

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
CAMPUS LOS ÁNGELES  
ESCUELA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA VEGETAL



**RIESGOS HACIA LOS TRABAJADORES POR  
SUSTANCIAS Y RESIDUOS PELIGROSOS EN LA  
PLANTA DE ACEITE RED SOIL DE LA PROVINCIA DEL  
BIOBIO.**

**SEMINARIO DE TITULACIÓN PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
EN PREVENCIÓN DE RIESGOS**

**PROFESOR GUÍA: ADRIÁN SILVA FERNÁNDEZ**

Magister en Gestión Integrada: Medio Ambiente, Riesgos Laborales y  
Responsabilidad Social Empresarial

**DANIEL ANAVALÓN PARADA**

**LOS ÁNGELES - CHILE**

**2018**

**RIESGOS HACIA LOS TRABAJADORES POR  
SUSTANCIAS Y RESIDUOS PELIGROSOS EN LA  
PLANTA DE ACEITE RED SOIL DE LA PROVINCIA DEL  
BIOBIO.**

**Profesor Guía**



---

**Adrián Silva Fernández**  
**Profesor Asistente**  
**Magíster en Gestión Integrada:**  
**Medio Ambiente, Riesgos**  
**Laborales y Responsabilidad**  
**Social en la Industria**

**Jefe de Carrera**

---

**Juan Patricio Sandoval Urrea**  
**Profesor Asistente**  
**Ingeniero de Ejecución Forestal**  
**Magíster en Ergonomía**

**Director de Departamento**

---

**Pablo Novoa Barra**  
**Profesor Asistente**  
**Ingeniero de Ejecución Forestal**  
**Magíster en Ciencias Forestales**  
**Magíster en Ergonomía**

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a mi familia por el apoyo constante que me dio durante todo el periodo Universitario, especialmente a mis madre y padre, ya que siempre confiaron en mí. Gracias por entregarme los valores, la vida, la confianza y seguridad.

Gracias a Dios, porque nunca me dejó solo, siempre estuvo a mi lado acompañándome, en los buenos y malos momentos. Gracias por darme la fortaleza y las ganas para seguir adelante, y nunca rendirme.

Gracias a mis amigos de Parroquia San Esteban de Mulchén, que a pesar de todos los problemas que tuve siempre me apoyaron y estuvieron ahí conmigo. Siempre estuvieron dándome ánimos para lograr mis objetivos. Los quiero mucho hermanos.

Gracias a un gran amigo que me acompañó en estos años de Universidad, Jorge Carrasco, compañero de estudios y de trabajos, siempre ayudándome cuando no entendía algo. Apoyándonos siempre los unos a los otros.

Gracias a mi profesor Guía Adrián Silva Fernández, por ayudarme y resolver todas mis dudas, por ser un apoyo constante. Sin duda un gran profesor, y muy buena persona.

Gracias a todos los profesores de la Universidad que me entregaron los conocimientos necesarios para desempeñarme profesionalmente.

Nunca se rindan, sean constantes y perseverantes, para lograr sus objetivos en la vida, como dijo Henry Ford: Tanto si crees que puedes, como si crees que no puedes, éstas en lo cierto.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
2.1 Tipo de estudio .....	7
2.2 Área de estudio .....	7
2.3 Criterio de inclusión .....	7
2.4 Metodología de trabajo .....	8
2.5 Verificación del cumplimiento legal.....	8
2.6 Identificación de peligros y evaluación de riesgos .....	8
2.7 Análisis de consecuencias.....	9
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
3.1 Ubicación espacial y localidad de la planta.....	12
3.2 Distribución interna de residuos peligrosos y cantidades .....	13
3.3 Número de trabajadores y turnos de trabajo .....	15
3.4 Puntos críticos dentro del establecimiento.....	15
3.5 Cumplimiento Decreto Supremo N° 43: Aprueba Reglamento de Almacenamiento de sustancias peligrosas.....	18
3.6 Cumplimiento Decreto Supremo N° 148. Establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a las que deberán someterse los residuos peligrosos. ....	20
3.7 Eventos peligrosos según Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos (MIPER).....	21
3.8 Análisis de consecuencias utilizando NTP 326: Radiación térmica en incendios de líquidos y gases .....	23
3.9 Límites Inmediatamente peligrosos para la vida y la salud utilizando NTP 292 (IPVS o IDLH).....	25
3.10 NTP 329: Modelos de dispersión de gases y /o vapores en la atmósfera: fuentes puntuales continuas.....	27
3.11 Medidas de reducción del riesgo en el caso de ser necesarias.....	27
4. CONCLUSIONES.....	29
5. REFERENCIAS .....	31
6. ANEXOS .....	35

## ÍNDICE DE TABLAS

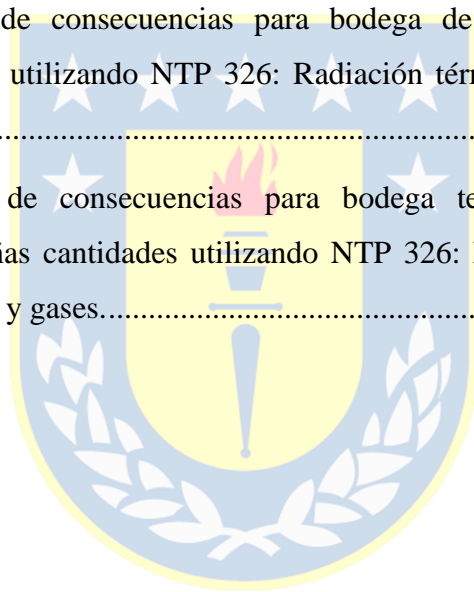
Tabla 1. Evaluación y Clasificación del Riesgo .....	9
Tabla 2. Áreas de la planta de estudio .....	13
Tabla 3. Cantidad de sustancias almacenadas en bodega .....	13
Tabla 4. Puntos críticos más cercanos a los trabajadores .....	17
Tabla 5. Eventos peligrosos identificados en Matriz Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos .....	22
Tabla 6. Radiación térmica recibida en posición vertical y horizontal en caso de incendio en bodega de productos químicos.....	24
Tabla 7. Radiación térmica recibida en posición vertical y horizontal en caso de incendio en bodega.....	24
Tabla 8. Límites de exposición ocupacional o límites inmediatamente peligrosos para la vida y salud humana para las bodegas de sustancias peligrosas .....	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Determinación de la intensidad de irradiación.....	10
Figura 2. Vista aérea de la planta.....	12
Figura 3. Líquido inflamable .....	18
Figura 4. Sustancia corrosiva .....	18
Figura 5. Sustancias peligrosas varias .....	18
Figura 6. Porcentaje de artículos que se aplican en las bodegas .....	19
Figura 7. Cumplimiento normativo D.S. 43 .....	19
Figura 8: Ingreso de la bodega de sustancias peligrosas .....	20
Figura 9. Porcentaje de artículos que se aplican en las bodegas .....	20
Figura 10. Cumplimiento normativo D.S. 148 .....	21
Figura 11. Eventos peligrosos identificados en MIPER.....	22

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato lista verificación D.S N° 43.....	35
Anexo 2. Formato lista de verificación D.S N° 148.....	59
Anexo 3. Elementos para determinación de MIPER: Probabilidad e índice de severidad.....	63
Anexo 4. Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos MIPER.....	64
Anexo 5. Análisis de consecuencias para bodega de almacenamiento de sustancias peligrosas utilizando NTP 326: Radiación térmica en incendios de líquidos y gases.....	71
Anexo 6. Análisis de consecuencias para bodega temporal de residuos peligrosos en pequeñas cantidades utilizando NTP 326: Radiación térmica en incendios de líquidos y gases.....	81



Universidad de Cuzco  
CAMPUS CAYACAY

## **RESUMEN**

Este estudio presenta un análisis de consecuencia para determinar el impacto que puede generar un accidente en las bodegas de residuos y sustancias peligrosas hacia los trabajadores de la empresa Red Soil de la provincia del Biobío. Para el desarrollo de las metodologías del estudio se utilizaron dos etapas: en primera instancia recolección de información escrita y visual a través de vista a terreno, y posteriormente para el análisis de consecuencia se realizó a través de tres pasos: primero una verificación de estándares según el Decreto Supremo N°43 y Decreto Supremo N°148, luego se elaboró una matriz de identificación de peligros y evaluación de Riesgos (MIPER); y por último, se utilizaron modelos de análisis de consecuencias en el caso de que se produjeran accidentes tecnológicos (fugas, incendios y explosiones).

Como resultados relevantes, se pudo establecer el nivel de cumplimiento legal para el D.S N°43 y para el D.S N°148 el cual fue de un 86% y 42% respectivamente para los requisitos estipulados. En el análisis de consecuencia la menor distancia de peligro para los trabajadores fue 50,03 m para la cual la radiación térmica fue de  $0,96 \text{ kW/m}^2$ , lo que significa que no se presenta un peligro para los trabajadores que se encuentren cerca de las instalaciones de la bodega de sustancias peligrosas en caso de incendio. Para finalizar, se determinaron medidas para reducción del riesgo en el caso de ser necesarias como lo fue en realizar verificaciones a las bodegas de almacenamiento una vez por semana.

**Palabras clave:** Análisis de Consecuencia, Bodegas de Almacenamiento, Accidente, Reducción del Riesgo.



## 1. INTRODUCCIÓN.

El desarrollo de las diferentes actividades humanas, genera una serie de residuos de variada naturaleza y en diferentes estados de la materia; algunos de estos residuos, debido a su composición química, física y/o biológica, provocan efectos adversos de diversa magnitud al hombre y al medio ambiente. Tal es el caso de los residuos o desechos peligrosos (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2012). A modo de ejemplo sobre efectos adversos, se registran dos accidentes con resultados desastrosos: durante la década del cuarenta, uno es el vertido de 20.000 toneladas de desechos químicos peligrosos por parte de la Empresa Química Hooker Chemical en Love Canal, Estados Unidos, lo que provocó el incremento de los casos de cáncer en las personas, y el otro, la aparición de 45 defectos en los niños recién nacidos, ocurrencia de abortos espontáneos y problemas en la piel (Rodríguez, 2007); en el año 1954, el vertido de 27 toneladas de mercurio por parte de la Fábrica Química Chisso en Minamata Japón, lo que resultó con el envenenamiento de casi 1.000 personas y 2.500 afectados (Valls, 2005).

Según Suess & Huisman (2009), existen diversas organizaciones internacionales que han mostrado interés en manejo de los residuos peligrosos. La Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en 1985, publican guías sobre políticas y códigos de prácticas, que sientan las bases y principios de la formulación e implementación de las políticas de manejo de residuos peligrosos.

A nivel nacional, el total de residuos peligrosos estimado muestra un incremento en la tasa de generación en el período 2006-2014, pasando de 25 mil toneladas a 436 mil toneladas respectivamente, según estadísticas entregadas según el Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos – SIDREP, Chile 2006-2014. El incremento explosivo de generación

de residuos es un problema para los países en vías de desarrollo, principalmente en las grandes ciudades, donde se encuentra una alta densidad de población urbana con un patrón de consumo creciente y heterogéneo (UN 2001).

Los procesos de producción de la industria conllevan la generación de una serie de residuos, entre ellos, los que por sus características de naturaleza corrosiva, reactiva, explosiva, tóxica y/o biológico-infecciosa se les denomina como “residuos peligrosos”. Las operaciones que generan residuos pueden ocasionar impactos ambientales negativos (Martínez, 2005). Cabe destacar que todos los residuos presentan diferentes tipos de peligros para las personas o el medio ambiente. Por ello es importante poder clasificar las sustancias de acuerdo a los riesgos que presentan éstas, para así poder manipularlas y almacenarlas de la manera más adecuada. (Alfaro, 2007).

Debido a la existencia de peligros, la prevención de riesgo laboral es necesaria y fundamental para minimizar las pérdidas materiales y humanas, la que debe ser socializada e incluida en las políticas públicas (Wamsler, 2007).

En los artículos 3,10 y 11 del Decreto Supremo 148 de 2003 del Ministerio de Salud, Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos, define Residuo Peligroso como residuo o mezcla de residuos que presenta riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto, como consecuencia de presentar toxicidad aguda, crónica, extrínseca, inflamabilidad, reactividad o corrosividad. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2000) dice que de acuerdo a esta definición, prácticamente cualquier sustancia podría llegar a ser considerada como peligrosa; sin embargo, los factores de mayor importancia son el infeccioso y la toxicidad. El riesgo que presentan estos desechos no es únicamente por sus propiedades, sino también debido a la cantidad en que se producen.

También el Decreto Supremo N° 148/03 del Ministerio de Salud, establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reusó, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos peligrosos e incluye las siguientes definiciones de diferentes conceptos, tales como: i) Generador, es el titular de toda instalación o actividad que dé origen a residuos peligrosos, ii) Almacenamiento o acumulación, se refiere a la conservación de residuos en un sitio y por un lapso determinado, iii) Manejo, son todas las operaciones a las que se somete un residuo peligroso luego de su generación, incluyendo, entre otras, su almacenamiento, transporte y eliminación.

Por otra parte, Chile se rige por la regulación de aspectos relacionados con el almacenamiento de sustancias peligrosas, a través del Decreto Supremo N° 43/16 del Ministerio de Salud, el cual “Aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas”. Este reglamento entrega una definición para las sustancias peligrosas o productos peligrosos, son aquellas que puedan significar un riesgo para la salud, la seguridad o el bienestar de los seres humanos y animales, siendo aquellas clasificadas en la Norma Chilena N° 382 Of. 2013 “Clasificación General de las Sustancias Peligrosas” y en las Clases estipuladas en la Norma Chilena 2120 Of. 2004, “Clases de Peligrosidad de las Sustancias Peligrosas”.

La falta de información, la ausencia de un conocimiento preciso de las propiedades intrínsecas de una sustancia, de la exposición derivada de un uso concreto y de su eliminación (requisito previo indispensable para la toma de decisiones relativa a la gestión segura de las sustancias químicas) dificulta en gran medida la prevención de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados del uso de agentes químicos en los puestos de trabajo y explica buena parte de los daños a la salud. (Comisión de las Comunidades Europeas [COM], 2001)

Para evaluar los peligros presentes en las instalaciones de sustancias peligrosas se puede realizar un análisis de consecuencia, el cual según el Decreto Supremo

N° 43/16 del Ministerio de Salud, consiste en una evaluación cuantitativa de variables físicas, tales como radiación térmica, sobrepresión, concentración de contaminantes representativos de diferentes tipos de accidentes y sus posibles efectos sobre las personas, medio ambiente y bienes, con el fin de estimar la naturaleza y magnitud del daño (Seremi de Salud, 2000).

El riesgo de una actividad puede tener dos componentes: la posibilidad o probabilidad de que un resultado negativo ocurra y el tamaño de ese resultado. Por lo tanto, mientras mayor sea la probabilidad y la pérdida potencial, mayor será el riesgo (Hogarth RM., 2010).

El ritmo actual de cambios reduce la estabilidad social e institucional a largo plazo afecta la facultad de predecir el futuro y, por tanto, aumenta la incertidumbre. Ha aumentado también la conciencia sobre el riesgo, y en consecuencia, la intolerancia hacia este (Sjöberg L, Drotz-Sjöberg BM, 2009)

Con lo expuesto anteriormente, se plantea lo siguiente, la gestión de sustancias y residuos peligrosos desde su generación a disposición final, permite u otorga un ambiente sano y seguro para los trabajadores cumpliendo con la legislación vigente.

