PREVENTIVA
NIVEL 1°	Eliminar el riesgo	Cambiar el uso de este refrigerante por otro menos tóxico. Esto no es aplicable porque requiere a cambio de toda la instalación.
NIVEL 2°	Reducción o Control del Riesgo	Instalar equipos de monitoreo constante en las áreas por donde pasan las tuberías, son cerradas al ambiente y normalmente en un lugar de trabajo.
NIVEL 3°	Protección al trabajador	Dotar de equipos de protección individual ya sean respiratoria, facial etc.

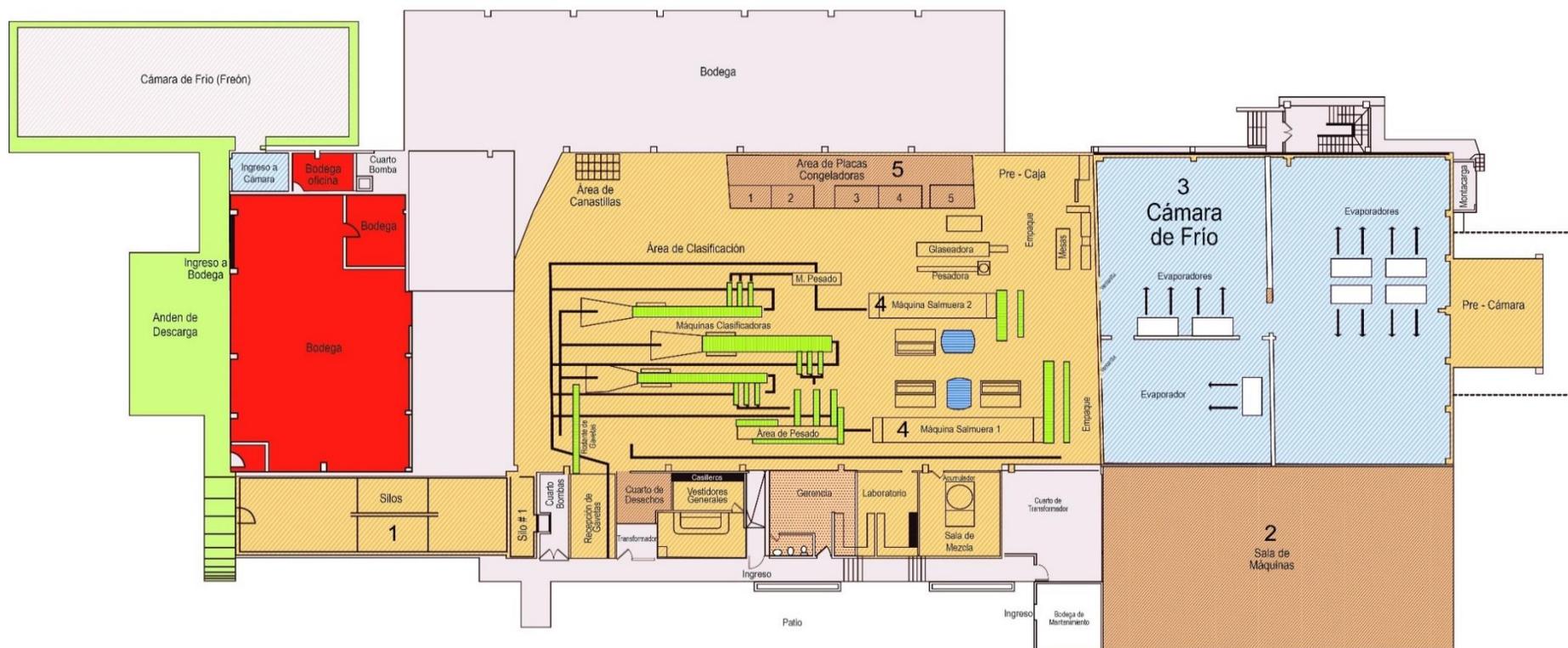
El riesgo químico viene definido por la peligrosidad intrínseca del agente (propiedades físico-químicas y toxicológicas) y por sus condiciones de uso. Por ello, si no es posible la sustitución del agente, las medidas técnicas y organizativas a tomar, siguiendo un orden de prioridad, se

encaminan a establecer condiciones de uso en las que el riesgo se reduzca al mínimo.(INSHT)

Para el caso de aplicación del segundo nivel de prioridad: en el medio, se toma como base el diagrama de flujo del proceso y se puede determinar las etapas por donde circula el amoníaco que son las siguientes: (Ver Plano)

1. Cámaras de frío
2. Proceso. Túnel de Congelación por Salmuera
3. Procesos Congeladores de placas

Diagrama de la Planta



Método de Análisis

Se aplica la metodología de Análisis de modo y efecto de falla (AMEF), para determinar el nivel de riesgo en cada sub- etapa del proceso, por donde circula el amoníaco y establecer los controles necesarios. Para esto se forma un equipo de análisis que incluye al Jefe de Mantenimiento, 3 operadores de equipos y liderado por el Jefe de Seguridad Industrial.

El método AMEF, consiste en un metodología analítica usada para asegurar que problemas potenciales se han considerados y abordados a través del proceso de desarrollo y proceso.(Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motor Corporation, 2008).

Objetivos de una AMEF de proceso son:

1. Identifica y evalúa las funciones del proceso.
2. Identifica y evalúa el modo de falla potencial relacionado con el producto y lo califica de acuerdo a la severidad de su efecto.
3. Identifica las variables de proceso sobre los cuales se enfoca controles de proceso para la reducción de ocurrencia.
4. Identifica y evalúa riesgos potenciales para acciones prevención y eliminación de problemas.

Existen dos tipos de AMEFs, la AMEF de diseño para analizar los componentes en la etapa de diseño, se enfoca en la funcionalidad de los componentes y la AMEF de proceso para analizar procesos de manufactura. Para el caso del presente trabajo se aplica la AMEF de proceso.

Procedimiento para la elaboración del AMEF de Proceso:

1. Determine la etapa de proceso a analizar, área más sensible a posibles fallas.
2. Establezca los modos potenciales de falla o defecto.
3. Determine el efecto de la falla, es decir de qué manera afecta al producto final.
4. Determine la causa de la falla.
5. Describa los controles actuales.
6. Determine el grado de gravedad o severidad, para lo cual se utiliza una escala de 1 a 10. "1" indica una consecuencia sin efecto y un "10" una consecuencia grave. Ver tabla # 5.
7. Determine el grado de ocurrencia o frecuencia se utiliza una escala de evaluación del 1 al 10. Ver tabla # 6.
8. Determine el grado de detección, es decir la probabilidad de que el modo de falla potencial sea detectado. En la escala de 1 a 10, el "1" indica alta probabilidad de que se pueda detectar y el "10" que es improbable la detección. Ver tabla # 7.

9. Calcule el Número de Prioridad del Riesgo (NPR), este valor determina la jerarquía de los problemas. Resulta de multiplicar la severidad, ocurrencia y la detección.

$$\text{NPR} = \text{Gravedad} * \text{Ocurrencia} * \text{Detección}$$

Prioridad de NPR:

500 - 1000	Alto riesgo de falla
125 - 499	Riesgo de falla medio
1 - 124	Riesgo de falla bajo.
0	No existe riesgo de falla.

También llamado índice de prioridad de riesgo (IPR) ofrece un ordenamiento numérico de las causas y modos de falla. Ofrece una aproximación de su importancia y una reflexión acerca de los factores que lo determinan. En alto riesgo de falla y riesgo de falla medio se deben tomar medidas urgentes e inmediatas, porque involucran daños en el producto y afectación a la salud del personal.

10. Establezca acciones preventivas o correctivas recomendadas, y responsables de las mismas.
11. Una vez realizadas las acciones correctivas o preventivas, se recalcula la severidad, detección y el NPR.

TABLA 5.

**CLASIFICACIÓN DE LA GRAVEDAD DEL MODO FALLO SEGÚN LA REPERCUSIÓN EN EL
CLIENTE /USUARIO. (INSHT. AMFE)**

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy baja	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja	El tipo de fallo originaría un pequeño inconveniente al cliente. Probablemente éste observará un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2-3
Moderada	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema.	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9-10

TABLA 6.

CLASIFICACIÓN DE LA FRECUENCIA / PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL MODO DE FALLO. (INSHT. AMFE)

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a proceso casi idénticos, i se ha dado nunc a en el pasado pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados de procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente / sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

TABLA 7.

CLASIFICACIÓN DE LA FACILIDAD DE DETECCIÓN DEL MODO DE FALLO. (INSHT. AMFE)

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Alta	El defecto. Aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estados de producción.	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final.	9-10

Como se puede verificar en el Anexo # 4, al aplicar el Método AMEF, se resaltan los puntos críticos sobre la base de nivel cuántico obtenido en el NPR (número de prioridad de riesgo). Sobre valores superiores a 100 se debe establecer un sistema preventivo para evitar el defecto o minimizar las consecuencias.

En la tabla #8 se encuentran los resultados resumidos de la aplicación del método en los congeladores de placa, en los cuales se obtuvo un número de probabilidad de riesgo alto, cuando el equipo no alcanza la temperatura de proceso en el tiempo esperado, o no circula el refrigerante; en ambos casos el efecto de falla es que el alimento no se congela. Se obtuvo como recomendación, el control permanente de la concentración de amoníaco a través de un monitor fijo.

TABLA 8.
RESULTADOS DEL MÉTODO AMEF EN CONGELADORES DE
PLACA (VALORES DE NPR \geq 100)

NPR	Nivel de riesgo	Modo/ Efecto de Falla Potencial	Recomendación
800	Alto	No alcanza temperatura de proceso en el tiempo esperado /Alimento no se congela	Control Permanente de la concentración de amoníaco. Monitoreo Fijo
640	Alto	No circula refrigerante/ Alimento no se congela	Control Permanente de la concentración de amoníaco. Monitoreo Fijo
500	Alto	No existe buena transferencia de calor / alimento no se congela	Limpieza de placas en cada parada de producción.
360	Medio	Demora en cargar el congelador/ Calidad del alimento decae	Planificación y programación de la producción.
300	Medio	No suben placas/ producto no se congela	Mantenimiento preventivo

Con respecto a los congeladores de salmuera, en la tabla #9 se resumen los resultados al aplicar el método mencionado. Se obtuvo como modos de falla con número de probabilidad de riesgo medio,

cuando el equipo no alcanza la temperatura de proceso y no circula el refrigerante por las tuberías, en cada caso el efecto es que el alimento no se congele. Se obtuvo como recomendación el control permanente de la concentración del refrigerante, a través de un monitoreo fijo.

TABLA 9.
RESULTADOS DEL MÉTODO AMEF EN CONGELADORES DE
SALMUERA (valores de NPR \geq 100)

NPR	Nivel de riesgo	Modo/ Efecto de Falla Potencial	Recomendación
450	Medio	No alcanza la temperatura de proceso/ alimentos no se congela	Control Permanente de la concentración de amoníaco. Monitoreo Fijo
360	Medio	No circula refrigerante/ alimento no se congela	Control Permanente de la concentración de amoníaco. Monitoreo Fijo
150	Medio	Velocidad muy alta del transportador/ alimento no se congela	Elaboración de cartilla vs talla del camarón

En la tabla #10 se expone los resultados resumidos de la aplicación del método en la cámara de frío, donde se encontró un número de prioridad de riesgo alto en el modo de falla: no alcanza la temperatura de proceso y el efecto de éste es que el alimento no se congela. Otro modo de falla

con número de prioridad de riesgo medio es que el equipo no enfría y el efecto es que el alimento se descongela. Por lo tanto, en ambos casos, se obtuvo como recomendación la aplicación de un control permanente de la concentración del amoníaco.

TABLA 10.

RESULTADOS DEL MÉTODO AMEF EN LA CÁMARA DE FRÍO

(valores de NPR \geq 100)

NPR	Nivel de riesgo	Modo/ Efecto de Falla Potencial	Recomendación
720	Alto	No alcanza temperatura de almacenamiento/ alimento se descongela	Control Permanente de la concentración de amoníaco. Monitoreo Fijo
432	Medio	No enfría/ alimento se descongela	Control Permanente de la concentración de amoníaco. Monitoreo Fijo
144	Bajo	Temperatura aumenta/ alimento se descongela	Carteles de aviso CERRAR PUERTA /control de temperatura.

CAPITULO 2

2. IMPLEMENTACION DEL USO DE SENSORES FIJOS Y RESULTADOS.

Se debe seleccionar el tipo de sensor adecuado para el gas que se desea medir, de acuerdo a las características requeridas en la detección. En el caso del monitoreo de gases peligrosos, en el ambiente laboral se encuentran disponibles diferentes tecnologías; cada una de las cuales, se basa en un principio de detección único y, por ende tiene características de respuesta únicas al gas.

2.1 Usos y aplicaciones de un sensor fijo

El sensor fijo es un dispositivo que permite monitorear las veinticuatro horas del día, la concentración del contaminante. Es recomendado en aquellas áreas donde el aumento de las concentraciones, por sobre

los niveles permisibles, representan un riesgo y atentado a la salud. Están disponibles modelos dotados de alarmas visuales y auditivas constituyéndose en una excelente herramienta de control.

Para el caso de áreas que no requieren de un monitoreo constante pero sí un control periódico, es aplicable el uso de los medidores portátiles. Algunos de los cuales permiten el establecimiento de alarmas altas y bajas y que son utilizados en los procedimientos de inspección diaria y sirven como reemplazo de los fijos en los casos de que éstos se encuentren en mantenimiento, enceramiento o calibración. Así mismo deben cumplir con rutinas de revisión y enceramiento.

Los sensores deben cumplir un mínimo de características para ser considerados como una efectiva herramienta de control, con la garantía y la fidelidad de la medida de la concentración. Entre las cuales están:

1. Estable, debe permitir la detección de concentraciones pequeñas del contaminante.
2. Resistente a la toxicidad, debe ser capaz de recuperarse luego de la exposición a niveles altos del contaminante.
3. Resistente a la corrosión, la carcasa puede ser de aluminio o acero inoxidable.

4. Costo y vida útil competitivos
5. Fácil de operar
6. Mantenimiento básico.

2.2 Selección y ubicación de sensores en la planta de procesamiento

Existe una variedad de tipos de sensores, cada uno de ellos reacciona de manera específica a uno o varios gases. Además debe permitir una lectura en tiempo real de la concentración del contaminante, con gran precisión, sin que sea necesario esperar resultados por algún procedimiento posterior. (Pedro Mateo Floría, 2006)

Como se puede apreciar en la tabla # 11 el sensor electroquímico y de gas de estado sólido permiten medir gases tóxicos, como el amoníaco. El tipo electroquímico es el más utilizado por ser sencillo confiable y aplicable para una gran cantidad de gases.

TABLA 11.

TIPOS DE SENSORES (UNA GUÍA PRÁCTICA PARA MONITOREAR GASES PELIGROSOS)

Sensor	Características	Uso general
Electroquímico	Electrodo sensor reacciona con el gas produciendo una reacción. Se genera una corriente proporcional a la concentración del gas que puede ser medida.	Gases tóxicos
Catalítico	Alambre de platino en espiral recubierto con óxido metálico tratado catalíticamente. El gas se quema en la superficie, aumenta la temperatura del sensor y produce una señal medible.	Gases combustibles
Sensores de gas de estado sólido	Uno o más óxidos metálicos causan una disociación del gas en iones cargados, resultando transferencia de electrones y un par de electrodos se insertan para medir los cambios de conductividad en forma de señal.	Gases de baja toxicidad y alta concentración de combustibles
Sensores Infrarrojos	Gases de moléculas con dos o más átomos disímiles absorben radiación infrarroja en longitud de ondas específicas. Se incrementa la temperatura de las moléculas del gas y se mide como concentración de gas	Concentraciones altas de hidrocarburos y Dióxido de carbono.
Detectores de Fotoionización	Utilizan la luz ultravioleta para ionizar las moléculas.	Compuestos orgánicos volátiles

El sensor electroquímico, está formado por dos electrodos sumergidos en un electrolito que se encuentra aislado del medio por una membrana permeable al gas. Cuando el gas penetra reacciona con el electrolito, se produce una reacción que genera electrones de forma proporcional a la concentración del gas. Esta señal pasa por un circuito electrónico y se muestra la concentración en partes por millón.

Como se puede verificar en la figura 2.1 un componente de la muestra es reconocido por el receptor R. La señal es convertida en una señal eléctrica por el transductor T, la que es amplificada y presentada en forma de dato A.

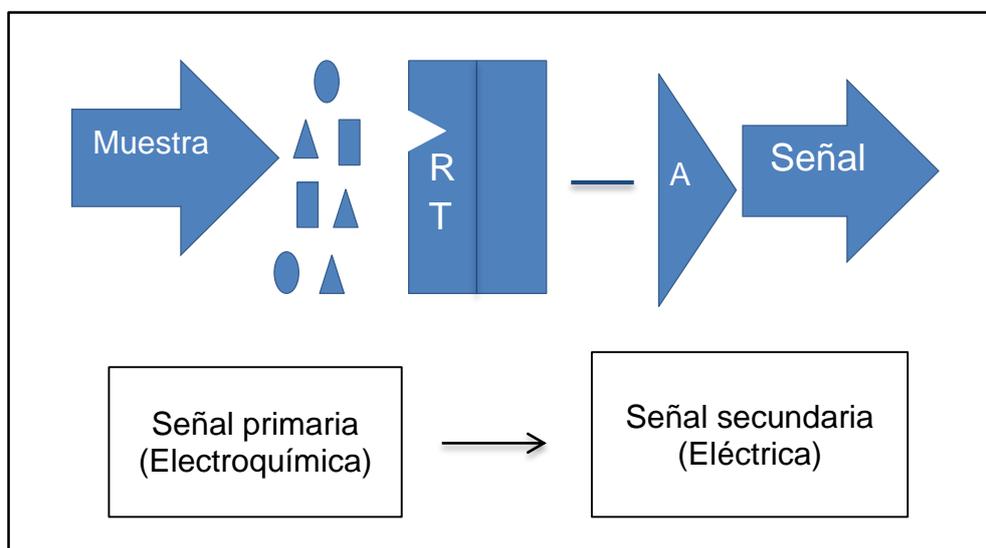


FIGURA 2.1 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE FUNCIONAMIENTO DE UN SENSOR ELECTROQUÍMICO. (Salvador Alegret, 2004)

Los sensores se instalan dentro de los detectores y funcionan como transductores, que transforman presiones parciales de gas en sus correspondientes señales eléctricas. La cabeza del detector acondiciona la muestra de gas que será luego medida por el sensor.(Zdankiewicz)

La muestra llega al sensor por difusión simple, sin producir cambios químicos ni físicos, por medio de la dispersión de sus moléculas. Por lo tanto, es importante colocar sensores lo más cercanos a las posibles fugas.(Zdankiewicz). Es decir, la muestra llega a la cabeza sensora, debido al movimiento propio de sus moléculas, impulsadas por la velocidad de aire, de tal forma que el sensor electroquímico reacciona y permite la visualización de la concentración, en partes por millón, en la pantalla.

Se deben colocar sensores en lugares estratégicos y de mayor riesgo de fuga, por presencia de uniones y válvulas, colocar tantas unidades sea necesario para un control efectivo. (MURCOGAS).

Características de un Sensor Electroquímico (Salvador Alegret, 2004)

- Gozan de una posición preeminente en el mercado de la instrumentación analítica.

- La señal transducida es eléctrica y fácilmente procesable por métodos electrónicos.
- Son fácilmente miniaturizables, para medidas en espacios pequeños.
- Presentan límites de detección suficientes para una gran mayoría de sensores químicos.

Los criterios usados, para la determinación de los puntos de ubicación se resumen en los siguientes:

1. El gas debe llegar al sensor. La existencia de corrientes de aire pueden afectar la detección.
2. Determinar, si en el área de control, es aplicable una detección perimetral o una puntual. En el caso de que sea puntual ubicar los sensores en los lugares de mayor preocupación de fugas y a una distancia que no exceda los 1,5 m de la fuente. En caso de ser perimetral colocar sensores rodeando el área de estudio.
3. Para el caso del amoníaco, que es menos denso que el aire, el sensor se debe ubicar por encima del equipo a supervisar.
4. Debido a la exigencia de calibración periódica, deben ubicarse en lugares de fácil accesibilidad.
5. Dentro de las cámaras frigoríficas ubicar sensores en el flujo de aire de retorno. Ubicar sensores que sean adecuados para temperaturas bajo cero.

6. Colocar los sensores en lugares de mínima vibración.
7. Las condiciones de temperatura y humedades deben estar dentro de los rangos de operación de los detectores.
8. Suministro eléctrico constante.

De acuerdo a los resultados de la aplicación del Método AMEF revisado en el capítulo anterior, se recomienda la instalación de sensores fijos en la cámara frigorífica, congelador por salmuera y congeladores de placas.

La **CAMARA DE FRÍO** está provista de siete evaporadores suspendidos del techo a 2,5 m del suelo, por donde circula el amoníaco a baja temperatura y alta presión. Se caracteriza por ser un lugar cerrado que comunica con el área de proceso a través de escotillas de carga. Tiene una amplia área cuadrangular de 25 x 25 m y aproximadamente 3 m de altura. Laboran 5 personas y debido a que es un lugar cerrado. En el caso de fugas, se pueden concentrar los gases, hasta un nivel que atente a la salud de los trabajadores, contaminen el producto y éstos pueden alcanzar el área de proceso, a través de las escotillas de carga.