El objetivo general de este trabajo es identificar la situación actual en relación a la gestión de los residuos y sustancias peligrosas y realizar un análisis de consecuencia, para determinar el impacto que puede generar sobre los trabajadores un accidente en las bodegas de almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos. Objetivos específicos: i) identificar puntos críticos en el establecimiento, y describir el más cercano a los trabajadores, ii) Verificar el cumplimiento legal bajo los criterios del Decreto Supremo N° 43 Reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas y Decreto Supremo 148 Manejo de residuos peligrosos, iii) Identificar peligros provenientes de sustancias y residuos peligrosos, para evaluar sus riesgos, a través de Matriz de Identificación de peligros y evaluación de riesgos (MIPER), iv) Determinar las

condiciones de radiación térmica en el caso de un accidente mecánico, v)  
Proponer medidas de reducción de riesgos en la bodega de almacenamiento de  
sustancias y residuos peligrosas en el caso de ser necesarias.



Universidad de Concepción  
CAMPUS CHILIVÁN

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **2.1 Tipo de estudio**

La siguiente investigación corresponde a un estudio de diseño no experimental, de corte transversal, descriptivo y de campo.

### **2.2 Área de estudio**

La recopilación de información de este estudio se realizó en una planta generadora de aceite a base de raps, en la cual debido a sus procesos se utilizan sustancias peligrosas y además se generan residuos peligrosos, está se encuentra ubicada en la provincia del Biobío, Región del Biobío, Chile.

El estudio que se realizó se enfoca en la sección del galpón de la empresa, debido a que ahí es donde se desarrollan todos los procesos, cabe destacar que esta área dispone de:

- Una bodega para almacenar sustancias peligrosas.
- Una bodega para residuos peligrosos.
- Planta de molienda.

### **2.3 Criterio de inclusión**

De acuerdo a un análisis por parte de la empresa se obtuvo que los puntos críticos en riesgos hacia los trabajadores son: Laboratorio, Central de Alimentación, Tablero Eléctrico y Bodegas de materiales peligrosos. En este trabajo solo se considerará fundamentalmente el análisis de las bodegas del establecimiento, dado la presencia de sustancias que poseen un grado de peligrosidad para los trabajadores, según lo establecido por los Decretos Supremos N° 148 y N° 43, además se señalan aquellas sustancias peligrosas a las cuales se les puede realizar un análisis de consecuencia.

## **2.4 Metodología de trabajo**

El primer paso fue desarrollar una inspección visual del establecimiento, además esto se complementó con la obtención de información a través de visitas en terreno acordadas con el Jefe de planta y el profesional encargado de la prevención de riesgos laborales de la empresa en estudio. La información que se desea recabar en esta visita es la distribución interna de los residuos peligrosos, procedimientos de emergencias, identificar sustancias peligrosas usadas para sus procesos y analizar las características que presentan las bodegas. Toda esta información fue recabada de forma visual y a través de documentos escritos facilitados por la empresa.

En la segunda etapa, se da desarrollo al análisis de consecuencia, a través de los siguientes instrumentos:

- Verificación del cumplimiento legal
- Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos (MIPER),
- Modelos de Análisis de Consecuencias.

A continuación se explican los instrumentos señalados anteriormente:

### **2.5 Verificación del cumplimiento legal.**

Para la verificación de los estándares según la normativa legal vigente en Chile, se aplicarán dos listas de verificación, las cuales serán elaboradas en base de las exigencias establecidas por los Decretos Supremos N° 148 y N° 43 respectivamente. Se realiza con el fin de identificar si las bodegas del establecimiento cumplen con la legislación vigente en Chile.

### **2.6 Identificación de peligros y evaluación de riesgos**

En la etapa de Identificación de los peligros y evaluación de riesgos se realizara a través de la Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos (MIPER), por medio de dos criterios: Probabilidad de que ocurra el(los) incidente(s) asociado(s) (P), y la severidad de las consecuencias (S).

Se calcula a través de la fórmula:

$$\text{SEGURIDAD} = \text{Probabilidad (P)} \times \text{Severidad (S)}$$

Para la estimación de la probabilidad de que ocurra el(los) incidente(s) asociado(s) (P), y la severidad de las consecuencias (S) se utilizaron tablas de expresión intuitiva, para obtener el nivel de riesgo (Tabla 1).

Tabla 1. Evaluación y Clasificación del Riesgo

<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">                     Severidad →                      ↓ Probabilidad                 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <div style="width: 30%; text-align: center;"><b>LIGERAMENTE DAÑINO (4)</b></div> <div style="width: 30%; text-align: center;"><b>DAÑINO (6)</b></div> <div style="width: 30%; text-align: center;"><b>EXTREMADAMENTE DAÑINO (8)</b></div> </div> </div>			
<b>BAJA (3)</b>	12 a 20 Riesgo Bajo	12 a 20 Riesgo Bajo	24 a 36 Riesgo Moderado
<b>MEDIA (5)</b>	12 a 20 Riesgo Bajo	24 a 36 Riesgo Moderado	40 a 54 Riesgo Importante
<b>ALTA (9)</b>	24 a 36 Riesgo Moderado	40 a 54 Riesgo Importante	60 a 72 Riesgo Crítico

## 2.7 Análisis de consecuencias

Luego de identificar y evaluar los riesgos que se pueden presentar en la bodega de almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos, se procede a realizar un análisis de consecuencias, para obtener estimaciones de la magnitud y naturaleza del daño, en caso de un accidente. Respecto a lo anterior, se utilizaron las metodologías señaladas en el Decreto Supremo N° 78 (cuerpo legal previo a la entrada en vigencia DS 43/16 MINSAL), ya que los modelos que estipula el Decreto Supremos N°43 aún no se han publicado.

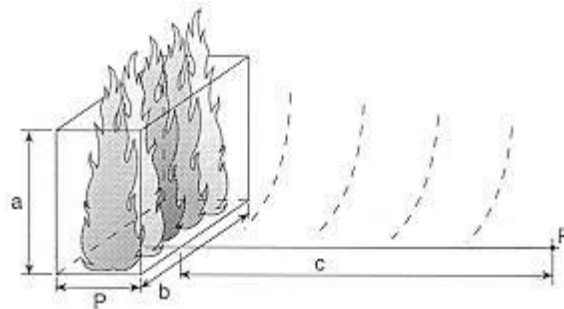
La metodología según el Decreto Supremo N°78, especifica que los análisis de consecuencias deben basarse en las Normas Técnicas de Prevención (NTP) del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España.



Las NTP propuestas a utilizar son:

**NTP 326: Radiación térmica en incendios de líquidos y gases.**

El contenido de este documento trata sobre la irradiación térmica de incendios estacionarios, a través de una metodología que se basó en un incendio de base rectangular situada sobre el nivel del suelo (Figura 1).



**Figura 1.** Determinación de la intensidad de irradiación.

Siendo:

a = Altura de la llama, p = Ancho de la bodega, b = Largo de la bodega, P = Distancia a la cual se desea determinar la cantidad de irradiación.

La determinación de la intensidad de irradiación por unidad de superficie que se recibe en un punto P situado a una distancia c del incendio, puede estimarse mediante la ecuación:

$$q=d \times F \times E$$

Siendo:

q = Intensidad de irradiación a una distancia determinada (kW/m<sup>2</sup>), d = Coeficiente de transmisión atmosférica (adimensional), F = Factor geométrico de visión, de vista o de forma (adimensional), E = Intensidad media de radiación de la llama kW/m<sup>2</sup>).

**NTP 292: Concentración "inmediatamente peligrosa para la vida o la salud".**

Esta norma técnica establece el límite Inmediatamente Peligroso para la Vida y Salud humana (IPVS), el cual representa la concentración máxima expresada en

ppm o en mg/m<sup>3</sup> a la cual, en caso de fallo o inexistencia de equipo respiratorio, se podría escapar en un plazo de 30 minutos sin experimentar síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud.

Los límites que se presentan en la NTP 292 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, están dados por la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). No todas las sustancias están incorporadas en este listado, es por esto que se utilizaron otras fuentes que establecen los límites de exposición ocupacional a agentes contaminantes, estas instituciones son la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y los Límites permisibles (LPP, LPT o LPA), que se mencionan en el Decreto Supremo 594 del Ministerio de Salud.

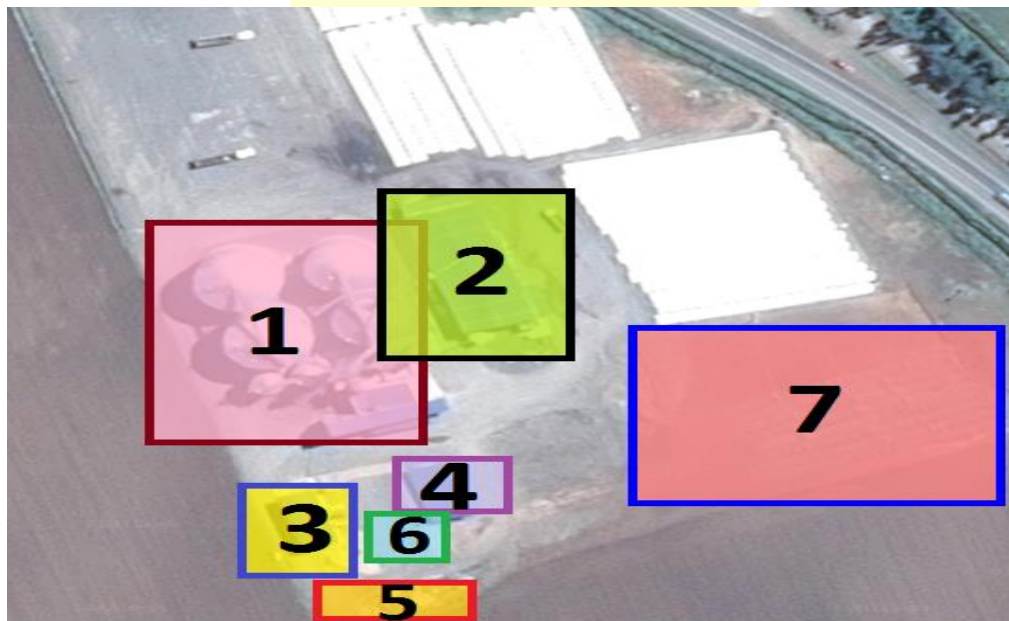


UNIVERSIDAD DEL CUSCO  
CAMPUS CUSCO

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

#### 3.1 Ubicación espacial y localidad de la planta.

El emplazamiento que se muestra en la Figura 2 se encuentra ubicado específicamente a un costado de la ruta 180, a 3 km del pueblo de Coihue, Región del Biobío. La principal justificación para el emplazamiento de la planta es el rápido y expedito acceso a la carretera.



**Figura 2.** Vista aérea de la planta.

De acuerdo a la información obtenida en cuanto a la ubicación de la planta, este se encuentra en un lugar óptimo para su desarrollo y se considera un eslabón fundamental, ya que mejora el nivel económico de la comunidad aledaña.

A continuación, se detalla en la Tabla 2, la localización y nombre específico de cada área señalada en la figura anterior.

**Tabla 2.** Áreas de la planta de estudio.

N°	Área
1	Silos (Almacén de granos)
2	Planta de aceite
3	Oficinas
4	Patio de leña
5	Portería
6	Bodega de almacenamiento de sustancias peligrosas
7	Patio de margas (Suelo sedimentado)

Dentro de las áreas de la planta se aprecia que las bodegas se encuentran en el centro. Y en caso de accidente puede afectar a gran parte de los trabajadores.

### **3.2 Distribución interna de residuos peligrosos y cantidades**

A continuación en la Tabla 3 se muestran las cantidades de sustancias almacenadas en bodega.

**Tabla 3.** Cantidad de sustancias almacenadas en bodega.

Área	Sustancia	Clasificación de peligrosidad según NCh382, NCh2120	Unidades	Medida de una unidad	Cantidad total
Bodega de almacenamiento	Fenoltaleína	Líquido inflamable,	2	1 L	1.800 ml

de sustancias peligrosas		clase 3			
	Éter de petróleo	Líquido inflamable, clase 3	2	1 L	2 L
	Hexano	Líquido inflamable, clase 3	13	4 L	52 L
			1	1 L	300 ml
				52.300 ml	
	Alcohol Etilico	Líquido inflamable, clase 3	8	1 L	7.900 ml
Bodega de residuos peligrosos	Ácido Acético	Corrosivo , clase 8	2	2.5 L	3.100 ml
	Hidróxido de Sodio	Corrosivo , clase 8	1	1 L	1 L
	Cloroformo	-	2	1 L	1900 ml
	Yodo	Corrosivo , clase 8	3	1 L	2.800 ml
	Tisulfato de Sodio Pentahidratado	-	1	1 L	1 L
	Yoduro de Potasio	-	1	250 gr	20 gr aprox

En la tabla 3, de acuerdo a lo estipulado en la Norma Chilena Oficial 382 Of.2004 indica los números de la clase o división de peligrosidad de las sustancias contempladas en este estudio. Basta la presencia de una de las características presentadas, para que la sustancia o residuo se considere como peligroso, según D.S. N°148.

### **3.3 Número de trabajadores y turnos de trabajo**

La empresa cuenta con un turno de trabajo en la planta, en los cuales 3 operadores por turno tienen acceso a las bodegas de sustancias y residuos peligrosos, quienes están autorizados por la empresa para hacer ingreso a ella en todo momento. En total hay 30 trabajadores en la empresa.

### **3.4 Puntos críticos dentro del establecimiento**

De acuerdo al análisis se obtuvo que los lugares críticos dentro del establecimiento son:

- Laboratorio
- Central de alimentación
- Tablero general eléctrico
- Bodegas (bodega de sustancias peligrosas, bodega de residuos peligrosos)

#### **Laboratorio:**

Lugar crítico debido al tipo de sustancias químicas altamente inflamables como la Fenolftaleína, debido a que su punto de inflamación es a 23°C.

#### **Medidas preventivas:**

- Cuenta con 1 extintor de PQS más una red húmeda cercana ubicada en el ingreso.
- Capacitación de los funcionarios sobre manejo de equipos de extinción de incendios.

- Mantenimiento preventivo de los equipos por personal externo certificado.

### **Central de alimentación.**

Zona crítica ya que existen instalaciones de gas. Una fuga de este podría generar una emergencia.

#### **Medidas preventivas:**

- Cuenta con sistema de extinción de incendio, 2 extintores de PQS y 1 red húmeda ubicada dentro del lugar.
- Capacitaciones sobre el uso de extintor y prevención de riesgos en central de alimentación.
- Una vez al año se realiza una mantención industrial a cocinas por empresas externas certificadas.
- Cuenta con una puerta trasera de vía de escape alternativo.

#### **Tablero general eléctrico:**

La electricidad es un riesgo latente ya que se manifiesta en forma de fuego.

#### **Medidas preventivas:**

- Cuenta con extintor de CO<sub>2</sub> y una red húmeda cercana del lugar.
- Cuenta con entrada y salida independiente.
- Se realiza mantención preventiva una vez al año.

#### **Bodegas (bodega de sustancias peligrosas, bodega de residuos peligrosos):**

En el lugar se encuentra mucho material peligroso, inflamable, corrosivo, entre otros. Esto lo hace un lugar más crítico dentro de la empresa.

### Medidas preventivas:

- Se realiza simulacro de incendios en el lugar.
- Capacitación del personal en prevención de incendios, manejo de extintor y red húmeda.
- Se realizan inspecciones planeadas en el lugar una vez al año.

Para los puntos críticos anteriores las distancias hacia los trabajadores se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Puntos críticos más cercanos a los trabajadores

Áreas cercanas a los trabajadores	Distancia (m)
Laboratorio	53,07
Central de alimentación	57,29
Tablero general eléctrico	65,34
Bodegas (bodega de sustancias peligrosas, bodega de residuos peligrosos)	50,03

Debido a que las bodegas son fuentes de mayor peligro y son las instalaciones críticas más cercanas a los trabajadores, se toma la decisión de evaluarlas.