Realizada la verificación en el área se determina la disposición actual de los evaporadores, considerando la cercanía de las uniones y válvulas y la ruta de salida, se coloca un sensor cada dos

evaporadores centrales, en el flujo de retorno al evaporador y un sensor por cada evaporador cercano a la pared, ya que la turbulencia hace que los flujos de aire se mezclen. Se dispone de siete evaporadores se requieren entonces cuatro sensores fijos. Ver figuras 2.2 y 2.3

El sensor electroquímico se puede inhibir por las temperaturas bajo cero debido a que trabaja con un electrolito, por esta razón, es importante colocar sensores provistos de dispositivos que mantengan el electrolito a su temperatura de operación, que sea de acero inoxidable, intrínsecamente seguro y a prueba de explosiones. (Ver Apéndice # 4)



FIGURA 2.2 MEDIDOR FIJO MODELO OLCT 200 (Catálogo de productos marca OLDHAMGAS)

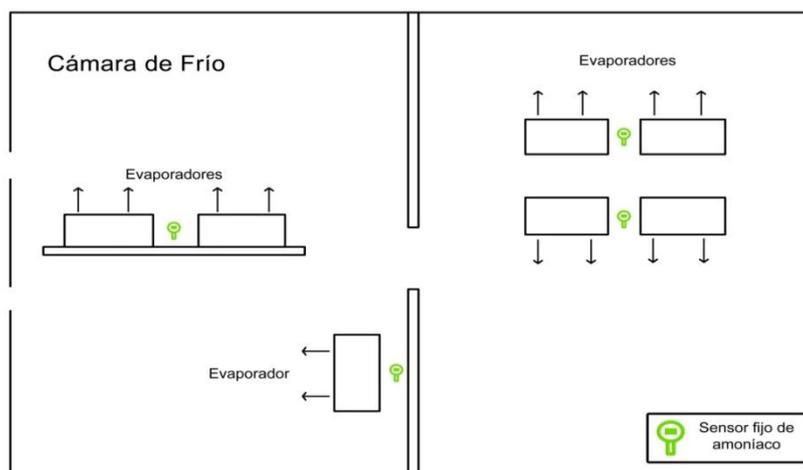


FIGURA 2.3 ESQUEMA DE UBICACIÓN DE LOS SENSORES FIJOS EN LA CÁMARA FRIGORÍFICA (Elaborado por Claudia Ycaza)

En la sala de proceso también se encuentran dos **CONGELADORES POR SALMUERA**, equipos que utilizan amoníaco como refrigerante gas para bajar la temperatura a una solución agua-sal que ejecute la función de congelar el camarón hasta $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Realizada la verificación del área se establece como punto ubicación del sensor la distancia media entre las válvulas de entrada y salida del refrigerante, que se encuentran sobre cada congelador. Es decir 2 sensores fijos. El área está a temperatura ambiente se recomienda un dispositivo que considere hasta 10 a 15 grados Celsius, para su operación normal, debe ser intrínsecamente seguro y a prueba de explosión. Ver figura 2.4.



FIGURA 2.4 MEDIDOR FIJO MODELO ITRANS ALONE Catálogo de productos marca INDUSTRIAL SCIENTIFIC

También en el área de proceso se encuentran cinco **CONGELADORES DE PLACAS**. Cada uno de ellos utiliza el amoníaco como medio de enfriamiento de las placas que, por el método de conducción de calor, bajan la temperatura del producto al entrar en contacto con las mismas. Son instalaciones provistas de mangueras internas por donde ingresa el refrigerante a cada placa. Cada congelador tiene 3 metros de ancho por 3 metros de largo. Las tuberías de abastecimiento del refrigerante están dentro del tumbado, por encima del área de proceso. Ver figura 2.5



FIGURA 2.5 CONGELADOR DE PLACAS (Lista de productos Nantong Refriend Ice Systems Co. Ltd.)

Considerando la cercanía a las máquinas de clasificación donde laboran aproximadamente 100 personas en puestos fijos, cada congelador representa un riesgo de fuga y se recomienda el uso mínimo de un sensor fijo por cada congelador de placas que deberá ser ubicado sobre el nivel de las válvulas de ingreso dentro del tumbado. Ver figuras 2.6 y 2.7.

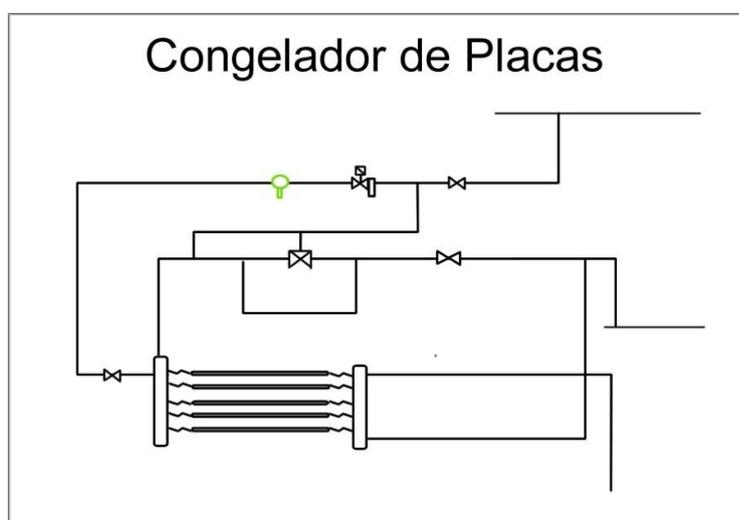


FIGURA 2.6 ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL SENSOR FIJO EN CADA CONGELADOR DE PLACAS. (Elaborado por Claudia Ycaza)

Por las tuberías viaja refrigerante gas y la operación del equipo es a temperatura ambiente. Por lo tanto, se puede utilizar el mismo tipo de equipo que en el congelador de salmuera. En ambos casos la temperatura de operación de los equipos de medición es a temperatura ambiente, deberá ser de acero inoxidable y permitir un rango de

medición de amoníaco de 0 a 200 ppm. Debido a que el ambiente es húmedo deberá soportar una humedad relativa de hasta el 90 %. Para garantizar la seguridad de la planta deberá tener calificaciones de intrínsecamente seguro y a prueba de explosiones. (Ver Apéndice # 5).



FIGURA 2.7 ESTIBADO DEL PRODUCTO EN EL CONGELADOR

DE PLACAS (Pesca y Acuicultura.Seminario Virtual)

Con respecto a la posible contaminación del alimento, en el caso de una posible fuga. Este riesgo está minimizado en las áreas de almacenamiento frío debido a la disponibilidad de válvulas que cierran el paso del amoníaco hacia las áreas en peligro y al hecho que el producto se encuentra en su empaque primario durante el almacenamiento. Sin embargo, en la línea de proceso hay camarones en tanques de almacenamiento, sobre las bandas de máquina clasificadores y gavetas; éstas sufrirían los estragos de una concentración elevada en el ambiente que se puede contrarrestar con un lavado posterior.

Otras áreas por donde circula el amoníaco que no forman parte del proceso de producción con máquina de hielo y la sala de máquinas. En el área de la MAQUINA DE HIELO, las tuberías por donde circula el amoníaco están localizadas a 8 m de altura de piso por la parte externa de la edificación y no forma parte del proceso productivo. En la SALA DE MAQUINAS, se encuentra el amoníaco a diferentes presiones y temperaturas, suministra el refrigerante al sistema pero no forma parte directa del proceso. El área está totalmente abierta al ambiente. No constituye un puesto fijo de trabajo.

Debido a la necesidad del control se aplica el monitoreo portátil como medida de seguridad ocupacional y ambiental. Ver figura 2.8



FIGURA 2.8 MEDIDOR PORTÁTIL PARA AMONÍACO
(Catálogo de la marca INDUSTRIAL SCIENTIFIC)

Como se puede ver en la tabla #12 se requiere de un total de once sensores fijos de amoníaco para cumplir con los controles necesarios, para garantizar la inocuidad del proceso y que el alimento mantenga intactas sus características organolépticas como producto terminado.

TABLA 12.
NUMERO DE SENSORES FIJOS POR ÁREA

AREA	NUMERO DE SENSORES
CAMARA DE FRIO	4
CONGELADORES DE SALMUERA	2
CONGELADORES DE PLACAS	5

(Elaborado por Claudia Ycaza)

2.3 Niveles de alarma audibles en el equipo instalado.

Es muy importante que los equipos de monitoreo, estén provistos de alarmas visuales y auditivas, que puedan de una manera rápida indicar que algo está ocurriendo en las instalaciones que provocan la salida del gas por las tuberías. Normalmente los equipos vienen ya calibrados con las especificaciones de alarmas altas y bajas utilizadas internacionalmente. Para el caso del amoníaco, el nivel

bajo de alarma es de 25 ppm y el nivel alto 50 ppm, tomando como referencia los TWA de NIOSH y de OSHA. Sin embargo, estos valores pueden estar sujetos a cambio, según las necesidades del usuario, en términos de seguridad.

Protocolo de Verificación de los equipos de monitoreo fijo

Se establece un procedimiento de comprobación diario, de la fidelidad de las medidas de concentración de amoníaco, de cada uno de los sensores fijos.

Objetivo: Determinar el buen funcionamiento o la necesidad de calibración de los equipos fijos.

Equipo a utilizar: Equipo portátil de monitoreo con sensor de amoníaco, previamente calibrado con gas de calibración de una concentración de 25 ppm.

Responsable: El responsable de esta actividad es el asistente de seguridad industrial.

Procedimiento:

1. Encienda el equipo portátil y verifique datos de sensor instalado y fecha de última calibración.

2. Encere el equipo portátil.
3. Ubique el equipo portátil al mismo nivel que el equipo fijo, deje pasar por lo menos 2 minutos y verifique la lectura.
4. Anote el valor obtenido en el formato respectivo.

TABLA 13.

**FORMATO DE VERIFICACIÓN DE SENSOR FIJO EN
CONGELADOR DE PLACAS #1**

Fecha	Equipo fijo (ppm)	Equipo portátil (ppm)	Comentario

Responsable: Asistente de Seguridad Industrial

De existir diferencias entre las lecturas se debe comunicar al Jefe de Seguridad Industrial para la coordinación de una calibración del equipo fijo.

2.4. Calibración y Puesta en Marcha del Sistema

Una vez verificada la energía de 12-28 VCC los equipos están energizados. La pantalla LED de cada equipo, despliega información acerca del sensor instalado. Ver Figura 2.9

El equipo entra en su proceso de calentamiento y luego de tres minutos mostrará las lecturas instantáneas del sensor. Si llegara a subir la concentración a los niveles de alarma baja (25ppm) o alta (50ppm) aparece una L o una H, según corresponda.



FIGURA 2.9 MONITOR FIJO INSTALADO

(Registro de fotos de OLDHAMGAS)

Para ingresar en el **modo de configuración**, se utiliza un magneto y se lo coloca en el canal 1 (CH1), destinado para este propósito.

En este modo se puede:

- Verificar el tipo de sensor instalado
- Encerar de la unidad

- Calibrar la unidad

Al pasar el magneto por el Canal 2, se acepta y se ingresa en el modo seleccionado con Canal1.

Para el **proceso de enceramiento** coloque el magneto sobre el Canal 1, se mostrará el tipo de sensor durante 5 segundos e ingresará en el menú “0”, un temporizador de 10 segundos aparecerá en la línea inferior de la pantalla led. Durante este tiempo de espera, al pasar el magneto sobre Canal 2, se introduce en la función de enceramiento y se inicia una cuenta regresiva. Un bit de estado comienza a parpadear. Una vez que la reducción a cero está completa, la unidad volverá al modo de funcionamiento normal.

La calibración es la siguiente opción que aparece en la pantalla. Antes de ingresar en esta opción es necesario contar con lo siguiente:

- Cilindro de calibración que contenga el gas patrón con una concentración de 25ppm, con fecha vigente de uso y con su respectivo certificado del fabricante, que especifique el tipo de sensor.
- Regulador de flujo, con manómetro de presión.
- Manguera y capucha de calibración para amoníaco.

Una vez verificado los materiales se conecta la manguera a la capucha de calibración y al regulador de flujo del cilindro, antes de iniciar el proceso. Para iniciar el proceso de calibración coloque el magneto sobre Canal1, seleccione calibración que se designa con una "C" y dentro de los 10 segundos del temporizador, pase el magneto por el Canal 2, para aceptar. Se inicia una cuenta regresiva, emite un sonido intermitente y el equipo entrará primero en el proceso enceramiento. Una vez finalizado, aparece una "C" intermitente en la pantalla, aplique la capucha de calibración sobre la cabeza sensora y abra el regulador de flujo del cilindro de calibración. A medida que el equipo responde al gas, la lectura actual se mostrará en la pantalla. Una vez finalizada la calibración el equipo, pasa al modo normal de operación, dando lecturas en tiempo real de la concentración del contaminante. Si desea cancelar la calibración, en cualquier momento, coloque el magneto sobre Canal 1.

TABLA 14.

FORMATO PARA EL PLAN DE CALIBRACIÓN

Plan de Calibración de Equipos de Monitoreo Año2015

EQUIPO	Sensor	Instalación Programada	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Sept		Oct		Nov		Dic		Ene	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II														
Congeladores de placas	#1	Oct/15 /14																										
	#2	Oct/15 /14																										
	#3	Oct/15 /14																										
	#4	Nov/30 /14																										
	#5	Nov/30 /14																										
Congeladores de salmuera	#1	Dic/15/14																										
	#2	Dic/15/14																										
Cámara de frío	Pto 1	Ene/15/14																										
	Pto 2	Ene/15/14																										
	Pto 3	Ene/15/14																										
	Pto 4	Ene/15/14																										

(Elaborado por Claudia Ycaza)

2.5 Costos de la implementación

Como resultado del análisis se determinó la necesidad de ubicación de un total de cuatro sensores fijos de amoníaco con sistema de calentamiento y alarmas. Además siete sensores fijos para temperatura ambiente dotados de alarmas visuales y auditivas.

Para el costeo se considera que la empresa, asume la mano de obra directa en la instalación y los materiales directos, a través de su departamento de mantenimiento y la empresa ofertante la visita técnica para determinar los puntos de instalación. Por lo tanto, la inversión de la empresa incluye costos de los sensores fijos de amoníaco para áreas a temperatura ambiente y de sensores fijos de amoníaco para áreas de temperatura de congelación con dispositivo calentador.

TABLA 15.
COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Detalle	Ubicación	Cantidad	Costo/Unidad (USD)	Total (USD)
Sensor fijo de NH3 y con sistema de calentamiento. Incluye alarmas	Cámara de frío	4	3.976	\$ 15.904
Sensor fijo con sensor para NH3. Incluye alarma visual y audible	Congeladores de Placa Congeladores de salmuera	7	2.968	\$20.776
TOTAL				\$36.680

(Elaborado por Claudia Ycaza)

De acuerdo al requerimiento mínimo de sensores, la empresa invertiría en la adquisición de equipos fijos de monitoreo la cantidad de \$36.680,00 incluido el IVA y la visita técnica para establecer los lugares de ubicación de los sensores.

La adquisición de equipos portátiles, recomendados para las áreas de la máquina de hielo y sala de máquinas, se realizará como una inversión posterior de los directivos de la empresa.

Análisis de costo- beneficio

El análisis costo-beneficio es una herramienta financiera que permite evaluar la rentabilidad de un proyecto. Resulta de dividir el valor actual de los ingresos o beneficios entre el valor actual de los costos. (El Análisis Costo Beneficio)

$$B/C = VAI / VAC$$

Si el resultado de esta relación es > 1 el proyecto es recomendable, si por el contrario es < 1 no se justifica.

Los costos que se consideran son los valores de inversión, mantenimiento y calibración de los equipos de monitoreo que se instalarían en las diferentes áreas.

En lo que respecta a los beneficios, se refieren a los valores económicos que se pueden ahorrar, por disponer de equipos que alerten en el caso de concentraciones letales para el ser humano. Es decir una fuga de amoníaco obliga a la paralización de la planta, por lo menos 4 horas, para reemplazar tuberías, cambiar válvulas y restablecer la operación normal. Es evidente y necesaria la evacuación del personal y la paralización de la línea de producción. Para efectos de cálculo se considera que este evento produce la afectación de por lo menos una persona, que requiere de traslado a una clínica para tratamiento por intoxicación.

Costos:

1. Inversión en instalación de 11 sensores fijos de amoníaco, a un costo total de USD 36.680,00.
2. Mantenimiento anual de cada sensor a un costo de 3 horas de trabajo de un sueldo mensual de 400,00 dólares cada 3 meses y por los 11 sensores, USD 110,00
3. Calibración cuatro veces en el año, a un costo de USD 120,00 por cada uno de los 11 sensores, USD 5.280,00

Beneficios:

1. Ambulancia y atención de paramédicos con primeros auxilios, USD 500,00
2. Atención médica de una persona intoxicada en 7 días de hospitalización y con 8 días de recuperación posterior.
 - Clínica 150 dólares por día, USD 1.050,00
 - Medicinas 100 dólares por día, USD 700,00
3. Medicinas ambulatorias (recuperación), 50 dólares por día por 8 días, USD 400,00
4. Mano de obra de persona imposibilitada de trabajar por 15 días y con un sueldo de 400,00 dólares, USD 200,00
5. Mano de obra de reemplazo por 15 días y con un sueldo de 400,00 dólares, USD 200,00
6. Reparación y /o reemplazo de tuberías mínimo, USD 100,00
7. Daño de producto o detrimento de la calidad en máquinas de clasificación, bandas de transporte, mesas de trabajo, y/o en proceso de congelación, aproximadamente 500 libras por un costo mínimo de 3 dólares por libra, USD 1.500,00
8. Costo por 4 horas de paralización de la línea de proceso, con un capacidad de 2000 libras / hora, a un costo mínimo de 3 dólares la libra, USD 24.000,00

TABLA 16.
RELACIÓN COSTO BENEFICIO

Costo total (USD)	Beneficios (USD)	B /C
47.460	57.300	1,21

(Elaborado por Claudia Ycaza)

Como se puede apreciar en la Tabla # 16 la relación costo-beneficio ha resultado en un valor de 1,21. Es decir, es recomendable llevar a cabo el proyecto porque los beneficios son mayores que los costos de inversión.

CAPITULO 3

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez concluido el análisis de las etapas de proceso donde circula el amoníaco, con el objetivo de controlar el riesgo de fugas; se detalla a continuación las conclusiones y recomendaciones que abarcan aspectos relacionados a la aplicación de normativas que permitan un mejor ambiente laboral, proporcionando seguridad al personal, alimento e instalaciones.

3.1 Conclusiones

El amoníaco, circula principalmente a través de las tuberías, por casi toda la extensión de la planta, debido a que es utilizado para distintas

etapas del proceso de empacado de camarón. Es decir, al existir una falla o ruptura de tubería, unión o válvula se toman acciones inmediatas para aislar el sector y así evitar que toda la planta se vea afectada.

Utilizando la metodología de Análisis de modo y efecto de falla (AMEF), se pudo determinar que las etapas del proceso de mayor riesgo son los congeladores de placas, congeladores de salmuera y la cámara de frío. Estos equipos utilizan el amoníaco en su operación y no cuentan con un sistema de detección que permita detectar fugas en el sistema lo que influye directamente sobre la calidad del alimento; éste se descongela y pierde en calidad. A través de este método se determinó el requerimiento de ubicación de un sensor por cada congelador de salmuera y por cada congelador de placas. En el caso de la cámara de frío se debe ubicar un sensor por cada dos ventiladores para asegurar una detección eficiente. Es decir se coloca un sensor fijo en cada punto de riesgo.

El aumento de la concentración del amoníaco en la planta se puede determinar técnicamente, a través del uso de medidores de gases que ofrece datos de concentración en tiempo real. Además, permite una respuesta inmediata ya que constan de alarmas auditivas y visuales que alertan de algún problema.

Cada uno de los equipos medidores consta de un dispositivo electrónico, el sensor, que tiene un tiempo de vida que está en función de la concentración a la cual está expuesta. Es importante aplicar un protocolo de inspección y calibración del equipo, que consta en los manuales de operación y además se debe contar con el soporte técnico de la marca en el país. La concentración del gas de calibración debe ser de 25 ppm., una variación de ésta puede afectar la operatividad del equipo.

El monitoreo portátil se aplica en aquellas áreas de menor riesgo, o cuando no es necesario un control permanente. Para esto, se realizan inspecciones periódicas y de deben llenar registros de control, por parte del encargado de la seguridad industrial.

Los equipos portátiles también se utilizan para proporcionar un control extra de la operación de los equipos fijos o reemplazarlos cuando estén en mantenimiento o calibración.

Se elaboró un formato de calibración para los equipos a instalarse, donde constan fecha de calibración y responsable. Con este documento es fácil anticipar cualquier dificultad por falta de calibración, programar las calibraciones con la provisión anticipada de los gases de calibración y llevar un control sobre la vida útil del sensor.