A continuación en las Figuras 3 a 5 se muestran los distintivos que aplican a las sustancias peligrosas identificadas en este estudio, según lo establecido en la Norma Chilena NCh2190:

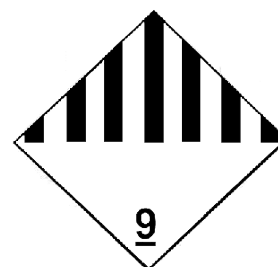




**Figura 3.**  
Líquido  
inflamable



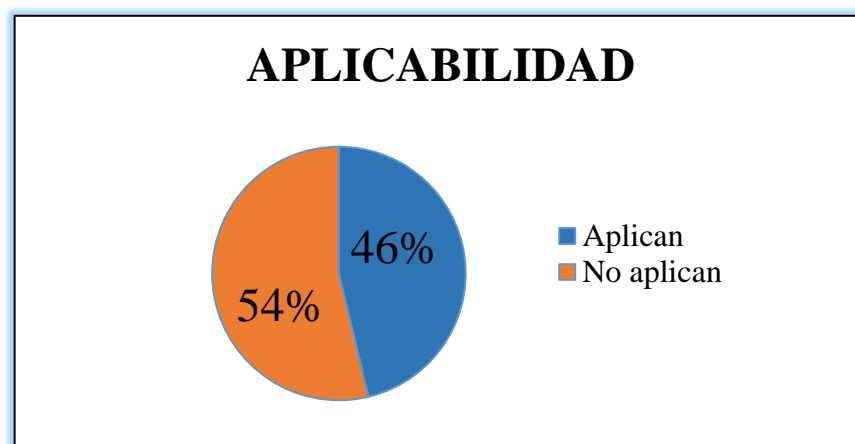
**Figura 4.**  
Sustancia  
corrosiva



**Figura 5.**  
Sustancias  
peligrosas  
varias

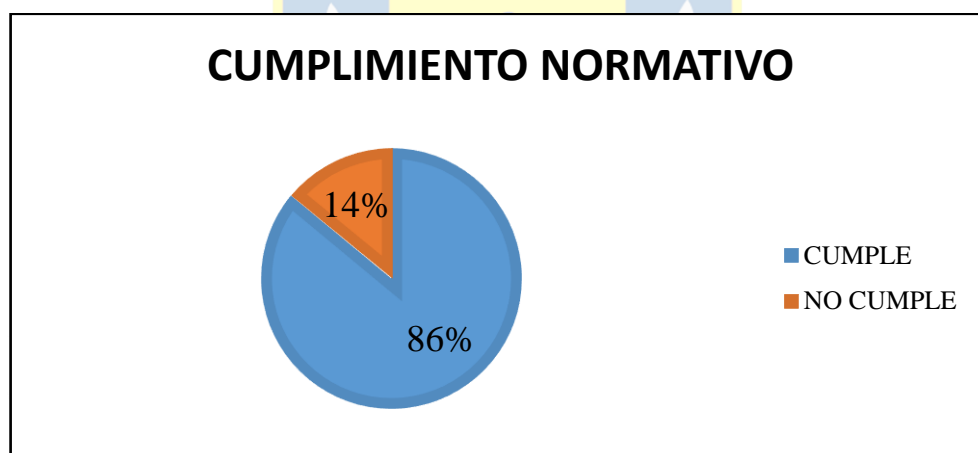
### **3.5 Cumplimiento Decreto Supremo N° 43: Aprueba Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas.**

A continuación, se observan las figuras que evidencian los resultados de aplicabilidad y cumplimiento del Decreto Supremo N° 43, según los artículos considerados relevantes para este estudio (Anexo 1). Según los datos obtenidos, el motivo por el cual “aplican” se debe a que, la empresa en sus bodegas cuenta con alguna característica, presente en los artículos establecidos en el D.S. 43, por otro lado “no aplican” algunos artículos, como son los del título IV del mismo decreto “Almacenamiento de gases envasados”, debido a que la empresa no cuenta con sustancias o residuos en estado gaseoso (Figura 6).



**Figura 6.** Porcentaje de artículos que se aplican en las bodegas.

A continuación en la Figura 7 se presenta la gráfica correspondiente al cumplimiento normativo vigente en Chile del D.S. 43:



**Figura 7.** Cumplimiento normativo D.S. 43.

De los 37 artículos aplicables del D.S. 43 determinados, existe un 86% de cumplimiento de los normativos. En el 14% de incumplimiento se destaca el artículo N°18 el cual especifica que debe estar “Señalado mediante letreros que indiquen no fumar, en el acceso principal de la instalación y, al interior de la misma, en lugares fácilmente visibles”.

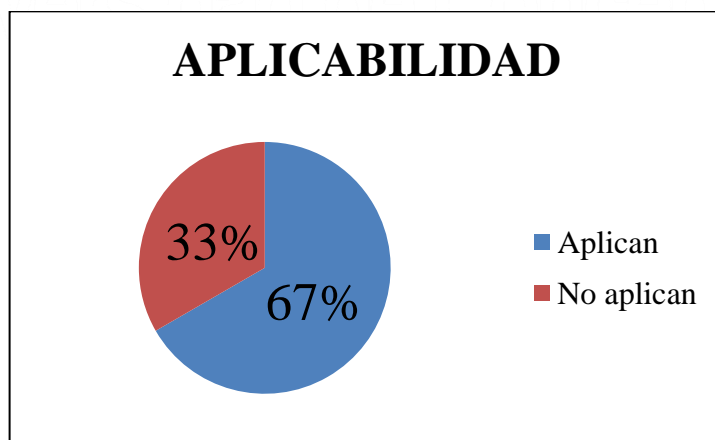
A continuación en la Figura 8 se presenta el incumplimiento del artículo N°18.



**Figura 8:** Ingreso de la bodega de sustancias peligrosas.

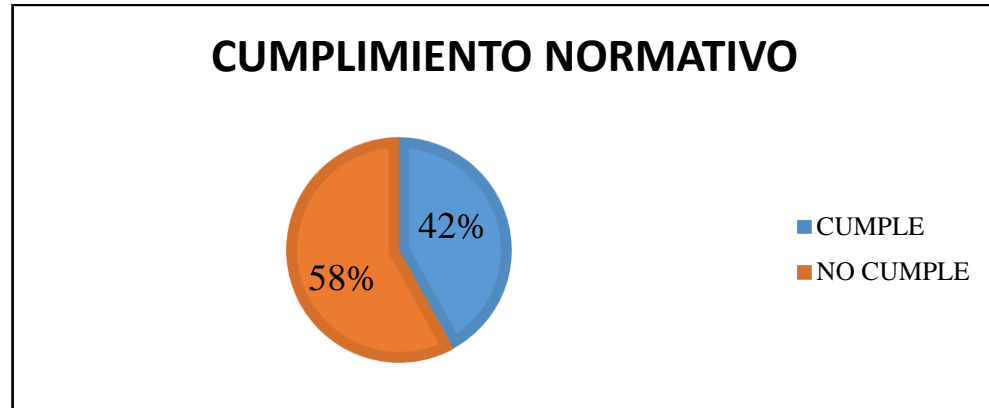
### **3.6 Cumplimiento Decreto Supremo N° 148. Establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a las que deberán someterse los residuos peligrosos.**

A continuación, se observan las figuras que evidencian los resultados de aplicabilidad y cumplimiento del Decreto Supremo N° 148, según los artículos considerados relevantes para este estudio (Anexo 2). Según los datos obtenidos, del total de 18 artículos evaluados, un 67% “Aplican” y un 33% “No aplican” en la determinación del alcance de evaluación (Figura 9).



**Figura 9.** Porcentaje de artículos que se aplican en las bodegas.

A continuación en la Figura 10 se presenta el gráfico de cumplimiento normativo del D.S. 148:

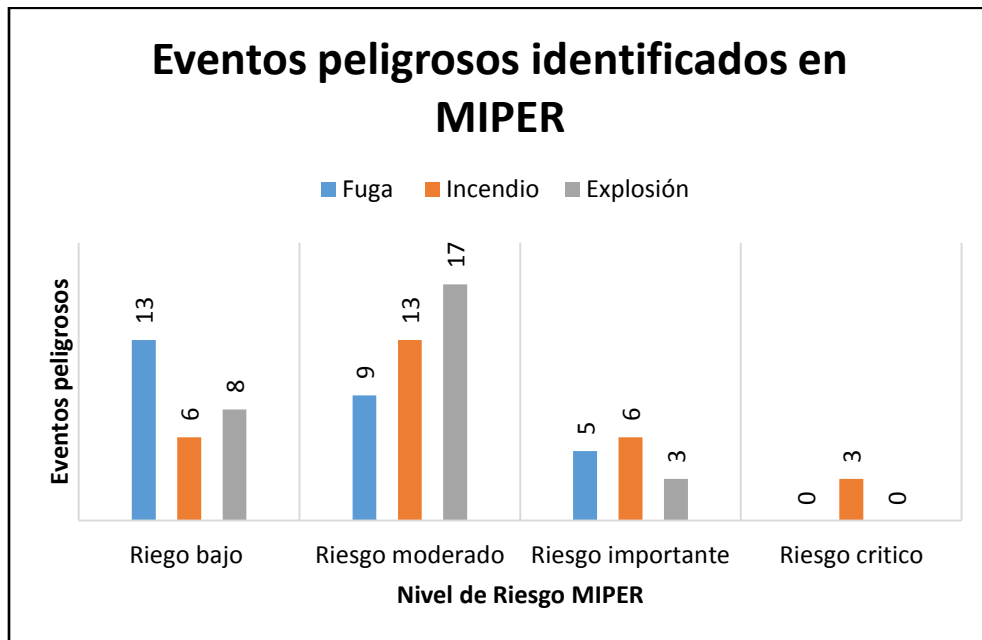


**Figura 10.** Cumplimiento normativo D.S. 148.

De los 12 artículos aplicables del D.S. 148 determinados, existe un 42% de cumplimiento de los normativos. En el 58% del incumplimiento se debe a que los artículos del título IV, “del almacenamiento”, no se cumple ninguno, destacando el artículo N° 31, el cual dice que: “No podrá exceder los 6 meses” el almacenamiento de residuos peligrosos, manteniendo por periodos superiores a lo establecido.

### **3.7 Eventos peligrosos según Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos (MIPER).**

Los eventos peligrosos identificados en las bodegas de residuos y sustancias peligrosas, según las situaciones específicas del momento, fueron: fugas, incendios y explosiones. Estos eventos, fueron clasificados según el factor de importancia relativa, los que corresponden Riesgo bajo, moderado, importante y crítico (Figura 11) según la matriz del Anexo 3.



**Figura 11.** Eventos peligrosos identificados en MIPER.

A partir de los resultados que se obtuvieron de la aplicación de la Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, se consideraron para el Análisis de Consecuencia solo aquellos eventos peligrosos que se pueden generar dentro de las bodegas de acuerdo a las actividades que se realizan en ella (Tabla 5) y se determinó las sustancias y residuos peligrosos con una mayor clasificación de peligrosidad según la Norma Chilena 1411/Of 2001.

**Tabla 5.** Eventos peligrosos identificados en Matriz Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.

Para el área de almacenamiento					
Bodega	Sustancias	Peligro	Situación	Evento peligroso	Nivel del riesgo
Bodega de almacenamiento de sustancias peligrosas	Alcohol Etfílico.	Manipulación de las sustancias dentro de la	Volcamiento de contenedores por incorrecta	Incendio	72

		bodega.	manipulación o por sobrepeso de los mismos al momento de manipularlos.		
Bodega de residuos peligrosos	Ácido Acético Cloroformo	Manipulación de las sustancias dentro de la bodega.	Volcamiento de contenedores por incorrecta manipulación o por sobrepeso de los mismos al momento de manipularlos	Incendio	72
		Almacenamiento.	Mantener abiertos o mal cerrados los envases.	Incendio	72

### 3.8 Análisis de consecuencias utilizando NTP 326: Radiación térmica en incendios de líquidos y gases en:

#### 3.8.1 Bodega de almacenamiento de sustancias peligrosas.

Para la realización el análisis, se utilizó la sustancia Alcohol etílico, ya que presenta la mayor clasificación de peligrosidad dentro de las sustancias

almacenadas en la bodega de sustancias peligrosas, siendo ésta de clasificación 3, según Norma Chilena 1411/Of 2001.

La determinación de radiación térmica en el caso de un incendio en la bodega de sustancias peligrosas, se realizó para las estaciones de invierno y verano para posiciones vertical y horizontal, obteniéndose (Anexo 4):

**Tabla 6.** Radiación térmica recibida en posición vertical y horizontal en caso de incendio en bodega de productos químicos.

Estación	Irradiación recibida en posición vertical	Irradiación recibida en posición horizontal
Invierno	0,96 KW/m <sup>2</sup>	0,15 KW/m <sup>2</sup>
Verano	0,93 KW/m <sup>2</sup>	0,14 KW/m <sup>2</sup>

### 3.8.2 Bodega temporal de residuos peligrosos.

Para el análisis de consecuencias realizado en la bodega temporal de residuos peligrosos, se utilizó la sustancia con mayor peligrosidad, la cual corresponde al cloroformo, con una clasificación de peligrosidad de 3, según Norma Chilena 1411/Of 2001.

La determinación de radiación térmica, en el caso de un incendio en la bodega temporal de residuos peligrosos, se realizó para las estaciones de invierno y verano para posiciones vertical y horizontal, obteniéndose (Anexo 5):

**Tabla 7.** Radiación térmica recibida en posición vertical y horizontal en caso de incendio en bodega.

Estación	Irradiación recibida en posición vertical	Irradiación recibida en posición horizontal
----------	---	---

Invierno	0,005 KW/m <sup>2</sup>	0,0005 KW/m <sup>2</sup>
Verano	0,0004 KW/m <sup>2</sup>	0,0004 KW/m <sup>2</sup>

Según los resultados obtenidos en las tablas 6 y 7, para las estaciones de invierno y de verano, las cantidades de radiación térmica recibida a una distancia de 50,03 m donde se encuentran los trabajadores más cercanos a las bodegas, no los afectaría, ya que la cantidad de radiación térmica recibida en ese punto no supera el límite soportable por las personas el cual es de 4 a 5 KW/m<sup>2</sup>, debiendo tenerse en cuenta que la radiación recibida del sol en un día de verano es aproximadamente de 1KW/m<sup>2</sup>. Además, no supera la máxima radiación tolerable en el caso de una exposición breve de los trabajadores, la que corresponde a 6,5 KW/m<sup>2</sup> durante 20 segundos sin presentar quemaduras. Estos límites de radiación, están especificados en la NTP 326.

De acuerdo a lo establecido en el Decreto Supremo N°43, en caso de un accidente, no debe superarse el valor de 5 KW/m<sup>2</sup> de radiación térmica con tiempo máximo de exposición de 3 minutos. De acuerdo a lo anterior, se determinó que no se sobrepasa este límite.

### **3.9 Límites Inmediatamente peligrosos para la vida y la salud utilizando NTP 292 (IPVS o IDLH).**

Los límites de exposición a las sustancias almacenadas están expresados en la tabla 8:

**Tabla 8. Límites de exposición ocupacional o límites inmediatamente peligrosos para la vida y salud humana para las bodegas de sustancias peligrosas.**

<b>Área</b>	<b>Sustancia</b>	<b>Límite inmediatamente peligroso para la vida y salud humana (IDLH) o</b>



		<b>Límite de exposición ocupacional</b>
Bodega de almacenamiento de sustancias peligrosas	Fenoltaleína	1.000 ppm (IPVS)
	Éter de petróleo	-
	Hexano	500 ppm (IPVS)
	Alcohol Etílico	1.000 ppm (IPVS)
Bodega de residuos peligrosos	Ácido Acético	10 ppm (IPVS)
	Hidróxido de Sodio	NO ESTABLECIDO
	Cloroformo	de 0,03 ppm a 150 ppm (IPVS)
	Yodo	0,1 ppm (IPVS)
	Tisulfato de Sodio Pentahidratado	-
	Yoduro de Potasio	NO ESTABLECIDO

Respecto a los Límites Inmediatamente peligrosos para la vida y la salud (IPVS o IDLH) se pudo observar que es difícil que se alcancen estas concentraciones debido a que las sustancias almacenadas en las bodegas se encuentran en pequeñas cantidades.