El alimento es susceptible de ser contaminado, ya que en el proceso se encuentra en gavetas, bandas de clasificación, en mesas de trabajo, o dentro de su empaque primario, esperando ser pesado, congelado o ingresado a la cámara. En el momento de una emergencia se abandona los puestos de trabajo y el alimento está sometido a elevadas concentraciones de amoníaco y al deterioro físico-químico propio de su naturaleza.

En el caso de una fuga también se contamina el material de empaque, bandejas, bandas de inspección, máquinas de clasificación, soluciones de inmersión, con una concentración desconocida de amoníaco. Esto significa riesgo de contaminación con el alimento y por lo tanto la exigencia de extremar esfuerzos por lograr una buena limpieza del área afectada y eliminación de materiales.

Al instalar medidores de gases se puede evitar y/ o minimizar pérdidas de producto en proceso y terminado, daños en las instalaciones, afectación a la salud y al ambiente laboral. Las alarmas de los equipos dan un aviso sonoro y visual del nivel de riesgo. Estas se definen de acuerdo a las regulaciones de organismos internacionales como la NIOSH y OSHA, alarma baja a 25ppm y alarma alta 50 ppm. El objetivo

es determinar en primera instancia algún problema y dar respuesta sin mayor contratiempo ni afectar la producción.

El caso de alguna fuga puede resultar personal afectado por la toxicidad del agente desde una lesión respiratoria hasta inclusive la muerte. Lo que implica gastos administrativos, médicos, pago de indemnizaciones y contratación de personal que reemplace al afectado.

Conociendo que se cuenta con un equipo de control que indica situaciones de peligro, el personal trabaja más seguro, confiado y aumenta su productividad. Existe sentimiento de satisfacción y compromiso al ser cuidado y valorado como un inigualable recurso dentro de su organización

3.2 Recomendaciones

En el caso de eventuales fugas y al no conocer las concentraciones del contaminante en el área, es recomendable el uso de un aparato de respiración autónomo con pieza facial completa. El cilindro debe contener oxígeno tipo D y debe estar provisto de un regulador de flujo que permita el uso del gas solo cuando se ingrese a la zona de peligro. En este punto es importante la práctica de simulacros de fugas con el personal de la planta y de rescate, ya que el oxígeno del cilindro puede

durar entre 30 y 45 minutos, dependiendo de la distancia que se debe recorrer, el esfuerzo físico, la temperatura. El equipo debe tener como accesorio una alarma que avise antes de que se termine el oxígeno del cilindro, para dar tiempo a la persona de salir del área.

Para trabajos de mantenimiento normal, es recomendable el uso de un respirador de media cara con filtro químico para amoníaco, mono gafas con venteo indirecto, protección de manos y cuerpo. Debido a que el gas puede ingresar vía dérmica, respiratoria y puede afectar e irritar los ojos. Es necesario tener personal capacitado en el uso de los equipos de protección personal recomendados, tanto en la colocación de los mismos como en el mantenimiento y criterios de cambio. Todo esto, con el objetivo que la protección sea eficiente y el trabajo seguro.

Se recomienda la aplicación y cumplimiento de la legislación en lo que se refiere a control de riesgos en la fuente, medio y al receptor; evitando multas y sanciones por parte de los organismos de control.

Se debe contar con un programa de calibración de los equipos de monitoreo. De nada serviría tener el equipo apropiado en el lugar apropiado si éste no está calibrado. Daría lecturas erróneas y no se conocería a qué concentración se está trabajando. Normalmente se aconseja que la calibración certificada sea cada tres meses. En este

sentido, en las auditorías del Ministerio de Relaciones Laborales hacia el Sistema de Gestión de Riesgos Laborales de cada empresa, es requisito la presentación de certificados de calibración de los equipos de medición, especificando los respectivos patrones.

Es recomendable verificar cada tres meses, en cada calibración, la respuesta del sensor al gas, para así determinar el tiempo en que se debe reemplazar el sensor.

APÉNDICES

APENDICE #1

Fichas Internacionales de Seguridad Química

AMONIACO (ANHIDRO)

ICSC: 0414

 <p>AMONIACO (ANHIDRO) Trihidruro de nitrógeno NH₃ Masa molecular: 17.03</p> <p>Nº CAS 7664-41-7 Nº RTECS BO0875000 Nº ICSC 0414 Nº NU 1005 Nº CE 007-001-00-5</p> <p>INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO</p> 			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	En caso de incendio en el entorno: usar medio de extinción adecuado.
EXPLOSION	Las mezclas gas/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosiones.	En caso de incendio: mantener fría la botella por pulverización con agua.
EXPOSICION		¡EVITAR TODO CONTACTO!	
• INHALACION	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, jadeo, dolor de garganta. (Síntomas de efectos no inmediatos: véanse Notas).	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semincorporado y atención médica. Respiración artificial si estuviera indicado.
• PIEL	Enrojecimiento, quemaduras, dolor, ampollas. EN CONTACTO CON LIQUIDO: CONGELACION.	Guantes aislantes del frío, traje de protección.	EN CASO DE CONGELACION: Aclarar con agua abundante. NO quitar la ropa y solicitar atención médica.
• OJOS	Enrojecimiento, dolor, quemaduras profundas graves.	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
• INGESTION			
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Evacuar la zona de peligro; consultar a un experto; ventilación. NO verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido. Eliminar el gas con agua pulverizada. Protección personal: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración.	A prueba de incendio. Separado de oxidantes, ácidos, halógenos. Mantener en lugar frío y bien ventilado.	Botellas con accesorios especiales. símbolo T símbolo N R: 10-23-34-50 S: (1/2-9-16-26-36/37/39-45-61 Clasificación de Peligros NU: 2.3 Riesgos subsidiarios de las NU: 8	
 			
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
ICSC: 0414		Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 2005	

Fichas Internacionales de Seguridad Química

AMONIACO (ANHIDRO)

ICSC: 0414

D A T O S I M P O R T A N T E S	<p>ESTADO FISICO; ASPECTO Gas licuado comprimido incoloro, de olor acre.</p> <p>PELIGROS FISICOS El gas es más ligero que el aire.</p> <p>PELIGROS QUIMICOS Se forman compuestos inestables frente al choque con óxidos de mercurio, plata y oro. La sustancia es una base fuerte, reacciona violentamente con ácidos y es corrosiva (p.ej: Aluminio y zinc). Reacciona violentamente con oxidantes fuertes y halógenos. Ataca el cobre, aluminio, cinc y sus aleaciones. Al disolverse en agua desprende calor.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV (como TWA): 25 ppm; (como STEL): 35 ppm (ACGIH 2004). MAK: 20 ppm, 14 mg/m³; Categoría de limitación de pico: I(2), Riesgo para el embarazo: grupo C (DFG 2004)</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación.</p> <p>RIESGO DE INHALACION Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva en el aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación de altas concentraciones puede originar edema pulmonar (véanse Notas). La evaporación rápida del líquido puede producir congelación.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</p>
PROPIEDADES FISICAS	<p>Punto de ebullición: -33°C Punto de fusión: -78°C Densidad relativa (agua = 1): 0.7 a -33°C Solubilidad en agua: Buena (54 g/100 ml a 20°C) Presión de vapor, kPa a 26°C: 1013</p>	<p>Densidad relativa de vapor (aire = 1): 0.59 Temperatura de autoignición: 651°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 15-28</p>
DATOS AMBIENTALES	La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos.	
NOTAS		
<p>Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto a menudo hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son por ello imprescindibles. Debe considerarse la inmediata administración de un spray adecuado por un médico o persona por él autorizada. Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape.</p> <p style="text-align: right;">Tarjeta de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-20S1005 o 20G2TC Código NFPA: H 3; F 1; R 0;</p>		
INFORMACION ADICIONAL		
FISQ: 1-030 AMONIACO (ANHIDRO)		Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: http://www.insht.es/
ICSC: 0414		AMONIACO (ANHIDRO)
© CCE, IPCS, 2005		
NOTA LEGAL IMPORTANTE:	Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales.	

APENDICE #2

NORMATIVA ECUATORIANA

Constitución de la República del Ecuador que en su ART 33: “... *El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respecto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado.*”

ART. 326, numeral 5: “*Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.*”

El Código del Trabajo en el ART. 410.- Obligaciones respecto a la prevención de riesgos.- *Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida. Reconocer, prevenir, evaluar y controlar los riesgos laborales.*

En el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. DECISION 584 en el ART 1 literal c)” *Salud: Es un derecho fundamental que significa no solamente la ausencia de afecciones o de enfermedad, sino también de los elementos y factores que afectan negativamente el estado físico o mental del trabajador y están directamente relacionados con los componentes del ambiente del trabajo.”*ART 4- *En el marco de sus Sistemas Nacionales de Seguridad y Salud en el Trabajo, los Países Miembros deberán propiciar el mejoramiento de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, a fin de prevenir daños en la integridad física y mental de los trabajadores*

que sean consecuencia, guarden relación o sobrevengan durante el trabajo. ART. 11. En todo lugar de trabajo se deberá tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales. Estas medidas deberán basarse, para el logro de este objetivo, en directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su entorno como responsabilidad social y empresarial. Y en su literal c) Combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el trabajador, privilegiando el control colectivo al individual. En caso de que las medidas de prevención colectivas resulten insuficientes, el empleador deberá proporcionar, sin costo alguno para el trabajador, las ropas y los equipos de protección individual adecuados;

En el Reglamento al Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.

DECISION 957 ART. 20.- Cuando la autoridad nacional competente en seguridad y salud en el trabajo compruebe el incumplimiento de la normativa nacional sobre prevención de riesgos laborales, impondrá las medidas correctivas y sanciones, conforme a lo establecido en la legislación correspondiente de cada País Miembro.

Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio

ambiente del trabajo. Decreto 2393 en su ART. 11.- Obligaciones de los Empleadores, numeral 2: Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad. ART. 53, numeral 4: En los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realizará evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su transmisión, y sólo cuando

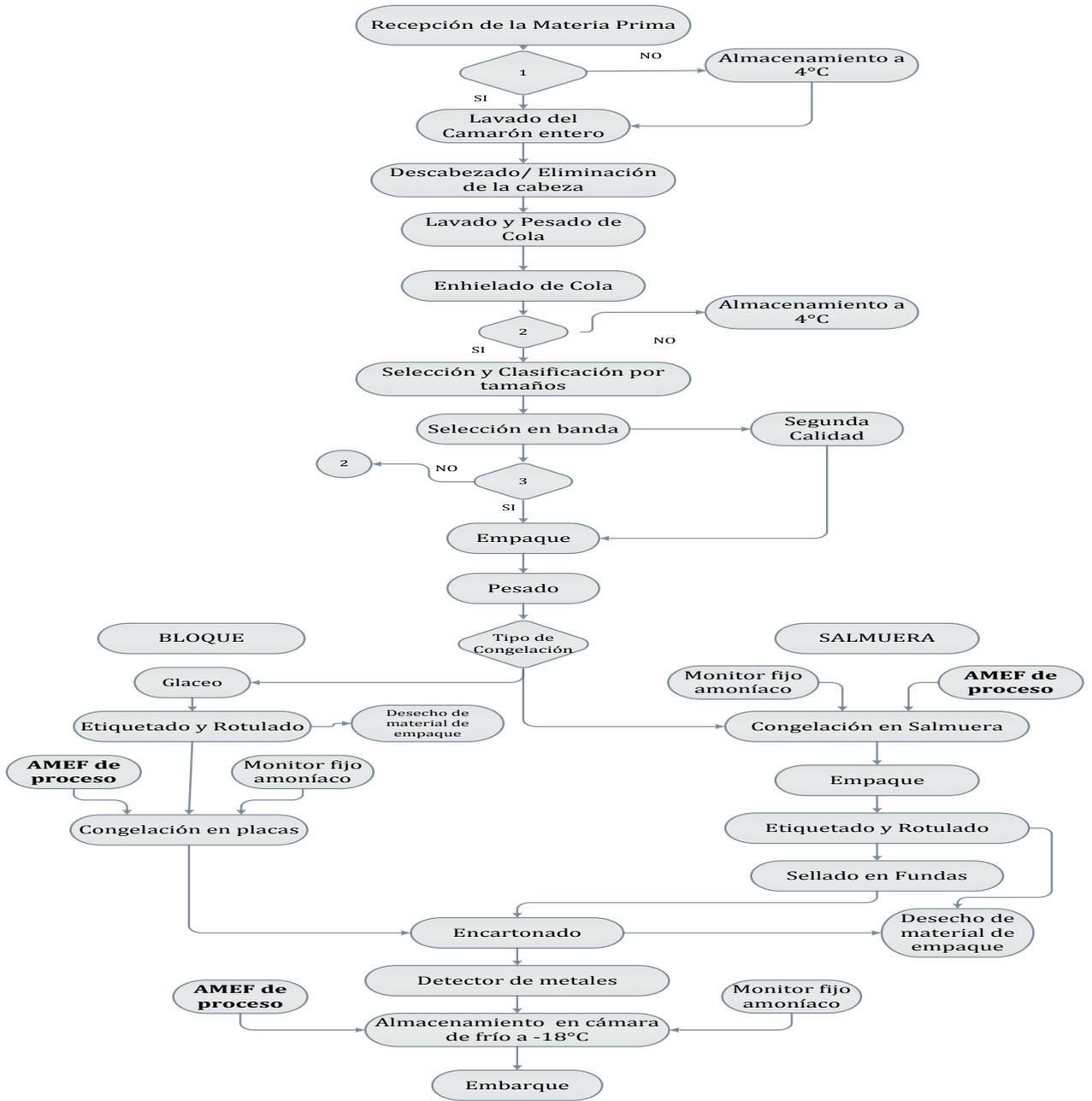
resultaren técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante.

El Plan Nacional para el Buen Vivir del Gobierno de Rafael Correa el Objetivo 6: “Garantizar el trabajo estable, justo y digno en su diversidad de formas...”, se hace referencia además a ambientes de trabajo saludables y estabilidad laboral.

La Política 6.6 del mismo Plan: Promover condiciones y entornos de trabajo seguro, saludables, incluyente...” y en el literal b:” Promover entornos laborales accesibles y que ofrezcan condiciones saludables, seguras y que prevengan y minimicen los riesgos de trabajo.”

APENDICE # 3

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



Decision en proceso continuo

APENDICE # 4

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA

(AMEF DE PROCESO)

COORDINADOR: Jefe de Planta Código: 002

AREA: Elaboración de camarón congelado en bloque FECHA DE INICIO: Septiembre de 2014

FECHA DE REVISION:

Paso del proceso	Entrada clave del Proceso	Modo de Falla Potencial	Efectos de Falla Potencial	S E V	Causas Potenciales	O C U	Controles Actuales de Detección	D E T	N P R	Acciones Recomendadas	Responsable	Acciones Tomadas
		No circula refrigerante	Alimento no se congela	10	Fuga de amoníaco en el sistema, obstrucción valvulas	8	Inspección visual	8	640	Control permanente de la concentración del amoníaco. Monitoreo Fijo	Jefe de mantenimiento	
		No ajusta el sistema de cierre	Contacto inadecuado con el producto. No se congela uniforme.	5	Obstáculos entre las placas	3	Revisión de placas antes de cada carga	6	90	Colocar topes de color para rápida identificación.	Operario de placas	
		No suben las placas	Producto no se congela	10	Falla en el sistema hidráulico de las placas	3	mantenimiento correctivo	10	300	Mantenimiento preventivo	Jefe de mantenimiento	
Congeladores de placa	TEMPERATURA -30 a -32	No alcanza temperatura de proceso en el tiempo esperado (5 horas)	Alimento no se congela	10	Fuga de amoníaco en el sistema,	8	Revisión del sistema de tuberías buscando fugas	10	800	Control permanente de la concentración del amoníaco. Monitoreo Fijo	Asistentes de mantenimiento	
		No hay energía eléctrica	No funciona, pérdida de tiempo	10	No está conectado el generador	4	Operador conecta manualmente	1	40	Automatización	Jefe de Mantenimiento	
		No existe buena transferencia de calor entre la placa y producto	Alimento no se congela	10	Placas sucias, con capa de hielo	5	Ninguno	10	500	Limpieza de placas en cada parada.	Operador de placas	
		Cajeta del producto no entra en latas	Obstrucción en el cierre de las placas	5	Cajeta con peso fuera de rango	5	Ninguno	2	50	Inspección visual de la cajeta antes de la carga	Inspector de calidad	
	Colocación de producto en latas	Demora en la carga del congelador	La calidad del producto decae	9	Apilamiento de producto en espera	5	Ninguno	8	360	Planificación y programación de la producción	Jefe de Planta	
		Rotura de cajetas	Aumento de desperdicios.	4	Exceso de producto	4	Ninguno	2	32	Programación de la producción	Jefe de Planta	
	Descarga del producto	Producto se confunde	Pérdida de tiempo en ordenamiento	3	Exceso de producción	3	Ninguno	3	27	Carga en el congelador por tipo de producto	Operador de placas	

**ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA
(AMEF DE PROCESO)**

COORDINADOR:		Jefe de Planta								Código: 003		
AREA:		Elaboración de camarón congelado IQF						FECHA DE INICIO:		Septiembre de 2014		
								FECHA DE REVISION:				
Paso del proceso	Entrada clave del Proceso	Modo de Falla Potencial	Efectos de Falla Potencial	S E V	Causas Potenciales	O C U	Controles Actuales de Detección	D E T	N P R	Acciones Recomendadas	Responsable	Acciones Tomadas
		No circula refrigerante	Alimento no se congela	10	Fuga de amoníaco en el sistema, obstrucción válvulas		Inspección visual de tuberías	4	360	Control permanente de la concentración del amoníaco. Monitoreo Fijo	Jefe de mantenimiento	
		No alcanza temperatura de proceso	Alimento no se congela	10	Fuga de amoníaco en el sistema		Revisión del sistema de tuberías buscando fugas	5	450	Control permanente de la concentración del amoníaco. Monitoreo Fijo	Asistentes de mantenimiento	
		No hay energía eléctrica	No funciona, pérdida de tiempo	10	No está conectado el generador		Operador conecta manualmente	2	80	Automatización	Jefe de Mantenimiento	
Congelador de salmuera	Temperatura -20 ° C	Banda de transporte paralizada	El camarón se vuelve quebradizo	9	Falla mecánica del equipo	2	Ninguno	1	18	Inspección visual, mantenimiento preventivo.	Jefe de mantenimiento	
		Velocidad muy alta en el transportador	El camarón no se congela	10	Desajuste de la velocidad	5	Inspección visual	3	150	Elaboración de cartilla de velocidad vs talla	Operador de congelador	
		Velocidad muy lenta en el transportador	El camarón excede la temperatura de operación	6	Desajuste de la velocidad	5	Inspección visual	3	90	Elaboración de cartilla de velocidad vs talla	Operador de congelador	
		Salmuera no llega a la temperatura de operación	Camarón no se congela	10	Concentración muy pobre de salmuera	3	Ninguno	2	60	Control diario de la concentración	Inspector de calidad	
		Congelamiento de líquido de aspersión	Camarón no se congela	10	Baja concentración de la salmuera	3	Inspección Visual	3	90	Control diario de la concentración	Inspector de calidad	

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA

(AMEF DE PROCESO)

COORDINADOR:		Jefe de Planta										Código: 004	
AREA:	Elaboración de camarón congelado									FECHA DE INICIO:	Septiembre de 2014		
									FECHA DE REVISIÓN:				
Paso del proceso	Entrada clave del Proceso	Modo de Falla Potencial	Efectos de Falla Potencial	S E V	Causas Potenciales	O C U	Controles Actuales de Detección	D E T	N P R	Acciones Recomendadas	Responsable	Acciones Tomadas	
		No alcanza temperatura de proceso	Alimento se descongela	9	Fuga de amoníaco en el sistema,	8	Revisión del sistema de tuberías buscando fugas	10	720	Control permanente de la concentración del amoníaco. Monitoreo Fijo	Asistente de mantenimiento		
		No enfría	Alimento se descongela	9	Obstrucción de válvulas de amoníaco	6	Inspección visual	8	432	Mantenimiento preventivo	Jefe de mantenimiento		
Cámara de frío	Temperatura -20 °C	No alcanza la temperatura del proceso	Alimento se descongela	9	Capas de poliuretano muy delgadas para carga de refrigeración	3	Ninguno	3	81	Revisión de la capacidad de refrigeración.	Jefe de mantenimiento		
		Ventiladores no funcionan	No hay buena circulación de aire frío.	8	Hielo / escarcha en los ventiladores	5	Inspección visual	1	40	Registro de control de mantenimiento.	Asistente de mantenimiento		
		Temperatura aumenta	Alimento se descongela	9	Carga y desgarga frecuente	8	Ninguno	2	144	Carteles de aviso CERRAR PUERTA, control de temperatura	Jefe de Cámara		

APENDICE # 5

OLDHAM

OLCT 200

- Detection of explosive gases, toxic gases, or oxygen
- Non-Intrusive Calibration
- Smart Sensors
- HART® Communication
- Programmable Relays
- Hot Swappable Sensors (IS Versions)
- 2-wire, 3-wire, ModBus, or wireless



CERTIFICATIONS



SIL 2
HARDWARE

HART
COMMUNICATION PROTOCOL

The Fixed Gas Detection People

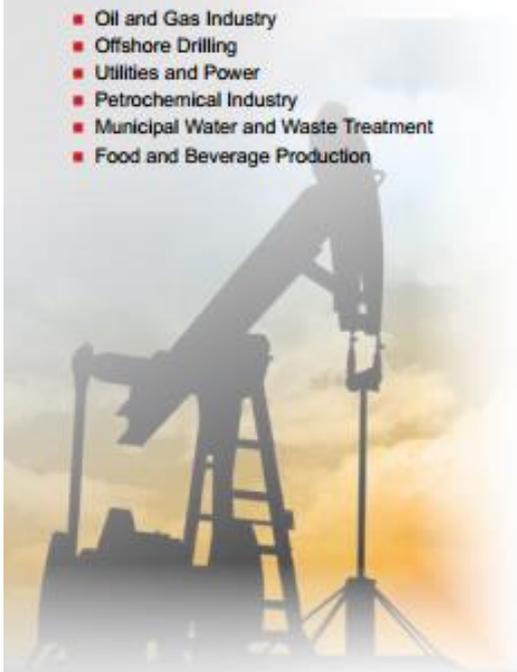
an **IST** company

www.oldhamgas.com

OLCT 200

APPLICATIONS

- Oil and Gas Industry
- Offshore Drilling
- Utilities and Power
- Petrochemical Industry
- Municipal Water and Waste Treatment
- Food and Beverage Production



IR SENSOR

The infrared sensor provides detection of explosive gases in more severe environmental conditions, where the presence of poisons could harm the use of a catalytic cell.

- Methane
- Carbon Dioxide
- Propane
- Propylene
- Ethane
- Methanol

Cross-reference factors are available for many other common gases.

RELIABLE

At OLDHAM, we understand the cost of equipment downtime and false alarms, so we ensure all of our products are designed with maximum reliability in mind.

- SIL-2 – Hardware assessed to be SIL-2 capable
- Security mode allows for lockout of critical parameters
- "Fault Supervision" circuitry
- Programmable warm-up and cal delays to avoid false alarms

VERSATILE

The OLCT 200 can be configured to meet nearly any application through its state-of-the-art features and options.

- Explosion-proof
- Intrinsically Safe
- HART® (opt)
- RS-485 ModBus (opt)
- Stainless Steel Enclosure (opt)
- Programmable Relays (opt)
- 2-wire, 3-wire Installations
- Wireless Communication (opt)
- Cold Climate Heater (opt)
- Dual Gas Sensing (opt)
- Remote Sensing (opt)
- Large Sensor Offering—Electrochemical, Catalytic, Infrared, and Photo Ionization Detection Sensors

EASY TO USE

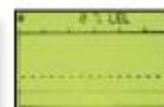
The OLCT 200 is designed to offer the user convenient features and ease of use.

- Smart Sensors
- Large Graphical Display
- 30min Trending
- Backlit LCD (excluding 2-wire)
- Non-Intrusive Calibration
- Split Screen Display (dual sensor option)
- Visual Alarm LEDs

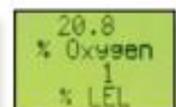
Display Screens



Main Screen



Trend Graph



Split Screen

WIRELESS

Wireless communication is becoming increasingly popular in gas detection, and it is sometimes the only way to ensure safety in existing infrastructure or remote locations.

The OLCT 200 wireless option offers many benefits to meet your application needs.

- 900MHz or 2.4GHz FHSS
- 10mW – 1W Adjustable Tx Power
- CSA Div 1 and Div 2 Antennas
- 256-bit Encryption
- Indoor Range up to 3000' (900 meters)
- Outdoor Range up to 10 miles (16 km)
- High Receiver Sensitivity
- Battery & Solar Powered Options

OLDHAM also offers a variety of wireless solutions compatible with the OLCT 200, including wireless controllers and solar-powered field monitors as well as wireless repeaters and accessories.



WX4 Controller

WX16 Controller

WX64 Controller

MPSIV

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Sensors	Combustible Gases: Catalytic, Infrared Toxic / Oxygen: Electrochemical, PID
Detected Gases	See Ordering Guide
Material	Enclosure: Epoxy Coated Aluminum or 316 Stainless Steel Sensor: 316 Stainless Steel
Display	Backlit LCD (2-Wire models do not have backlight)
Input Voltage	10 - 30 VDC Lithium-Ion Battery (select wireless models)
Power Consumption	25mA @ 24VDC (EC Sensor) 100mA @ 24VDC (Cat, IR, PID Sensors) +120mA @ 24VDC (for added energized relays) +20mA @ 24VDC (for added RS-485 ModBus) +210mA @ 24VDC (for added Arctic Heaters)
Ingress Protection	NEMA 4X, IP66
Cable	2-wire, 3-wire, or 4-wire, shielded.
Max. cable loop resistance	500Ω @ 24VDC (2-wire configs) 750Ω @ 24VDC (3-wire configs)
Output Signal	Standard: 4-20mA (analog), 2-wire (sink), 3-wire (source) Optional 1: Dual Isolated 4-20mA (source) Optional 2: RS-485 ModBus (9600 Baud) Optional 3: Wireless (900MHz or 2.4 GHz) Optional 4: HART® Protocol
Alarm Relays (opt)	3 Relays (2 User Programmable, 1 Fault) Form C (SPDT) 5 AMP @ 30VDC or 240 VAC "RESISTIVE" Relays 1&2 are configurable for low and high alarms, normally energized or normally de-energized, and latching or non-latching Fault Relay is always normally energized
Wireless (opt)	900MHz or 2.4GHz FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) 256-bit AES Encryption (meets FIPS-197) 10mW - 1W Adjustable Transmit Power (900MHz only) Div 1 XP and Div 2 Configurable
Approvals	Consult factory for current approval status CSA - Class 1, Div. 1, 2 - Groups A, B, C, D (2-wire config. only) - Groups B, C, D (3-wire config. only) IS barrier required for intrinsically safe installations! SIL-2 - hardware SIL-2 capable per EN 61508 (exida)
Dimensions	5.0" (127mm) W x 7.8" (197mm) H x 5.1" (130mm) D Shipping Weight Approx. 7 Lb (3.2 kg)
Operating Temperature	-40°C to 60°C - (sensor specific)

APENDICE # 6

iTrans™

Monitores de punto fijo



Compatible con el primer sistema de acoplamiento para monitores de gas de punto fijo, iTrans™ ofrece máxima flexibilidad, rendimiento superior y mantenimiento automático. Utilizando tecnología patentada, iTrans™ DS2 Docking Station™ ofrece calibración automática, pruebas y mantenimiento de registros. Además, el sistema opera a la perfección con iNet™, nuestro completo servicio de administración de instrumentos. La generación automática de informes, reemplazo de cilindros de gas y diagnóstico de instrumentos de iNet ofrece una completa solución para administrar y mantener sus monitores de gas fijos.

Los monitores de gas de punto fijo iTrans utilizan una plataforma electrónica inteligente para crear 1 ó 2 puntos de detección con un solo cabezal para obtener máxima flexibilidad, rendimiento superior y menores costes de instalación. Con la capacidad de monitorear cualquier combinación de gases para un ambiente específico, iTrans utiliza la tecnología de sensor "inteligente" probada en la industria y las características de seguridad que incluyen reconocimiento automático del sensor, seguridad mediante códigos de acceso, protección de falla cero y de cal; todo dentro de una carcasa de aluminio o acero inoxidable a prueba de explosiones.

Los transmisores controlados por microprocesador son capaces de funcionar independientemente o contar con una configuración de sistema de puntos múltiples. Con los relés opcionales a bordo, el monitor tiene la capacidad agregada de un funcionamiento autónomo, activación de alarmas, bocinas o ventiladores y también puede apagar un sistema sin necesidad de cableado hacia un panel de control central.

ESPECIFICACIONES

<p>ALOJAMIENTO: Recubrimiento de aluminio fundido, de múltiples enlaces o acero inoxidable 316. Ambos a prueba de explosiones, NEMA 4X, clasificación IP66</p> <p>SENSORES: Gases combustibles: Perla catalítica y/o infrarrojo no dispersante (NDIR) Oxígeno / Gases tóxicos: Difusión electroquímica</p> <p>RANGOS DE MEDICIÓN: Gases combustibles: 0 - 100% de LEL en incrementos de 1% Oxígeno: 0 - 30% de volumen en incrementos de 0,1% Amoníaco: 0 - 200 ppm en incrementos de 1 ppm Monóxido de carbono: 0 - 999 ppm en incrementos de 1 ppm Ácido sulfhídrico: 0 - 500 ppm en incrementos de 1 ppm Dióxido de azufre: 0,2 - 99,9 ppm en incrementos de 0,1 ppm Cianuro de hidrógeno: 0,2 - 30 ppm en incrementos de 0,1 ppm Ácido clorhídrico: 0,2 - 30 ppm en incrementos de 0,1 ppm Fosfina: 0 - 1 ppm en incrementos de 0,01 ppm Dióxido de nitrógeno: 0,2 - 99,9 ppm en incrementos de 0,1 ppm Óxido nítrico: 0 - 999 ppm en incrementos de 1 ppm Cloro: 0,2 - 99,9 ppm en incrementos de 0,1 ppm Dióxido de cloro: 0,02 - 2 ppm en incrementos de 0,01 ppm Hidrógeno: 0 - 999 ppm en incrementos de 1 ppm</p> <p>CORRIENTE DE ENTRADA (máx.): Gases tóxicos / Oxígeno: 150 mA @ 24 VCC (gas sencillo) Gases combustibles (Catalítico): 175 mA @ 24 VCC, pico 0,6 A (gas sencillo) Gases combustibles (Infrarrojo): 150 mA @ 24 VCC, pico 0,6 A (gas sencillo) Catalítico / infrarrojo combinados: 280 mA @ 24 VCC (dos gases)</p>	<p>VOLTAJE DE ENTRADA: Rango de operación 12-28 VCC (típico 24 VCC)</p> <p>PANTALLA: La pantalla LED dividida, de canal doble, (4 dígitos, disposición de 7 segmentos por canal) muestra simultáneamente las lecturas de uno o dos gases.</p> <p>SALIDA DE SEÑAL: 4-20 mA, lineal (analógica) y ModBus RTU (digital) comunicación digital RS485 con sistema de protocolo de software ModBus RTU de 9600 baudios. Sistema de tres o cuatro cables capaz de dar cabida a más de 200 aparatos en una configuración de bus. Selección de direcciones mediante un conmutador DIP a bordo de 8 posiciones.</p> <p>RELÉS DE ALARMA: 3 relés de alarma: Dos relés programables por el usuario, SPST, N.O.; más un relé de fallo, SPST, N.C.</p> <p>CAPACIDAD DE CONTACTO: 5 Amps @ 30 VCC</p> <p>RANGO DE TEMPERATURA: -20° C a +50° C (-4° F a +122° F), generalmente</p> <p>RANGO DE HUMEDAD: 15-90% HR (sin condensación), típica</p> <p>APROBACIONES: (Específicas del sensor) Consulte a la fábrica sobre el estado actual de las homologaciones. CSA: Clase I, Div. 1, 2, Grupos B, C, D; AEx d IIB NRTL/C: Clase I, Div. 1, 2, Grupos B, C, D; AEx d IIB CENELEC (ATEX): EEx d IIB + H2 T5 Australia: Ex d IIB + H2 T6 China: GB 3836.1-Ex d IIC T4; versión LEL GB15322-94 Protección contra incendio</p> <p>ESPECIFICACIONES DE DS2: Por favor, consulte la literatura del producto DS2 iTrans</p>
---	--