Al comparar estos resultados con los de Rivera, 2017 se pudo observar que los valores de esta investigación son mucho más bajos, debido a que esta empresa no cuenta con sustancias en forma de gases almacenadas en sus dependencias.

También se destaca que los rubros son totalmente diferentes, presentando mayor riesgo y cantidad de sustancias almacenadas, el rubro forestal correspondiente a la investigación de Rivera 2017.

### **3.10 NTP 329: Modelos de dispersión de gases y /o vapores en la atmósfera: fuentes puntuales continuas.**

Este análisis no fue necesario realizarse debido a que la empresa no cuenta con residuos almacenados en forma de gas, además todas las sustancias descritas anteriormente poseen una volatilidad muy baja.

### **3.11 Medidas de reducción del riesgo en el caso de ser necesarias.**

En cuanto al incumplimiento del D.S N°43, se recomienda:

- Prestar servicio de capacitación previo al inicio del trabajo, cuando presten servicio por primera vez en la instalación.
- Señalar mediante letreros en el acceso principal de la instalación o al interior de la misma que está prohibido fumar.
- Se debe modificar el diseño y materiales de las bodegas como: la estantería debe ser de material no absorbente, liso y lavable, sustancias incompatibles deben estar separadas por una distancia de 2,4 m, entre otros.
- Se debe implementar una abertura para el sistema de ventilación.

En cuanto al incumplimiento del D.S N°148, se recomienda:

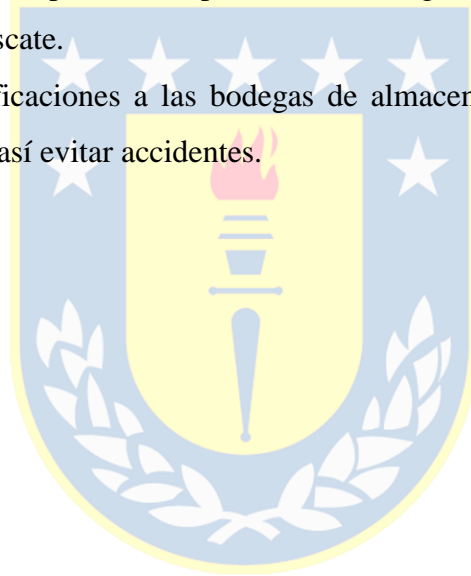
- El almacenamiento de los residuos no debe exceder los plazos establecidos por el decreto (6 meses).
- Rotular claramente los contenedores con la respectiva clasificación de peligrosidad, según la norma Chilena NCh2190.
- No reutilizar contenedores cuando se trate de residuos incompatibles.

En cuanto a los resultados obtenidos en los análisis de consecuencias, se determinó que la situación que generaría más riesgo para los trabajadores y que sin embargo no supera los límites inmediatamente peligrosos para la vida y salud humana, fue la situación de incendio en la bodega de almacenamiento de sustancias peligrosas, en la cual se encuentra la sustancia alcohol etílico, ya que

presenta la mayor clasificación de peligrosidad dentro de las sustancias almacenadas en la bodega de sustancias peligrosas, siendo ésta de clasificación 3, según Norma Chilena 1411/Of 2001.

Aun así, se deben tomar en cuenta algunas medidas o recomendaciones en el almacenamiento de las sustancias:

- Capacitar al personal en caso de incendios, en cuanto a protección respiratoria, tiempo de escape, zonas de seguridad, vías de escape, equipos de rescate.
- Realizar verificaciones a las bodegas de almacenamiento una vez por semana, para así evitar accidentes.



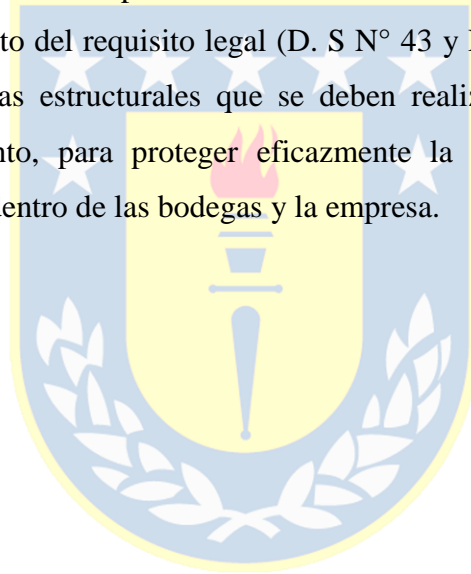
Universidad de Concepción  
CAMPUS CHINÁN

#### 4. CONCLUSIONES.

Las conclusiones son las siguientes:

- Debido a que las bodegas se encuentran en el centro de la empresa y son las más cercanas a los trabajadores, resulto o fue posible que pudiese afectar a todos los trabajadores.
- El emplazamiento de la planta está en un lugar óptimo, ya que en caso de un accidente tecnológico, no afectaría a la comunidad aledaña.
- En cuanto al cumplimiento de los requisitos legales, derivados del Decreto Supremo 43, se evidenció un bajo nivel de cumplimiento (86%) con muchas observaciones a mejorar.
- Sobre el cumplimiento de los requisitos legales, derivados del Decreto Supremo 148, se evidenció un bajo nivel de cumplimiento (42 %) con muchas observaciones a mejorar.
- En la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, a través de la metodología FIRSSO, los principales eventos peligrosos que pueden acontecer son incendios derivados de la reacción de sustancias inflamables.
- Respecto a fugas y explosiones en la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, se determinó que la probabilidad de que ocurra el(los) incidente(s) asociado(s), y la severidad de las consecuencias eran bajo, por lo tanto, no presentaban riesgo importante para la empresa.
- No existía presencia de gases inflamables en las bodegas de almacenamiento, por lo tanto no se utiliza la NTP 329: Modelos de dispersión de gases y /o vapores en la atmósfera: fuentes puntuales continuas.
- En cuanto a la cantidad de radiación térmica emitida en el caso de un incendio en las bodegas de sustancias peligrosas, residuos peligrosos, éstas no afectarían a los trabajadores cercanos a las inmediaciones de la bodega de almacenamiento de sustancias peligrosas.

- Respecto a los Límites Inmediatamente peligrosos para la vida y la salud (IPVS) se pudo observar que son concentraciones que es difícil de alcanzar, debido a que en las bodegas se encuentran sustancias almacenadas en pequeñas cantidades
- Las medidas propuestas, en cuanto a la reducción del riesgo en el caso de ser necesarias, corresponden principalmente a modificaciones de zonas de seguridad, capacitaciones al personal y utilización correcta de equipo de protección personal. En el caso de incendio y en cuanto al incumplimiento del requisito legal (D. S N° 43 y D.S N°148), consistió en las medidas estructurales que se deben realizar a las bodegas de almacenamiento, para proteger eficazmente la vida y salud de los trabajadores dentro de las bodegas y la empresa.



Universidad de Cuzco  
CAMPUS CUSCO

## 5. REFERENCIAS

1. Alfaro, A. (2007). Instructivo de Manejo de Desechos Residuos Químicos. Universidad de Costa Rica. Recuperado de <http://www.vra.ucr.ac.cr/sites/default/files/adjuntos/Manejo%20de%20desechos%20residuos%20qu%C3%ADmicos.pdf>
2. Art. 3, 10 y 11, D.S. 148 de 2003 del Ministerio de Salud. Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos.
3. Budějovická, G. (2008). Energía Interna. Calor y Temperatura. Recuperado el 13 de octubre de: [https://pegm1254.files.wordpress.com/2015/04/tabla\\_de\\_calores\\_y\\_temperat.pdf](https://pegm1254.files.wordpress.com/2015/04/tabla_de_calores_y_temperat.pdf).
4. Comisión de las Comunidades Europeas. Libro Blanco. Estrategia para la futura política en materia de sustancias y preparados químicos. COM(2001) 88 final. Bruselas; 2001. Disponible en: <http://europa.eu.int/comm/environment/chemicals/whitepaper>.
5. Decreto Supremo N° 43. Aprueba Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas. Art. N° 1. Diario Oficial de la República de Chile. 29 marzo 2016.
6. Decreto Supremo N° 148/03 del Ministerio de Salud. Este Reglamento establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reuso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos peligrosos
7. Estadísticas de residuos peligrosos a nivel nacional desde los años 2006 al 2014. MINSAL, 2016. [www.minsal.cl/residuos-peligrosos/](http://www.minsal.cl/residuos-peligrosos/)
8. Gobierno de Chile. Seremi de Salud (2000). Manual de Almacenamiento Seguro de Sustancias Peligrosas. Recuperado de:

[http://www.normativaconstruccion.cl/documentos\\_sitio/Manual de almacenamiento\\_de\\_sustancias\\_peligrosas.pdf](http://www.normativaconstruccion.cl/documentos_sitio/Manual_de_almacenamiento_de_sustancias_peligrosas.pdf).

9. Hogarth RM. Los seguros y la seguridad después del 11 de Septiembre: ¿Acaso el mundo se ha vuelto un lugar más "riesgoso"?. Sitio Web para el desarrollo de las Ciencias Sociales en el Perú. Lima: Cholonautas; 2006 [citado mayo 2010]. Disponible en: <http://www.cholonautas.edu.pe/modulo/upload/Segur.pdf>

10. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2012). Informe Nacional Generación y Manejo de Residuos o Desechos Peligrosos En Colombia. Recuperado de: <http://www.andi.com.co/Archivos/file/Vicepresidencia%20Desarrollo%20Sostenible/2013/InformeNacionalresiduospeligrosos2011.pdf>

11. Martínez, Javier (2005), "Guía para la gestión integral de residuos peligrosos", Centro Coordinador del Convenio de Basilea en América Latina y el Caribe, tomo 1, Montevideo, Uruguay, pg. 12, en consultado el 2 de septiembre de 2015.

12. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial de la república de Colombia, Alcaldía mayor de Bogotá, Departamento técnico administrativo del medio ambiente barranquilla y departamento administrativo de gestión del medio ambiente (2006). Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados: Convenio de cooperación científica, tecnológica y financiera para el diseño de las estrategias y lineamientos teóricos requeridos para la gestión ambientalmente adecuada de los aceites usados de origen automotor e industrial en el territorio nacional. Bogotá, Colombia. 90 páginas. ISBN 958-97878-8-6. Disponible en [http://www.acp.com.co/assets/documents/Medio%20Ambiente/MANUAL%20ACEITES %20LUBRICANTES%20USADOS.pdf](http://www.acp.com.co/assets/documents/Medio%20Ambiente/MANUAL%20ACEITES%20LUBRICANTES%20USADOS.pdf). Consultado el 20 de mayo de 2008.

13. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). Política Ambiental para la Gestión de Residuos o Desechos Peligrosos. República de Colombia. Recuperado de:

[http://www.minambiente.gov.co/documentos/Politica\\_Residuos%20peligrosos.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/Politica_Residuos%20peligrosos.pdf)

14. NTP 292: Concentración "inmediatamente peligrosa para la vida o la salud" (IPVS) - Año 1991

15. Pohanish, R. (2005). Haz Mat Data. For First Response, Transportation, Storage, and Security (pp. 48). Recuperado el 20 de agosto de:

[https://books.google.cl/books?id=3Tb12W8j-3oC&pg=PA480&lpg=PA480&dq=heat+combustion+alcohol+etilico&source=bl&ots=GQ-c8tsRxA&sig=Qjuh4pSLaX9AMqlg\\_cQX2kowuJI&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj26JzSyLvRAhWEDZAKHRapBYsQ6AEIQDAF#v=onepage&q=heat%20combustion%20alcohol%20etilico&f=false](https://books.google.cl/books?id=3Tb12W8j-3oC&pg=PA480&lpg=PA480&dq=heat+combustion+alcohol+etilico&source=bl&ots=GQ-c8tsRxA&sig=Qjuh4pSLaX9AMqlg_cQX2kowuJI&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj26JzSyLvRAhWEDZAKHRapBYsQ6AEIQDAF#v=onepage&q=heat%20combustion%20alcohol%20etilico&f=false)

16. Rivera (2017). Análisis de consecuencias de accidentes tecnológicos en una bodega de almacenamiento de sustancias peligrosas de un aserradero de la Provincia del Biobío. Tesis pregrado, Universidad de Concepción. Disponible en: <http://repositorio.udec.cl/handle/11594/2334>

17. RODRÍGUEZ, AMPARO (2007). Conflictos ambientales que amenazan la salud de la población y la biodiversidad del planeta. Revista de Derecho, N° 28, ISSN: 0121-8697. Bogotá, Colombia. Disponible en [http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/derecho/28/12\\_Conflictos%20ambientales.pdf](http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/derecho/28/12_Conflictos%20ambientales.pdf) Consultado el 06 de mayo de 2008.

18. Sars, W. y Zemansky, M. (2009). Física universitaria volumen 1. México. Pearson educación. Recuperado el 25 de octubre de: <http://fis.ucv.cl/docs/Fis231/textos/Fisica-Universitaria-Sears-Zemansky-12va-Edicion-Voll.pdf>



19. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Reglamento de la ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente en Materia de Auditoría Ambiental. Ed. Delma. México. Noviembre de 2000.

20. Sjöberg L, Drotz-Sjöberg BM [La percepción del riesgo] Radiation and society: comprehending radiation risk. Seguridad Radiológica [Internet]. 1997 [citado oct. 2009]; 15(2): [aprox. 27 p.]. Disponible en: <http://www.radioproteccion.org.ar/15-2.htm>

21. Suess & Huismans (2009). Curso: Manejo Seguro de Residuos Tóxicos o Peligrosos. Universidad de Concepción. Recuperado de: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/seguro.pdf>

22. UN (2001). Sustainable human settlements development and environmentally sound management of solid waste. United Nations, 6 pp.

23. VALLS DE ROSSI (2005). Grupo de Apoyo Jurídico por el Acceso a la Tierra: desastre ambiental de Minamata. Disponible en [http://www.ceppas.org/gajat/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=58](http://www.ceppas.org/gajat/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=58). Consultado el 17 de abril de 2008

24. WAMSLER, C. Integrando la gestión del riesgo, planificación urbana y vivienda social: lecciones de El Salvador. Revista INVI, 2007, N° 59, p. 93-114.

## 6. ANEXOS

### Anexo 1. Formato lista verificación D.S N° 43

D.S N°43 APRUEBA REGLAMENTO DE ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS							
TITULO II: DEL ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS							
Artículo	Requisito normativo	Aplica		Requisito de cumplimiento	Cumple		Observación
		SI	NO		SI	NO	
Artículo 9	Sustancias peligrosas deben estar contenidas en envase etiquetados, excepto las que se almacenen a granel.	X		Según Título XII del presente reglamento	X		
	Los envases de las sustancias deberán estar diseñados de manera que impidan la pérdida de contenido.	X		Material químicamente compatible con la sustancia, difícil ruptura y que minimice eventuales accidentes.	X		
Artículo 11	Toda instalación de almacenamiento de sustancias peligrosas deberá tener acceso controlado.	X		Encargado debe vigilar el acceso de personas y maquinarias y llevar un registro de los productos que entran y salen.	X		
Artículo 12	Procedimientos de operación de la instalación de almacenamiento de sustancias peligrosas.	X		Deberán consignarse por escrito, estar en conocimiento de todo el personal asociado a ésta y estar disponible para la autoridad fiscalizadora.	X		

Artículo 13	Personal que trabaje en la instalación de almacenamiento de sustancias peligrosas	X		Deberá recibir una capacitación anual como mínimo, por personal competente en la materia, que incluya información e instrucciones específicas, en forma oral o escrita, al menos de los siguientes temas: Propiedades y peligros de las sust. Almacenadas y su manejo seguro. Contenidos y adecuada utilización de las HDS. Función y uso correcto de elementos y equipos de seguridad, incluidas consecuencias de un incorrecto funcionamiento. Uso correcto de EPP.	X		
	Registro de las capacitaciones dadas a sus trabajadores con los respectivos participantes.	X		Disposición de la autoridad sanitaria	X		
	Trabajadores que presten servicios por primera vez en la instalación de almacenamiento.	X		Previo al inicio de su trabajo, la capacitación señala en este artículo.		X	
Artículo 14	Registro impreso o electrónico, en idioma español, al interior de la empresa, pero fuera de la instalación de almacenamiento de sustancias peligrosas, el que deberá estar a disposición del personal que trabaja o	X		Debe contener: Nombre comercial y químico de cada sustancia. En el caso de mezclas o productos debe identificar la o las sustancias que le otorguen la característica de peligrosidad. Capacidad máxima de la instalación. Cantidad almacenada promedio semestral, en las fechas indicadas en el artículo 5 respecto al sistema de	X		

	transita por ella, como también de los organismos fiscalizadores.			Declaración de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas. N° NU. Clase primaria y secundaria cuando corresponda y división de peligrosidad de acuerdo a la NCh 382: 2013.		
	Disponibilidad de las HDS de las sustancias almacenadas de acuerdo a la NCh: 2245:2015. HDS para productos químicos (contenido y orden de las secciones)	X		La responsabilidad de elaborar o proveer la hoja de datos de seguridad, será del fabricante, importador o proveedor de la sustancia o producto, según corresponda.	X	
Artículo 15	En la portería o acceso principal de la empresa deberá existir un plano de emplazamiento de la empresa	X		Ubicación de cada una de las instalaciones de almacenamiento de sust. pel., indicando para cada una de ellas las clases y divisiones de peligrosidad de las sustancias almacenadas. Indicar también los lugares donde se encuentren elementos para combatir y controlar emergencias, así como los ingresos y las salidas de la empresa. . Capacidad máxima de cada instalación de almacenamiento de sustancias peligrosas en kg. y/o t. Incompatibilidad de las sustancias con el agua, si existiera.	X	
	Deberán también estar disponibles en forma impresa o digital las Hojas de Datos de Seguridad de las sustancias almacenadas, Hoja de datos de seguridad para productos químicos - Contenido y orden de las secciones, ordenadas y separadas por cada instalación de almacenamiento de sustancias peligrosas.	X		De acuerdo a NCh 2245:2015	X	
Artículo 17	Incompatibilidades individuales y específicas para cada sustancia	X		Prevalecerá lo establecido en la Hoja de Datos de Seguridad (HDS), respecto de las incompatibilidades individuales y	X	

			específicas para cada sustancia (tabla 1).		
Artículo 18	Estará prohibido fumar al interior de cualquier instalación donde se almacenen sustancias peligrosas.	X	Señalado mediante letreros que indiquen "No fumar", en el acceso principal de la instalación y, en el caso de bodegas, al interior de la misma, en lugares fácilmente visibles.		X

**PÁRRAFO I  
DEL ALMACENAMIENTO DE PEQUEÑAS CANTIDADES**

Artículo	Requisito normativo	Aplica		Requisito de cumplimiento	Cumple		Observación
		SI	NO		SI	NO	
Artículo 21	Lugar donde estén almacenadas las sustancias peligrosas.	X		Sistema de control de derrames (de materiales absorbentes o bandejas de contención) y contar con un sistema manual de extinción de incendios, a base de extintores, compatibles con los productos almacenados, en que las cantidades, distribución, potencial de extinción y mantenimiento.	X		
Artículo 22	Sustancias incompatibles.	X		Deberán estar separadas por alguna barrera física o una distancia de 2.4 m y no podrán compartir el mismo sistema de contención de derrames.		X	
Artículo 23	Envases menores o iguales a 5 kg o L y los de vidrio.	X		Estanterías de material no absorbente, liso y lavable, cerradas o con sistema antivuelco, con control de derrames y ventilación para evitar la acumulación de gases en su interior. Dicha estantería deberá contar con señalización que indique almacenamiento de sustancias peligrosas, de acuerdo a los rótulos de la NCh 2190 Of.2003. En el caso de sustancias tóxicas, la estantería deberá ser siempre cerrada.		X	
Artículo 24	HDS	X		De cada una de las sustancias almacenadas a disposición de quienes las manejan.	X		

**PÁRRAFO III  
DE LAS BODEGAS PARA SUSTANCIAS PELIGROSAS**

Artículo	Requisito normativo	Aplica		Requisito de cumplimiento	Cumple		Observación
		SI	NO		SI	NO	

Artículo 33	Almacenamiento mayor a 12 T.	X	Almacenar en bodega para Sustancias Peligrosas. Dichas bodegas deberán contar con pictogramas externos e internos, que indiquen las clases y divisiones de las sustancias almacenadas, de acuerdo a la NCh2190 Of.2003.			
			Los pictogramas ubicados en todos los muros externos de la bodega, deberán indicar las clases o divisiones de sustancias almacenadas en su interior debiendo ser visibles a una distancia de 10 m.			
			Los pictogramas internos deberán ubicarse en cada una de las zonas de almacenamiento, de acuerdo a las clases y divisiones de las sustancias en ellas dispuestas.			
Artículo 34	Podrán almacenarse sustancias peligrosas hasta 10.000 t en una bodega separada. En el caso de bodegas adyacentes se podrá mantener una cantidad máxima de 2.500 t de sustancias peligrosas en cada una, no pudiendo superar en su conjunto las 10.000 t.	X	Tendrán las siguientes limitaciones: 2.1 aerosoles (3T). 2.1 cilindros (3m2) de superficie de almacenamiento. 2.2 (8m2) de superficie de almacenamiento. 2.3 (3cilindros o 300 kg en cartridge. 3, 4.1 y 4.2 (10 ton). 4.3 (1.5 t). 5.1 y 5.2 se aplica el título VII del presente reglamento.			
			En caso de almacenamiento en conjunto de sustancias peligrosas de las clases 2.1, 3, 4.1, 4.2 y 4.3 la cantidad total no podrá exceder las 10 t.			
			El almacenamiento por sobre las cantidades establecidas deberá realizarse en			

				bodegas exclusivas para la(s) clase(s) y/o divisiones.		
Artículo 35	bodegas para sustancias peligrosas	X	X	Deberán ser cerradas en su perímetro por muros, resistentes a la acción del agua, con techumbre y piso sólido resistente estructural y químicamente, liso, lavable e impermeable y no poroso.	X	
				Adicionalmente a las exigencias que se establecen en el presente reglamento, las bodegas deberán ajustarse a lo señalado en la OGUC, respecto a su diseño y características de construcción, considerando el estudio de carga combustible.	X	
				las bodegas de sustancias peligrosas no podrán construirse con un estándar menor al tipo C, según Art. 4.3.3 de dicha Ordenanza y, los muros perimetrales no soportantes no podrán tener una resistencia al fuego menor a 15 minutos.	X	
				Las bodegas que funcionen con ambientes controlados de temperatura y/o presión podrán exceptuarse de contar con techo con cubierta liviana, al igual que aquellas bodegas, en que se demuestre que hay un mejor control de riesgos, con otro tipo de cubierta.	X	No existe bodegas con ambiente controlado.
Artículo 36	Las bodegas de sustancias peligrosas adyacentes.		X	Podrán estar conectadas en forma interna con una zona de producción u otras bodegas,		

				siempre y cuando, la puerta que comunica ambos sectores tenga las mismas características constructivas y de resistencia al fuego exigido para el muro divisorio que la contiene, y que dicha puerta cuente con un sistema de cierre automático.			
Artículo 37	Las puertas de carga y descarga y las de escape		X	Deberán tener al menos un 75% de la RF de los muros que las contienen y estar ubicadas en muros externos.			
Artículo 38	Deberán existir una o más puertas de escape distintas de la puerta de carga/descarga, con direcciones distintas.		X	En las instalaciones construidas a partir de la entrada en vigencia de este reglamento, la ubicación de estas puertas será de manera tal que desde cualquier punto al interior de la bodega, la distancia recorrida, no sea superior a 30 m.			
				Para bodegas con superficie hasta 2.500 m <sup>2</sup> y 40 m para bodegas sobre 2.500 m <sup>2</sup> . Se exceptuarán de esta exigencia las bodegas con una superficie menor o igual a 80 m <sup>2</sup> , que podrán tener sólo la puerta de carga/descarga, la cual podrá servir de puerta de escape, siempre y cuando no se trate de una puerta de operación con mecanismo de cierre automático.			
				Para las bodegas existentes, que cuenten con puertas de escape y no cumplan con los 30 m, podrán aceptarse éstas siempre y cuando, la distancia recorrida desde cualquier punto al interior de la bodega, no exceda los 40 m. Para bodegas hasta 2.500 m <sup>2</sup> , hasta 50 m para bodegas entre 2.500 y 5.000 m <sup>2</sup> y 60 m para bodegas sobre 5.000 m <sup>2</sup> .			
	Las puertas de carga y		X	Siempre y cuando éstas permanezcan			



	descarga podrán ser utilizadas como puertas escape.			abiertas en todo momento durante la operación, no se trate de puertas de operación con mecanismo de cierre automático y dé al exterior.		
	Las puertas de escape deben abrirse fácilmente desde el interior de la bodega, comunicar al exterior.	X		Estar libres de obstáculos y, en caso de no estar a nivel de suelo, deberán acondicionarse con ramplas de manera de hacer seguro el tránsito por ellas. Además, deben contar con manillas antipánico y no deben tener chapas, llaves, ni mecanismos que requieran un conocimiento especial para su apertura. Dichas puertas deben tener un ancho mínimo de 90 cm.		
Artículo 39	Dentro de las bodegas para sustancias peligrosas no podrán realizarse mezclas ni re-ensavado de esas sustancias	X		Excepto en aquellas que existan estanques fijos o en aquellas en que se deba realizar fraccionamiento para ser utilizado en la zona producción dentro del mismo sitio de la empresa.	X	
	El proceso de etiquetado de las sustancias podrá realizarse al interior de la bodega. Tanto el fraccionamiento permitido como el etiquetado, al interior de una bodega.		X	Deberá realizarse en una zona especialmente destinada para ello.		
	Realice picking y packing al interior de las bodegas		X	Deberán mantenerse las mismas condiciones de seguridad establecidas en este reglamento y resguardarse las condiciones de seguridad para los trabajadores de acuerdo a lo establecido en DS 594 de 1999 del Ministerio de Salud. No obstante lo anterior, el embalaje de las sustancias después del picking deberá realizarse en una zona destinada especialmente para ello y sólo		

			podrá realizarse con sustancias de dicha bodega, no permitiendo el ingreso de sustancias de otras bodegas, en tal caso, deberá habilitarse una zona habilitada para ello fuera de la bodega.				
Artículo 40	Las bodegas deberán tener ventilación natural o forzada, acorde a las sustancias que se almacenen y las actividades permitidas en su interior, según memoria técnica de diseño.	X	Para sistemas de ventilación natural se deberá contemplar en su diseño pequeñas aberturas abajo y arriba de los muros o en el techo y podrán incorporar sistemas mecánicos. Las aberturas de entrada en los muros deberán ocupar una superficie entre 4% y 5% del muro, deberán estar ubicadas en forma perpendicular a la dirección del viento y distribuidas uniformemente en la parte baja del o los muros que estén en la dirección preferente del viento. Las salidas deberán tener una superficie igual o mayor a la entrada y estar ubicadas en la techumbre o parte superior de los muros. En este último caso, la superficie total de aberturas y salidas debe mantenerse entre el 4 y 5% respecto a la superficie de los muros que las contienen. Para la determinación de las aberturas no se considerarán las puertas de carga y descarga abiertas.	X			
	Las instalaciones existentes que no tengan aberturas en muros o que éstas sean inferiores a 4% de la superficie del muro y que no sea posible hacerlas o aumentarlas.		X	Deberá considerar, al menos, aberturas o celosías en las puertas de carga y descarga, además de las salidas en techumbre.			
	Toda abertura o celosía que sea parte del sistema de ventilación de una bodega debe estar libre de obstáculos	X		No deben afectar o disminuir el flujo de aire al interior de ésta.		X	
	Bodegas exclusivas de inflamables que almacenen sustancias con punto de inflamación menor a 38°C y que almacenen más de 100 t		X	Deberán contar con sistema de ventilación forzada, en su inyección y extracción, cuyos criterios de diseño deberán estar acorde a las sustancias almacenadas y a las			

	de sustancias inflamables.			actividades permitidas en su interior, alcanzando como mínimo un flujo de 0,3 metros cúbicos por minuto y por metro cuadrado. Este requisito no será exigible para bodegas existentes.			
Artículo 41	Las bodegas que funcionen con ambientes controlados de temperatura y/o presión.		X	Estarán exentas del cumplimiento de las exigencias establecidas en el artículo anterior. Estas bodegas deberán contar con procedimientos escritos que eviten la exposición de los trabajadores a posibles concentraciones peligrosas para su salud, en los procesos de carga y descarga de las sustancias.			
Artículo 42	Si la bodega cuenta con instalación eléctrica.	X		Deberá cumplir con la normativa vigente y estar registrada ante la autoridad competente	X		
	Las Bodegas para Sustancias Peligrosas		X		X		
Artículo 43				No podrán ubicarse en subterráneos ni tampoco podrán tener más de un piso.			

Artículo 46	Bodegas de sustancias peligrosas excepto las exclusivas para inflamables, comburentes del Grupo de Embalaje I o peróxidos orgánicos de la clase A a la D.		X	se podrán almacenar sustancias no peligrosas que sean compatibles con aquéllas y que correspondan a sustancias no combustibles.			
Artículo 47	Cuando una bodega cumpla todos los requisitos de una exclusiva, del tipo separada, y sea compartimentada o dividida en dos o más bodegas adyacentes.		X	La suma de las cantidades de sustancias almacenadas en todas ellas deberá ser equivalente a la cantidad máxima permitida para la bodega exclusiva separada y, por tanto, podrán almacenar en cada compartimiento cantidades mayores a las establecidas para bodegas adyacentes.			
				No podrán estar ubicadas en zonas residenciales.	X		
				Adyacentes o separadas, excepto las exclusivas para sustancias inflamables, podrán ubicarse en una zona mixta que permita bodegas, siempre y cuando mantengan una distancia mínima de 3 m a sus muros medianeros o deslindes y no superen las 30 t.	X		
Artículo 48	Las bodegas para sustancias peligrosas		X	Excepto las exclusivas para sustancias inflamables, podrán instalarse en una zona industrial, cuando mantengan una distancia mínima de 3 m al muro medianero o a sus deslindes, si almacenan hasta 30 t, sobre esta cantidad y hasta 1.000 t deberá mantener una distancia mínima de 5 m y cuando se almacenen sobre 1.000 t una distancia de 10 m.	X		
				Que almacenen hasta 30 t, deberán tener por el costado en que realizan la carga y descarga un distanciamiento de 3 m a otras construcciones dentro del mismo sitio. Si almacenan más de 30 t, deberán tener un distanciamiento a cualquiera otra construcción dentro del mismo sitio de al			

			menos 5 m por el costado en que se realiza la carga y descarga.		
	De no existir plan regulador	X	Deberá dar cumplimiento a las distancias al muro medianero o deslinde y a cualquiera otra construcción dentro del sitio de la empresa, establecidas en este artículo, de acuerdo a las cantidades almacenadas.		
	En sitios industriales en que existan bodegas de almacenamiento de sustancias peligrosas y otras bodegas o instalaciones destinadas a otros usos industriales, con distintas razones sociales.	X	Las bodegas de almacenamiento de sustancias peligrosas serán consideradas como bodegas de almacenamiento de sustancias peligrosas adyacentes.		
Artículo 49	Las bodegas para sustancias peligrosas existentes, exclusivas o no, que no puedan cumplir las distancias mínimas a muros medianeros o deslindes y a otras construcciones dentro del sitio, establecidas en este reglamento	X	Podrán mantenerse funcionando a una distancia menor que la establecida siempre que no sea inferior a 3 m al muro medianero o a sus deslindes si almacenan hasta 30 t o a 5 m si almacenan cantidades mayores a 30 t, sujeto a la presentación y aprobación por la Autoridad Sanitaria de un estudio de análisis de consecuencia de un accidente tecnológico que no supere los valores indicados en el artículo 44 de este reglamento, para aquellas clases en que se indica la metodología a utilizar.		
	Aquellas bodegas en que se almacenan las otras clases de sustancias peligrosas que no se les pueda aplicar un modelo de análisis de consecuencia cuantitativo.	X	Deberán realizar análisis de riesgos, según lo establecido en el artículo 45 e implementar medidas adicionales a las establecidas en este reglamento, de carácter ingenieril, de modificación de diseño u otro que no sea de carácter administrativo, que aseguren que se mantiene un nivel de control de riesgos		