REV0998

INDUSTRIAL SCIENTIFIC CORPORATION

1001 Oakdale Road, Oakdale, PA 15071-1500
(412) 788-4353 Teléfono gratuito: 1-800-DETECTS Fax: (412) 788-8353
Industrial Scientific es un Empleador de Igualdad de Oportunidades.

www.indsci.com correo electrónico: info@indsci.com



iTrans™ ofrece una gran variedad de configuraciones de sensores y opciones de relés para una máxima flexibilidad y disponibilidad. Utilice la guía a continuación para seleccionar las opciones que mejor se adapten a sus aplicaciones y necesidades de monitoreo. Industrial Scientific recomienda que se complete un cuestionario de aplicación en un sistema fijo para poder proporcionar una evaluación precisa de los requerimientos de su equipo.

iTrans™ Número de parte básica: 7814635-ABCDEFG

La pantalla LED de lectura doble, la herramienta de calibración magnética y el recipiente para calibración son artículos estándar en todos los monitores iTrans.

Ejemplo de pedido: Un aparato iTrans™ con LEL a bordo (4 • 20 mA, escala 0 • 100) y montaje remoto H₂S (4•20 mA, escala 0 • 500) con relés opcionales deberá tener un número de parte 7814635-1C21241

Número de parte iTrans™ / Matriz de pedido	
A — Configuración del sensor 1	E — Configuración del sensor 2
B — Sensor para gas 1	F — Sensor para gas 2
C — Escala de salida 4-20 mA para el sensor 1	G — Escala de salida 4-20 mA para el sensor 2
D — Relés a bordo opcionales	
A — Configuración del sensor 1	E — Configuración del sensor 2
1 — A prueba de explosiones / a bordo	0 — Sin sensor para gas
2 — A prueba de explosiones / remoto*	1 — A prueba de explosiones / a bordo
3 — Remoto no peligroso / intubado	2 — A prueba de explosiones / remoto*
4 — A prueba de explosiones / a bordo con protección contra salpicaduras	3 — Remoto no peligroso / intubado
5 — A prueba de explosiones / remoto con protección contra salpicaduras*	4 — A prueba de explosiones / a bordo con protección contra salpicaduras
6 — Acero inoxidable 316 XP / a bordo	5 — A prueba de explosiones / remoto con protección contra salpicaduras*
7 — Acero inoxidable 316 XP / remoto*	6 — Acero inoxidable a bordo doble (<i>actualmente no disponible</i>)
B — Sensor para gas 1	7 — Acero inoxidable 316 XP / remoto*
1 — Monóxido de carbono (CO)	F — Sensor para gas 2
2 — Óxido nítrico (NO)	1 — Monóxido de carbono (CO)
3 — Amoníaco (NH ₃)	2 — Óxido nítrico (NO)
4 — Ácido sulfhídrico (H ₂ S)	3 — Amoníaco (NH ₃)
5 — Dióxido de azufre (SO ₂)	4 — Ácido sulfhídrico (H ₂ S)
6 — Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	5 — Dióxido de azufre (SO ₂)
7 — Cloro (Cl ₂)	6 — Dióxido de nitrógeno (NO ₂)
8 — Dióxido de cloro (ClO ₂)	7 — Cloro (Cl ₂)
9 — Cianuro de hidrógeno (HCN)	8 — Dióxido de cloro (ClO ₂)
A — Oxígeno (O ₂)	9 — Cianuro de hidrógeno (HCN)
B — Infrarrojo LEL (<i>calibración de fábrica para metano</i>)	A — Oxígeno (O ₂)
C — Catalítico LEL enchufable (<i>calibración de fábrica para pentano</i>)	B — Infrarrojo LEL (<i>calibración de fábrica para metano</i>)
D — Monóxido de carbono — Cero hidrógeno (CO • H ₂)	C — Catalítico LEL enchufable (<i>calibración de fábrica para pentano</i>)
F — Ácido clorhídrico (HCl)	D — Monóxido de carbono — Cero hidrógeno (CO • H ₂)
G — Infrarrojo LEL para propano	F — Ácido clorhídrico (HCl)
K — Fosfina (PH ₃)	G — Infrarrojo LEL para propano
L — Hidrógeno (H ₂)	K — Fosfina (PH ₃)
C — Escala de salida 4-20 mA para el sensor 1	L — Hidrógeno (H ₂)
0 — 0 • 999	G — Escala de salida 4-20 mA para el sensor 2
1 — 0 • 500	0 — 0 • 999
2 — 0 • 100	1 — 0 • 500
3 — 0 • 50	2 — 0 • 100
4 — 0 • 30	3 — 0 • 50
5 — 0 • 10	4 — 0 • 30
6 — 0 • 2	5 — 0 • 10
7 — 0 • 1	6 — 0 • 2
8 — 0 • 20	7 — 0 • 1
9 — 0 • 200	8 — 0 • 20
D — Relés a bordo opcionales	9 — 0 • 200
0 — Sin módulos de relés	
1 — Con relés a bordo	

*Distancia máxima del sensor remoto = 200m
 Consulte con la fábrica respecto a la disponibilidad, gases adicionales, rangos e información de certificación. Sujeto a cambios sin previo aviso.

www.indsci.com correo electrónico: info@indsci.com

1001 Oakdale Road, Oakdale, PA 15071-1500
 (412) 788-4353 Teléfono gratuito: 1-800-DETECTS Fax: (412) 788-8353

Industrial Scientific es un Empleador de Igualdad de Oportunidades.

**INDUSTRIAL SCIENTIFIC
 CORPORATION**



BIBLIOGRAFIA

1. (2014). Obtenido de www.crecenegocios.com/el-analisis-costo-beneficio/
2. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, A. (Septiembre de 2004). *resúmenes de Salud Pública. Amoníaco*. Recuperado el 03 de mayo de 2014, de www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs126.html
3. Asociación Chilena de Seguridad. Gerencia de Estrategia y Desarrollo, S. d. (Agosto de 2012). *Prevención de Fugas de Amoníaco y Mitigación de sus consecuencias en Sistemas de Refrigeración*. (R. Z. Rojas, Productor) Recuperado el 02 de Junio de 2014, de www.achs.cl/portal/trabajadores/Capacitacion/Centro%20de%20Fichas/Documents/Guia-Prevención-Fugas-de-Amoniaco-2013.pdf
4. ASOEX Asociación de Exportadores de frutas y hortalizas de Chile A.G. (agosto de 2012). *Guía de Uso y manejo en la Refrigeración de Frutas y Hortalizas Frescas: Plan de emergencias*. (E. A. (FDF), Editor) Recuperado el 02 de Junio de 2014, de www.fdf.cl/biblioteca/publicacion/2012/archivos/GUIA_USO_Y_MANEJO_AMONIACO_ago_2012ASOEX.pdf
5. Centers for Disease Control and Prevention, CDC. (s.f.). *NIOSH Guía de Bolsillo sobre riesgos químicos*. Recuperado el 25 de Mayo de 2014, de www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0028.html
6. Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motor Corporation. (2008). *Análisis de Modos y Efectos de fallas Potenciales*. Recuperado el 25 de 09 de 2014, de <http://www.druida.biz/curso.arcor.estadistica/Herramientas/Doc.AMEF.4.2008.pdf>
7. Consejo Colombiano de Seguridad, p. d. (03 de MARZO de 2010). Hoja de Datos de Seguridad. AMONIACO GAS.
8. *El Análisis Costo Beneficio*. (s.f.). Obtenido de www.crecenegocios.com/el-analisis-costo-beneficio/
9. INSHT. (s.f.). www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/g_AQ.pdf. (INSHT, Ed.) Recuperado el 04 de mayo de 2014
10. INSHT. AMFE. (s.f.). *Análisis modal de fallos y efectos. AMFE*. Recuperado el 28 de 09 de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf
11. Instituto Nacional de Higiene en el Trabajo INSHT. (Octubre de 2013). *Guía Técnica Para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relacionados con los Agentes*

Químicos. (INSHT, Ed.) Recuperado el 02 de junio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/g_AQ.pdf

12. Ministerio de Ambiente y Desarrollo de Colombia. (s.f.). *Amoníaco*. Recuperado el 03 de mayo de 2014, de www.minambiente.gov.co/documentos/Guia5.pdf
13. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (s.f.). *NTP 244: Criterios de Valoración en Higiene Industrial*. Recuperado el 22 de Agosto de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_244.pdf
14. MURCOGAS. (s.f.). *Cuántos sensores debe haber, cómo situarlos, etc.* Recuperado el 25 de Mayo de 2014, de www.murcogas.detection.com/faq/
15. Pedro Mateo Floría, A. G. (2006). *Manual para el Técnico en Prevención de Riesgos Laborales* (5ta Edición ed.). Madrid: Fundación CONFEMETAL.
16. *Pesca y Acuicultura.Seminario Virtual*. (s.f.). Recuperado el 18 de junio de 2014, de www.oannes.org.pe/seminario/paolivaresprocesosurimi.html
17. Refrigeración, V. (1992). *El Amoníaco como Refrigerante. Un método demostrado. DANFOSS*.
18. Salvador Alegret, M. D. (2004). *Sensores Electroquímicos*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
19. *Una Guía Práctica para Monitorear gases peligrosos*. (s.f.). Recuperado el 23 de Octubre de 2013, de www.atsintech.com/tablas/ISTBook.pdf
20. Zdankiewicz, E. M. (s.f.). *Cuaderno Profesional N°12. Detección de Gases. Teoría y Práctica*. (A. A. Automático, Ed.) Recuperado el 02 de Junio de 2014, de http://www.aadeca.org/pdf/CP_monografias/Cuaderno_profesional_12.pdf