				igual o superior a lo establecido en este reglamento.		
Artículo 50	bodegas para sustancias peligrosas	X		No deberán existir bodegas para sustancias peligrosas adosadas a casinos de alimentación. Si una bodega de este tipo está contigua a un casino, los accesos de ambas instalaciones no podrán estar enfrentados.	X	
Artículo 52	Las bodegas para sustancias peligrosas que contengan líquidos.	X		Deberán tener un sistema de control de derrames, el que podrá consistir en: Bodega auto contenida, con piso de pendiente no inferior a 0,5% que permita el escurrimiento del derrame hacia una zona de acumulación o con contención perimetral a través de soleras y/o lomos de toro. Sistema de recolección conectado a una cámara de contención estanca la que tendrá un volumen equivalente al 110% del envase de mayor capacidad, con un mínimo de 1,1 m3.	X	
	En el caso de almacenarse sustancias incompatibles	X		Deberá contar con sistemas de contención separados.	X	
	Adicionalmente, tanto las bodegas que almacenen líquidos como sólidos		X	Deberán contar con agentes de absorción y/o neutralización.		
Artículo 53	Las bodegas para sustancias peligrosas	X		Deberán contar con un Plan de Emergencias, según lo estipulado en el Título XIII de este reglamento.	X	
Artículo 54	Deberá mantenerse una distancia de 0.5 m entre las sustancias peligrosas almacenadas y los muros.	X		Se exceptuarán de esta última distancia aquellas bodegas de una superficie menor o igual a 120 m2 y aquellos que almacenen en estanterías o racks. Sin perjuicio de lo anterior, los almacenamientos sobre piso o	X	

				en pallets, deberán ser estables por sí solos y no podrán usar los muros para apoyar o estabilizar las pilas de almacenamiento.		
Artículo 55	Las sustancias incompatibles entre sí	X		Deberán estar a una distancia mínima de 2,4 m entre ellas, la que no necesariamente debe ser libre.		X
Artículo 56	Las pilas de sustancias dispuestas directamente sobre el piso.		X	Tendrán como máximo un largo de 8 m, un ancho de 6 m y una altura de 1 m, excepto cuando el envase supere esta altura o cuando los envases sean del tipo encajables, en cuyo caso la altura podrá ser hasta 1,5 m. La altura de estas pilas podrá ser de 2 m cuando las sustancias se encuentren en sacos y de 3,5 m cuando las sustancias se encuentren en maxisacos.		
Artículo 57	Si las pilas están conformadas por pallets, con sustancias envasadas en sacos y cajas.		X	Tendrán una altura máxima de 3 m y de 4 m, cuando las sustancias estén en tambores, en contenedores IBC o maxisacos, y un largo y ancho tal que se cumplan las condiciones relativas a las puertas de escape establecidas en el artículo 38 de este reglamento.		
Artículo 58	Cuando las sustancias se almacenen en estanterías	X		Tendrán un largo y ancho tal que las puertas de escape se mantengan despejadas, y se cumplan las condiciones de ubicación establecidas en el artículo 38 de este reglamento, y una altura que deberá ser respaldada por una memoria de cálculo que incluya el análisis estructural de las estanterías, donde el criterio de diseño deberá regirse por las tensiones admisibles. Para instalaciones existentes, sólo deberán presentar esta memoria de cálculo aquellas estanterías que superen la altura máxima de almacenamiento de 8 m.		X
Artículo	En toda bodega de	X		Deberá asegurar un	X	

59	sustancias peligrosas			espacio libre de al menos 1 m entre la carga máxima y las luminarias y/o techumbre. Esta distancia debe mantenerse en toda la superficie de almacenamiento.			
Artículo 60	Las bodegas		X	Deberán contar con pasillos internos demarcados con líneas amarillas, con un ancho mínimo 1,2 m y, en caso que por ellos circulen grúas horquillas u otros equipos de carga y descarga, deberán tener un ancho tal que la operación y tránsito se realicen en forma segura.			
				Las vías de ingreso, tránsito y evacuación deberán estar siempre despejadas, sin nada que las obstruya.			
Artículo 61	Deberán existir duchas y lavajos de emergencia		X	No más de 20 m de las puertas de carga/descarga, ya sea al interior o exterior de la bodega y 10 m de la zona de toma de muestras de estanques, que se encuentren al interior de una bodega, con un caudal suficiente que asegure el escurrimiento de la sustancia a limpiar.			
				El cabezal de la ducha de emergencia deberá tener un diámetro suficiente para impregnar totalmente al afectado, como mínimo deberá ser de 20 cm.			
				Los accesos a las duchas y lavajos de emergencia deberán estar libres de obstáculos,			



			debidamente señalizados y sus aguas residuales deberán ser canalizadas a un sistema de desagüe u otro sistema de contención.			
			Se exceptúan de la exigencia establecida en este artículo, aquellas empresas que almacenen sólo sustancias de las divisiones 2.1 y/o 2.2 en estado gaseoso. En caso de almacenamiento de sustancias clase 4.3 las duchas y lavaojos deberán ubicarse al exterior de la bodega.			
Artículo 62	Cuando existan bodegas de almacenamiento con estándares superiores a los exigidos en este reglamento.	X	Se aplicarán los requisitos establecidos de acuerdo a las cantidades almacenadas y no al tipo de bodega.			

**TÍTULO III**  
**ZONA DE CARGA Y DESCARGA DE PRODUCTOS ENVASADOS**

Artículo	Requisito normativo	Aplica		Requisito de cumplimiento	Cumple		Observación
		SI	NO		SI	NO	
Artículo 63	Cuando la carga y descarga de las sustancias peligrosas se realice al exterior de la bodega	X		Éstas se podrán mantener de manera transitoria en esa zona, siempre que sean despachadas durante la jornada diaria de trabajo, normal o extraordinaria.	X		
Artículo 64	Las zonas de carga y descarga, al exterior de la bodega	X		Deberán contar con: piso sólido, resistente a la acción del agua, un sistema de control de derrames y materiales absorbentes para sustancias líquidas, material de contención para sustancias sólidas y un sistema manual de extinción de incendios.	X		
				Aquellas instalaciones que almacenen sólo sustancias de la clase 2, podrán	X		

			exceptuarse de contar con piso resistente a la acción del agua y sistema de control de derrames en estas zonas.			
			Si las sustancias que se mantienen en la zona de carga y descarga al exterior requieren protección contra las condiciones climáticas, se deberán proteger, al menos, con techo con cubierta liviana.	X		

**TÍTULO V**  
**ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS INFLAMABLES EN ENVASES**

Artículo	Requisito normativo	Aplica		Requisito de cumplimiento	Aplica		Observación
		SI	NO		SI	NO	
Artículo 77	Se rigen por las disposiciones de este título las sustancias peligrosas pertenecientes a la Clase 3 de la NCh 382:2013.						
Artículo 78	Cuando se almacenen más de 10 t de líquidos inflamables		X	Las bodegas deberán cumplir los requisitos establecidos en el presente título.			
Artículo 79	En las bodegas donde se almacenan líquidos inflamables	X		Deberán cumplir las condiciones de almacenamiento establecidas en el Título I y Título II de este reglamento, sin perjuicio de las normas especiales que, para algunos tipos de bodegas, se establecen en el presente título.	X		
Artículo 80	En bodegas exclusivas para inflamables del tipo adyacente		X	Podrá almacenarse hasta 100 t de líquidos inflamables o líquidos inflamables en conjunto con aerosoles, sólidos inflamables y/o gases inflamables, teniendo presente las limitaciones para aerosoles establecidas en el artículo 74 de este reglamento.			
				Cuando la cantidad sea superior a 30 t, la bodega deberá contar con sistema automático de extinción de incendios, diseñado de acuerdo a lo indicado en el artículo 51 de este reglamento.			

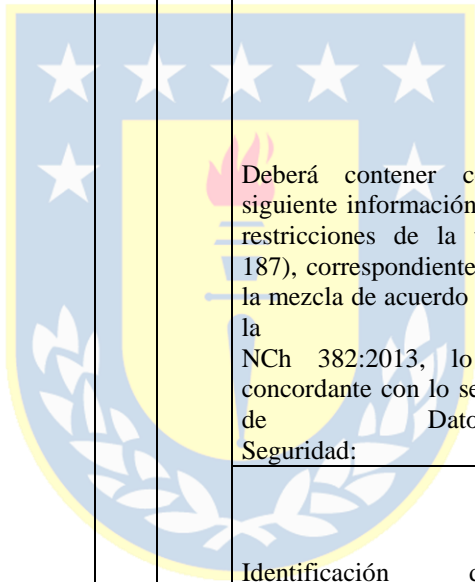
				Deberán tener muros divisorios comunes, cortafuegos con una RF mínima de 180 y los muros externos deberán tener una RF mínima de 120. Todos los muros deberán ser de material no combustible, y deberán contar con techo con cubierta liviana.			
Artículo 81	En bodegas exclusivas para inflamables, del tipo separada	X		Podrá almacenarse hasta 1.000 t de líquidos inflamables o líquidos inflamables en conjunto con aerosoles y/o sólidos inflamables, teniendo presente las limitaciones para aerosoles establecidas en el artículo 74 de este reglamento.	X		
				Cuando la cantidad sea superior a 50 t deberá contar con sistema automático de extinción de incendios, y cuando sea mayor a 100 t, deberá contar con red húmeda de acuerdo a lo indicado en el artículo 51.	X		
				Deberán tener muros externos con una RF mínima de 120. Todos los muros deberán ser de material no combustible, y deberán contar con techo con cubierta liviana.	X		
Artículo 82	Las bodegas exclusivas para inflamables, tanto adyacentes como separadas	X		Deberán contar con instalaciones eléctricas a prueba de explosión o intrínsecamente segura u otro sistema que otorgue igual o mayor protección, de acuerdo a normativa nacional o extranjera.	X		
Artículo 83	Las bodegas que almacenan sustancias inflamables, adyacentes o	X		Podrán ubicarse en una zona mixta, que permita bodegas, siempre que mantengan una distancia mínima de 3 m	X		No se almacena tal cantidad.



84	almacenen líquidos inflamables		metálicos, de plástico rígido o de vidrio. Para volúmenes mayores a 5 litros (1,3 galones) de líquidos inflamables, se podrán usar envases metálicos o de plástico rígido (incluidos los IBC) cuando el líquido inflamable tenga una temperatura de inflamación en ensayo de copa cerrada, mayor de 37.8°C.		
			Para líquidos inflamables con temperaturas de inflamación menores o iguales a lo indicado anteriormente, los envases sólo podrán ser metálicos.	X	
			Sin perjuicio de lo indicado en el inciso anterior, se podrá usar como referencia la tabla de tamaños máximos permisibles de la NFPA 30, de acuerdo a la clasificación de líquidos inflamables y el material y tipo de envases allí indicados.	X	

**TÍTULO XII  
DEL ETIQUETADO**

Artículo	Requisito normativo	Aplica		Requisito de cumplimiento	Cumple		Observación
		SI	NO		SI	NO	
Artículo 182	Todas las sustancias peligrosas reguladas por este reglamento deberán estar etiquetadas mediante un recuadro de seguridad, de acuerdo a lo establecido en el presente Título, excepto formulaciones de plaguicidas, fármacos y productos cosméticos los que se regirán por las disposiciones de su	X		El recuadro de seguridad de los productos terminados debe contener la información detallada en los siguientes artículos para las sustancias peligrosas que los componen.	X		

	respectiva reglamentación específica.					
Artículo 183	Los envases y los envases/embalajes	X		Se etiquetarán en idioma español, con letra legible. Los elementos del recuadro de seguridad deberán destacar claramente del fondo y tener un tamaño y llevar una separación que faciliten su lectura, deberán estar dispuestos en forma horizontal cuando el envase se encuentre en su posición normal.	X	
Artículo 184	El recuadro de seguridad	X		Deberá contener como mínimo la siguiente información (considerando las restricciones de la tabla del artículo 187), correspondiente a la sustancia o a la mezcla de acuerdo a lo establecido en la NCh 382:2013, lo cual debe ser concordante con lo señalado en la Hoja de Datos de Seguridad:	X	
				Identificación del producto . Designación oficial . Número UN	X	
				Identificación del proveedor . Nombre, dirección y teléfono del fabricante, importador y/o distribuidor.	X	
				Indicaciones de Seguridad . Medidas de primeros auxilios relativas a la ingestión, inhalación, contacto con la piel, contacto con los ojos, según corresponda. . Información toxicológica sobre efectos agudos y crónicos asociados a la ingestión, inhalación, contacto con la piel, contacto con los ojos, según corresponda. . Precauciones para la manipulación y	X	

			<p>almacenamiento seguro.</p> <p>. Adicionalmente, los productos destinados a uso doméstico o aquellos que se comercialicen en los locales incluidos en el Título XI del presente reglamento, deberán llevar la identificación y teléfono de algún centro de información toxicológica, el cual a su vez deberá contar con la información de los componentes peligrosos de los respectivos productos.</p> <p>Pictogramas</p> <p>. Deberán llevar un pictograma, de acuerdo a lo establecido en la NCh 2190 Of.2003, oficializada por decreto N° 43 de fecha 23.04.2004 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, excepto en lo referido a sus dimensiones.</p> <p>. Se deberá adicionar, cuando corresponda, el pictograma de peligro secundario, en un tamaño igual o inferior al pictograma de peligro principal y estar ubicado a no más de 10 cm de este último.</p> <p>. Los gases comprimidos deberán etiquetarse de acuerdo a lo establecido en las normas NCh 1025 Of.1990, oficializada por decreto N°16 de fecha 30.01.90 del Ministerio de Salud y NCh 1377 Of.1990, oficializada por decreto N° 383 de fecha 16.05.91 del Ministerio de Salud.</p>			
			<p>Sin perjuicio de lo establecido en este artículo, se aceptará que los envases de las sustancias o productos peligrosos tengan etiqueta en español bajo el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS), siempre y cuando lleven adicionalmente el pictograma de peligro correspondiente de la NCh 2190 Of.2003, oficializada por decreto N° 43 de fecha 23.04.2004 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.</p>	X		
Artículo	El etiquetado deberá ser	X	Tamaño de envase: Superficie min.	X		

185	indeleble y estar fijado firmemente o impreso directamente a lo menos en la cara principal del envase, con las dimensiones que a continuación se indican:		<p>Recuadro de seguridad (cm<sup>2</sup>): Información de la etiqueta o recuadro de seguridad: Dimensión min. De pictogramas (lado en cm). Menores a 100 ml: no aplica : En la etiqueta se debe incluir pictograma, nombre químico de la sustancia (s) peligrosa (s), e identificación proveedor. : 0.8 x 0.8. Entre 100 ml y menor a 200 ml: 25 : incluir toda la información indicada en el artículo 186, excepto la identificación del proveedor, que debe ir fuera del recuadro de seguridad. : 1 x 1. Entre 200 ml y hasta 1 L.: 50: incluir la información indicada en el artículo 186, excepto la identificación del proveedor, que debe ir fuera del recuadro de seguridad: 1.5 x 1.5. Mayor a 1L y hasta a 5L: 100: Incluir toda la información indicada en el artículo 186, excepto la identificación del proveedor, que debe ir fuera del recuadro de seguridad: 2x 2. Mayor a 5L y hasta 10 L: 200: Incluir toda la información indicada en el artículo 186, excepto la identificación del proveedor, que debe ir fuera del recuadro de seguridad: 3x3. Mayor a 10 L y hasta 20 L: 300: Incluir toda la información indicada en el artículo 186, excepto la identificación del proveedor, que debe ir fuera del recuadro de seguridad: 4 x 4. Mayor a 20 L: 600 : Incluir toda la información indicada en el artículo 186. Podrá llevar información adicional a la exigida en el presente reglamento, siempre y cuando no ocupe mas de un 25% de la superficie del recuadro de seguridad 9 x 9.</p>			
Artículo 186	En caso de aquellas sustancias o productos que deban cumplir adicionalmente con otras normativas respecto a etiquetado		X			La información respectiva deberá incorporarse fuera de este recuadro de seguridad, con excepción en aquellos envases mayores a 20 L, en que la superficie del recuadro podrá tener una superficie mayor a la requerida en este reglamento, para poder incorporar dicha información.



Artículo 187	No podrán figurar en la etiqueta ni en el envase/embalaje de las sustancias reguladas, indicaciones tales como «no tóxico», «inocuo» o cualquiera otra análoga	X		Que induzcan a error respecto a la peligrosidad del producto contenido.	X	
Artículo 188	En el caso que los envases que contienen sustancias o productos peligrosos importados no cumplan con las exigencias de etiquetado aquí dispuestas, se encuentren embalados y no se pretenda desembalarlos durante su almacenamiento,		X	Será responsabilidad del importador o distribuidores que los recuadros de seguridad estén disponibles en forma impresa y sean distribuidos en conjunto con las respectivas sustancias o productos a sus clientes. En el caso de productos que se exportan podrán exceptuarse de las exigencias del etiquetado, pero deberán ser almacenadas embaladas y sobre el embalaje contar con el pictograma de peligro establecido en la NCh 2190 Of.2003 oficializada por decreto N° 43 de fecha 23.04.2004 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.		
Artículo 189	Para efectos del presente reglamento, el embalaje que no constituya un envase		X	Podrá cumplir sólo con el pictograma de peligro establecido en la NCh 2190 Of.2003 oficializada por decreto N° 43 de fecha 23.04.2004 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones		

## Anexo 2. Formato lista de verificación D.S N° 148

D.S N°148 APRUEBA REGLAMENTO SANITARIO SOBRE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS							
TITULO I: DISPOSICIONES GENERALES							
Artículo	Requisito normativo	Aplica		Requisito de cumplimiento	Cumple		Observación
		SI	NO		SI	NO	
Artículo 4	Los residuos peligrosos deberán identificarse y etiquetarse de acuerdo a la clasificación y tipo de riesgo	X		Que establece la Norma Chilena Oficial NCh 2.190 of.93.-	X		
Artículo 6 inciso 1	Durante el manejo de los residuos peligrosos se deberán tomar todas las precauciones necesarias	X		Para prevenir su inflamación o reacción	X		
Artículo 6 inciso 2	Durante el manejo de los residuos peligrosos	X		Se deberán tomar todas las medidas necesarias para evitar derrames, descargas o emanaciones de sustancias peligrosas al medio ambiente.	X		
Artículo 7	En cualquier etapa del manejo de residuos peligrosos	X		Queda expresamente prohibida la mezcla de éstos con residuos que no tengan ese carácter o con otras sustancias o materiales, cuando dicha mezcla tenga como fin diluir o disminuir su concentración.	X		
Artículo 8 inciso 1	Los contenedores de residuos peligrosos	X		Estar rotulados indicando, en forma claramente visible, las características de peligrosidad del residuo contenido de acuerdo a la Norma Chilena NCh 2.190 Of 93		X	
Artículo 8 inciso 2	Los contenedores de residuos peligrosos	X		Sólo podrán ser movidos manualmente si su peso total incluido el contenido, no excede de 30 kilogramos.	X	X	
Artículo 8 inciso 3	Los contenedores de residuos peligrosos	X		Sólo se podrán reutilizar contenedores cuando no se trate de residuos incompatibles, a menos que hayan sido previamente descontaminados.	X	X	

Artículo 9 inciso 1°	Sólo se podrán mezclar o poner en contacto entre sí residuos peligrosos	X		Cuando sean de naturaleza similar o compatible. Para estos efectos la “Tabla de Incompatibilidades” del artículo 87 tendrá carácter referencial.		X	
Artículo 9 inciso 2°	Sólo se podrán mezclar o poner en contacto entre sí residuos peligrosos	X		En los procesos de eliminación podrán mezclarse residuos de los grupos A y B de dicha Tabla, cuando se demuestre que los efectos de la reacción que ellos generan se encuentran bajo control.		X	
<b>TÍTULO II DE LA IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN</b>							
Artículo	Requisito normativo	Aplica		Requisito de cumplimiento	Cumple		Observación
		SI	NO		SI	NO	
Artículo 21	Toda instalación, equipo o contenedor, o cualquiera de sus partes, que haya estado en contacto directo con residuos peligrosos	X		Deberá ser manejado como tal y no podrá ser destinado a otro uso sin que haya sido previamente descontaminado.	X		
Artículo 24	Los envases de plaguicidas se considerarán residuos peligrosos	X		A menos que sean sometidos al procedimiento de triple lavado y manejados conforme a un programa de eliminación.		X	
<b>TÍTULO III DE LA GENERACIÓN</b>							
Artículo	Requisito normativo	Aplica		Requisito de cumplimiento	Cumple		Observación
		SI	NO		SI	NO	
Artículo 25	Las instalaciones, establecimientos o actividades que anualmente den origen a más de 12 kilogramos de residuos tóxicos agudos o a más de 12 toneladas de residuos peligrosos que presenten cualquier otra característica de peligrosidad		X	Deberán contar con un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos presentado ante la Autoridad Sanitaria.			

Artículo 26	El Plan de Manejo de Residuos Peligrosos		X	Deberá privilegiar opciones de sustitución en la fuente, minimización y reciclaje cuyo objetivo sea reducir la peligrosidad, cantidad y/o volumen de residuos que van a disposición final			
Artículo 28	El Generador		X	Deberá establecer un manejo diferenciado entre los residuos peligrosos y los que no lo son.			
<b>TÍTULO IV DEL ALMACENAMIENTO</b>							
Artículo	Requisito normativo	Aplica		Requisito de cumplimiento	Cumple		Observación
		SI	NO		SI	NO	
Artículo 29	Todo sitio destinado al almacenamiento de residuos peligrosos	X		Deberá contar con la correspondiente autorización sanitaria de instalación, a menos que éste se encuentre incluido en la autorización sanitaria de la actividad principal.		X	
Artículo 31	El período de almacenamiento de los residuos peligrosos no podrá exceder de 6 meses	X		No podrá exceder de 6 meses		X	
Artículo 33	Almacenamiento de residuos peligrosos	X		a) Tener una base continua, impermeable y resistente estructural y químicamente a los residuos. b) Contar con un cierre perimetral de a lo menos 1,80 metros de altura que impida el libre acceso de personas y animales. c) Estar techados y protegidos de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar.		X	
Artículo 34	El sitio de almacenamiento deberá tener acceso restringido	X		En términos que sólo podrá ingresar personal debidamente autorizado por el responsable de la instalación.	X		
Artículo 35	El sitio de almacenamiento de residuos reactivos o inflamables,	X		Deberá estar a 15 metros, a lo menos, de los deslindes de la propiedad.		X	
<b>TÍTULO V DEL TRANSPORTE</b>							

Artículo	Requisito normativo	Aplica		Requisito de cumplimiento	Cumple		Observación
		SI	NO		SI	NO	
Artículo 37	Plan de Contingencias		X	Para abordar posibles accidentes que ocurran durante el proceso de transporte			
Artículo 40	El personal que realice el transporte de residuos peligrosos		X	Deberá estar debidamente capacitado para la operación adecuada del vehículo y de sus equipos y para enfrentar posibles emergencias.			
Artículo 41	Los vehículos que se utilicen en el transporte de residuos peligrosos		X	Deberán estar diseñados, contruidos y operados de modo que cumplan su función con plena seguridad, conforme a las normas del presente reglamento, sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento de Transporte de Sustancias Peligrosas por Calles y Caminos, fijado en el Decreto Supremo N° 298, de 25 de Noviembre de 1994, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.			

**Anexo 3. Elementos para determinación de MIPER: Probabilidad e índice de severidad.**

**a) PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL(LOS) INCIDENTE(S) ASOCIADO(S)**

<b>Clasificación</b>	<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	<b>Puntaje</b>
BAJA	El incidente potencial se ha presentado una vez o nunca en el área, en el período de un año.	3
MEDIA	El incidente potencial se ha presentado 2 a 11 veces en el área, en el período de un año.	5
ALTA	El incidente potencial se ha presentado 12 o más veces en el área, en el período de un año.	9

**b) Severidad (S):**

<b>Clasificación</b>	<b>Severidad o Gravedad</b>	<b>Puntaje</b>
LIGERAMENTE DAÑINO	Primeros Auxilios Menores, Rasguños, Contusiones, Polvo en los Ojos, Erosiones Leves.	4
DAÑINO	Lesiones que requieren tratamiento médico, esguinces, torceduras, quemaduras, Fracturas, Dislocación, Laceración que requiere suturas, erosiones profundas.	6
EXTREMADAMENTE DAÑINO	Fatalidad – Para / Cuadriplejia – Ceguera. Incapacidad permanente, amputación, mutilación,	8

#### Anexo 4. Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos MIPER

AREA	SUSTANCIAS PELIGROSAS	PELIGRO	INCIDENTES POTENCIAL	Eventos peligrosos	SEGURIDAD			
					Probabilidad (P)	Severidad (S)	Evaluación del Riesgo	Nivel de Riesgo
Bodega de almacenamiento de sustancias peligrosas	<b>Fenolftaleína</b> <b>Petróleo combustible</b> <b>Éter de petróleo</b> <b>Hexano</b> <b>Alcohol Etilico</b>	1.- Transporte de sustancias hacia la bodega.	1.- Choque, atropello o colisión por no respetar velocidad (20 km/h) y señaléticas (Pare, ceda el paso, etc.), por pérdida de visibilidad o distracción con elementos ajenos a la conducción (teléfonos, GPS, etc.)	Fuga	3	6	18	Riesgo bajo
				Incendio	5	8	40	Riesgo importante
				Explosión	3	8	24	Riesgo moderado
			2.- Caída de contenedores desde el ingreso y salida de la bodega.	Fuga	5	6	30	Riesgo moderado
				Incendio	5	8	40	Riesgo importante
				Explosión	5	8	40	Riesgo importante
			3.- Desastres naturales que	Fuga	3	6	18	Riesgo bajo

			provoquen el volcamiento de contenedores durante la actividad de transporte de sustancias hacia la bodega (terremoto, inundaciones o sismos).	<b>Incendio</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>Riesgo bajo</b>
				<b>Explosión</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>Riesgo moderado</b>
			4.- Ruptura de contenedores por golpe al momento del ingreso de los productos peligrosos a las bodegas	<b>Fuga</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>Riesgo moderado</b>
				<b>Incendio</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>Riesgo moderado</b>
				<b>Explosión</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>Riesgo bajo</b>
		2.- Manipulación de las sustancias dentro de la bodega.	1.- Volcamiento de contenedores por incorrecta manipulación o por sobrepeso de los mismos al momento de manipularlos	<b>Fuga</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>54</b>	<b>Riesgo importante</b>
				<b>Incendio</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>72</b>	<b>Riesgo crítico</b>
				<b>Explosión</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>Riesgo moderado</b>
		3.- Almacenamiento.	1.- Volcamiento de contenedores por	<b>Fuga</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>Riesgo bajo</b>



			desniveles de suelo.	<b>Incendio</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>Riesgo bajo</b>
				<b>Explosión</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>Riesgo moderado</b>
			2.- Aumento de presión inesperada	<b>Fuga</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>Riesgo bajo</b>
				<b>Incendio</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>Riesgo bajo</b>
				<b>Explosión</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>Riesgo bajo</b>
			3.- Contenedores en mal estado	<b>Fuga</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>Riesgo moderado</b>
				<b>Incendio</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>Riesgo moderado</b>
				<b>Explosión</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>40</b>	<b>Riesgo importante</b>
			4.- Mantener abiertos o mal cerrados los envases.	<b>Fuga</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>Riesgo bajo</b>
				<b>Incendio</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>Riesgo bajo</b>
				<b>Explosión</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>Riesgo bajo</b>
			5.- Corte circuito en instalaciones eléctricas que genere chispas o llamas	<b>Fuga</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>Riesgo bajo</b>
				<b>Incendio</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>Riesgo moderado</b>
				<b>Explosión</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>Riesgo moderado</b>

		4.- Peligros externos	1.- Incendio en bosque de pinos ubicados cerca de la bodega	Fuga	3	6	18	Riesgo bajo
				Incendio	5	8	40	Riesgo importante
				Explosión	3	8	24	Riesgo moderado
			2.- Incendio en pila de leña ubicada cerca de la bodega	Fuga	5	6	30	Riesgo moderado
				Incendio	5	8	40	Riesgo importante
				Explosión	3	8	24	Riesgo moderado
			3.- Incendio en bodega de materiales	Fuga	3	8	24	Riesgo moderado
				Incendio	5	8	40	Riesgo importante
				Explosión	5	8	40	Riesgo importante
			4.- Incendio en planta	Fuga	3	8	24	Riesgo moderado
				Incendio	3	8	24	Riesgo moderado
				Explosión	3	8	24	Riesgo moderado
Bodega temporal de residuos peligrosos	<b>Ácido Acético</b> <b>Hidróxido de Sodio</b> <b>Clorofor</b>	1.- Transporte de sustancias hacia la bodega.	1.- Choque, atropello o colisión por no respetar velocidad (20 km/h) y	Fuga	5	8	40	Riesgo importante

os	mo		señaléticas (Pare, ceda el paso, etc.), por pérdida de visibilidad o distracción con elementos ajenos a la conducción (teléfonos, GPS, emisoras etc.)	<b>Incendio</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>40</b>	<b>Riesgo importante</b>
				<b>Explosión</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>Riesgo moderado</b>
			2.- Caída de contenedores desde el ingreso y salida de la bodega.	<b>Fuga</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>40</b>	<b>Riesgo importante</b>
				<b>Incendio</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>Riesgo moderado</b>
				<b>Explosión</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>Riesgo moderado</b>
			3.- Desastres naturales que provoquen el volcamiento de contenedores durante la actividad de transporte de sustancias hacia la bodega (terremoto, inundaciones o sismos).	<b>Fuga</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>Riesgo bajo</b>
				<b>Incendio</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>Riesgo moderado</b>
				<b>Explosión</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>Riesgo moderado</b>

			4.- Ruptura de contenedores por golpe al momento del ingreso de los productos peligrosos a las bodegas	Fuga	5	6	30	Riesgo moderado
				Incendio	5	6	30	Riesgo moderado
				Explosión	5	6	30	Riesgo moderado
		2.- Manipulación de las sustancias dentro de la bodega.	1.- Volcamiento de contenedores por incorrecta manipulación o por sobrepeso de los mismos al momento de manipularlos	Fuga	9	6	54	Riesgo importante
				Incendio	9	8	72	Riesgo crítico
				Explosión	3	8	24	Riesgo moderado
		3.- Almacenamiento.	1.- Volcamiento de contenedores por desniveles de suelo.	Fuga	5	6	30	Riesgo moderado
				Incendio	5	6	30	Riesgo moderado
				Explosión	3	6	18	Riesgo bajo
			2.- Aumento de presión inesperada	Fuga	3	4	12	Riesgo bajo
				Incendio	5	6	30	Riesgo moderado
				Explosión	3	6	18	Riesgo bajo
			3.- Contenedores en mal estado	Fuga	5	3	15	Riesgo bajo
				Incendio	5	6	30	Riesgo moderado

				<b>Explosión</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>Riesgo bajo</b>
			4.- Mantener abiertos o mal cerrados los envases.	<b>Fuga</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>54</b>	<b>Riesgo importante</b>
				<b>Incendio</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>72</b>	<b>Riesgo crítico</b>
				<b>Explosión</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>Riesgo moderado</b>
			5.- Corte circuito en instalaciones eléctricas que genere chispas o llamas	<b>Fuga</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>Riesgo moderado</b>
				<b>Incendio</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>Riesgo moderado</b>
				<b>Explosión</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>Riesgo moderado</b>
		4.- Peligros externos	1.- Incendio en bosque de pinos ubicados cerca de la bodega	<b>Fuga</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>Riesgo bajo</b>
				<b>Incendio</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>Riesgo moderado</b>
				<b>Explosión</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>Riesgo moderado</b>
			2.- Incendio en pila de leña ubicada cerca de la bodega	<b>Fuga</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>Riesgo bajo</b>
				<b>Incendio</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>Riesgo bajo</b>
				<b>Explosión</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>Riesgo bajo</b>
			3.- Incendio en bodega de materiales	<b>Fuga</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>Riesgo bajo</b>
				<b>Incendio</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>Riesgo bajo</b>
				<b>Explosión</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>Riesgo bajo</b>
			5.- Incendio en planta	<b>Fuga</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>Riesgo moderado</b>
				<b>Incendio</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>Riesgo moderado</b>
				<b>Explosión</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>Riesgo moderado</b>

**Anexo 5. Análisis de consecuencias para bodega de almacenamiento de sustancias peligrosas utilizando NTP 326: Radiación térmica en incendios de líquidos y gases.**

La fórmula principal para la determinación de la radiación térmica es la siguiente:

$$q = d \times F \times E$$

Obteniéndose como resultado para cada variable:

i) Coeficiente de transmisión atmosférica (d):

Se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$d = 2,02 \times (P_v \times X)^{-0,09}$$

Dónde:

P<sub>v</sub>: Presión parcial del vapor de agua a la temperatura determinada (Pa), X: Longitud de recorrido de la radiación, distancia desde la superficie de la llama al blanco receptor (m).

Para la determinación del coeficiente de transmisión atmosférica se consideró las temperaturas promedio de invierno y verano, además de la humedad relativa del aire ambiental de las épocas e invierno y verano en el pueblo de Coihue a través de la página meteorológica [climate-data.org](http://climate-data.org) (Tabla 1).

Se utilizó un X de 50,03 m, ya que es la distancia a la cual se encuentran los trabajadores más cercanos al lugar en estudio.

Tabla 1. Temperatura y humedad relativa del pueblo de Coihue.

Época del año	Temperatura ambiente	Humedad relativa
Invierno	8,2 °C	78,20%
Verano	19,8 °C	58,93%

La presión parcial del vapor de agua se calcula a partir de la humedad relativa del aire ambiental y de los valores de las presiones de vapor saturado a diferentes temperaturas dadas en la tabla 2.

Tabla 2. Presión de vapor saturado del agua (Pa) en función de la temperatura (°C).

Temperatura °C	Presión de vapor (Pa)	Temperatura °C	Presión de vapor (Pa)
0	600	19	2170
2	700	20	2310
4	800	21	2450
6	920	22	2610
8	1060	23	2770
10	1210	24	2940
11	1300	25	3130
12	1380	26	3320
14	1580	27	3520
15	1680	28	3730
16	1790	29	3950
17	1920	30	4190
18	2040		

La presión de vapor según la temperatura existente, está dada en la tabla 2. Ya que las cifras de temperatura no son números enteros, se debe realizar una interpolación para la determinación de la presión de vapor saturado del agua (Tabla 3).

Tabla 3. Presión de vapor según temperatura.

Época del año	Temperatura	Presión de vapor saturada
Invierno	8,2 °C	1075 Pa
Verano	19,8 °C	2282 Pa

La presión parcial de vapor se calcula multiplicando la humedad relativa por la presión de vapor saturado a la temperatura existente (Tabla 4).

$P_v = \text{Humedad Relativa} \times \text{Presión de vapor saturado.}$

Tabla 4. Presión de vapor parcial ( $P_v$ ).

Época del año	Humedad relativa	Presión de vapor saturada	Presión de vapor parcial
Invierno	0,7820	1075 Pa	840,65 Pa
Verano	0,5893	2282 Pa	1344,78 Pa

Reemplazando en la formula inicial de coeficiente de transmisión atmosférica se obtiene (Tabla 5):

$$d = 2,02 \times (P_v \times X)^{-0,09}$$

Tabla 5. Coeficiente de transmisión atmosférica según época del año.

Época del año	Coeficiente de transmisión atmosférica (d)
Invierno	0,77
Verano	0,74

ii) Factor de visión geotérmico vertical y horizontal:

Para este estudio se consideró el incendio en forma rectangular (Figura 1), por lo que se determinó los correspondientes factores de visión geotérmica indicados en la tabla 6.

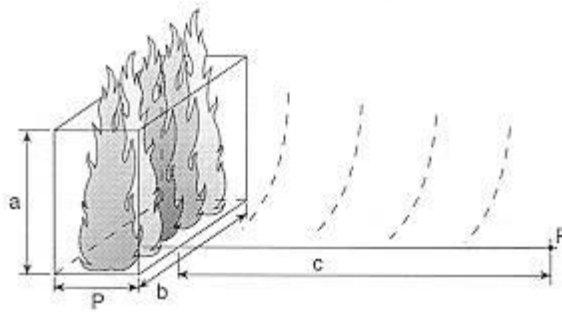


Figura 1. Forma de Incendio con frente rectangular.



Tabla 6. Factor de visión geotérmico para incendio rectangular.

Factor de visión horizontal, $F_h$												
a/b c/b	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0				
0,1	0,0732	0,1380	0,1705	0,1998	0,2126	0,2217	0,2279	0,2305				
0,2	0,0263	0,0728	0,1105	0,1549	0,1774	0,1944	0,2063	0,2113				
0,3	0,0127	0,0414	0,0720	0,1182	0,1459	0,1687	0,1855	0,1928				
0,4	0,0073	0,0257	0,0485	0,0899	0,1190	0,1452	0,1660	0,1752				
0,5	0,0047	0,0171	0,0339	0,0687	0,0966	0,1243	0,1478	0,1588				
0,6	0,0032	0,00120	0,0245	0,0530	0,0784	0,1059	0,1312	0,1436				
0,7	0,0023	0,0087	0,0182	0,0414	0,0638	0,0903	0,1162	0,1296				
0,8	0,0017	0,0065	0,0139	0,0327	0,0522	0,0767	0,1028	0,1169				
0,9	0,0013	0,0050	0,0108	0,0261	0,0429	0,0653	0,0908	0,1054				
1,0	0,0010	0,0040	0,0086	0,0211	0,0355	0,0557	0,0803	0,0951				
1,2	0,0007	0,0026	0,0056	0,0142	0,0249	0,0409	0,0629	0,0774				
1,5	0,0004	0,0015	0,0032	0,0084	0,0152	0,0265	0,0440	0,0572				
2	0,0002	0,0007	0,0015	0,0041	0,0076	0,0139	0,0253	0,0355				
3	0,0001	0,0002	0,0005	0,0013	0,0026	0,0050	0,0100	0,0154				
4	—	0,0001	0,0002	0,0006	0,0011	0,0023	0,0047	0,0077				
5	—	—	0,0001	0,0003	0,0006	0,0012	0,0026	0,0043				
Factor de visión vertical, $F_v$												
b/c a/c	10	5	3	2	1	0,75	0,50	0,25	0,2	01	0,05	0,02
10	0,2480	0,2447	0,2369	0,2234	0,1767	0,1499	0,1118	0,0606	0,0490	0,0249	0,0125	0,0050
5	0,2447	0,2421	0,2350	0,2221	0,1750	0,1491	0,1114	0,0604	0,0489	0,0248	0,0124	0,0050
3	0,2369	0,2350	0,2292	0,2176	0,1734	0,1478	0,1101	0,0598	0,0483	0,0245	0,0123	0,0049
2	0,2234	0,2221	0,2176	0,2078	0,1674	0,1427	0,1068	0,0581	0,0470	0,0239	0,0120	0,0048
1	0,1767	0,1760	0,1734	0,1674	0,1385	0,1193	0,0902	0,0494	0,0400	0,0203	0,0102	0,0041
0,75	0,1499	0,1494	0,1475	0,1427	0,1193	0,1032	0,0784	0,0431	0,0349	0,0178	0,0089	0,0036
0,50	0,1118	0,1114	0,1101	0,1068	0,0902	0,0784	0,0599	0,0331	0,0268	0,0137	0,0069	0,0027
0,25	0,0606	0,0604	0,0598	0,0581	0,0494	0,0431	0,0331	0,0184	0,0149	0,0076	0,0038	0,0015
0,20	0,0490	0,0489	0,0483	0,0470	0,0400	0,0349	0,0268	0,0149	0,0121	0,0062	0,0031	0,0012
0,10	0,0249	0,0248	0,0245	0,0239	0,0203	0,0178	0,0137	0,0076	0,0062	0,0031	0,0016	0,0006
0,05	0,0123	0,0124	0,0123	0,0120	0,0102	0,0089	0,0069	0,0038	0,0031	0,0016	0,0008	0,0003
0,002	0,0050	0,0050	0,0049	0,0048	0,0041	0,0036	0,0027	0,0015	0,0012	0,0006	0,0003	0,0001

$$F_{\max} = \sqrt{F_v^2 + F_h^2}$$

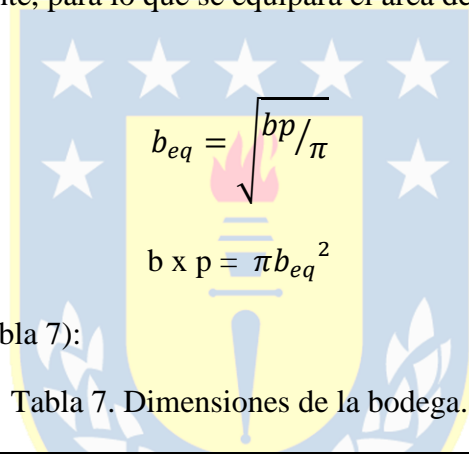
De acuerdo a la figura 1, la altura de las llamas se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$a = 29 b_{eq}^{0,7} \times m^{0,6}$$

Correspondiendo:

b: Diámetro equivalente, m= Caudal de evaporación.

El diámetro equivalente, para lo que se equipara el área del rectángulo a un círculo de radio  $b_{eq}$  :



Correspondiendo (Tabla 7):

Tabla 7. Dimensiones de la bodega.

Datos	Valores
Largo de la bodega (b)	14,07 m
Ancho de la bodega (p)	5,04 m
$b_{eq}$	4,75 m

Para el caudal de evaporación  $m$  correspondiente para líquidos con punto de ebullición superior a la temperatura ambiente, se calcula mediante la expresión:

$$m = \frac{h_c}{C_p \Delta T + h_v} \cdot 10^{-3} \text{ Kg/m}^2 \text{ s}$$

Dónde:

$C_p$ = Calor específico a presión constante (J/Kg. K),  $\Delta T$ = Diferencia entre la temperatura de ebullición del líquido y la temperatura ambiente en grados kelvin (K),  $h_c$ = Calor de combustión del producto evaporado (J/Kg),  $h_v$  = Calor latente de vaporización (J/Kg).

Obteniéndose:

$C_p = 2420 \text{ J/Kg}$  (Srs, W y Zemansky, M, 2009)

Para el  $\Delta T$ , se tiene (Tabla 8):

Tabla 8. Temperatura en grados kelvin.

Temperatura	Grados Celsius	Grados Kelvin
Temperatura de ebullición	79	352
Temperatura ambiente de verano	19,8	292,8
Temperatura ambiente invierno	8,2	281,2

Para la determinación de  $\Delta T$ , se utilizó la siguiente formula:

$$\Delta T = \text{Temperatura de ebullición} - \text{Temperatura ambiente}$$

Obteniéndose las siguientes  $\Delta T$  de acuerdo a los datos anteriores (Tabla 9).

Tabla 9. Diferencia entre la temperatura de ebullición del líquido y la temperatura ambiente en grados kelvin (K)

Datos	Valores
$\Delta T$ para verano	59,2°K
$\Delta T$ para invierno	70,8 °K

Para variables restantes se obtiene (Tabla 10).

Tabla 10. Variables para la determinación del caudal de evaporación.

Datos	Valores
$h_c$	27.630.000 J/Kg (Pohanish, R., 2005)
$h_v$	846.000 J/Kg (Gymnázium Budějovická, 2008)
$C_p$	2420 J/Kg (Srs, W y Zemansky, M, 2009)

Reemplazando en la fórmula para el caudal de evaporación, se obtiene:

Tabla 11. Caudal de evaporación.

Caudal de evaporación en invierno y verano	Valores del caudal de evaporación
m para verano ( $m_v$ )	0,0279 Kg/m <sup>2</sup> s
m para invierno ( $m_l$ )	0,0271 Kg/m <sup>2</sup> s

Por lo tanto, para la altura de la llama se tiene (Tabla 12):

$$a = 29b_{eq}^{0,7} \times m^{0,6}$$

Tabla 12. Altura de la llama.

Época del año	Altura de la llama (a) en metros
Verano	10,079
Invierno	9,905

Para c, el cual es la distancia entre el centro de la base de la llama y P, también, puede considerarse otra distancia deseada, para este caso se consideró:

$$P = 50,03 \text{ m} = c$$

Con los datos obtenidos de a, b y c y la ayuda de la tabla n° 6, se obtiene el factor de visión geométrico horizontal y vertical para incendio rectangular, obteniéndose (Tabla 13):

Tabla 13. Factor de visión geométrico horizontal.

Factor de visión geométrico horizontal	Formula	Valor
$a_v/b$	10,079/ 14,07	0,72
$a_l/b$	9,905/ 14,07	0,70
$c/b$	50,03/ 14,07	3,56

Teniendo en cuenta los valores de intensidad media de radiación E, no puede darse gran precisión, se puede optar por el valor más desfavorable, es decir, el factor de mayor visión geométrica (Tabla 14), el cual corresponde en este caso:

Tabla 14. Factor mayor de visión geométrico horizontal.

Factor mayor de visión geométrico	Valor
$a_v/b$	1,0
$a_l/b$	1,0
$c/b$	3,0

Por lo tanto, utilizando la tabla 6, se obtuvo (Tabla 15).

Tabla 15. Factor de visión geométrico horizontal para estaciones del año, verano e invierno.

Factor de visión geométrico horizontal para estaciones del año	Valores
Verano	0,0050
Invierno	0,0050

Para el factor de visión geométrico vertical (Tabla 16), se obtuvo de acuerdo a la tabla 6.

Tabla 16. Factor de visión geométrico vertical.

Factor de visión geométrico vertical	Formula	Valor
$b/c$	14,07/50,03	0,281
$a_v/c$	10,079/50,03	0,202
$a_l/c$	9,905/50,03	0,201

Empleando el mismo criterio de factor geométrico horizontal, se obtiene con ayuda de la tabla 6 (Tabla 17):

Tabla 17. Factor mayor de visión geométrico vertical.

Factor mayor de visión geométrico	Valor
$b/c$	0,50
$a_v/c$	0,25
$a_l/c$	0,25

Por lo tanto, utilizando la tabla 6, se obtuvo (Tabla 18).

Tabla 18. Factor de visión geométrico vertical para estaciones del año, verano e invierno.



Factor de visión geométrico vertical para estaciones del año	Valores
Verano	0,0331
Invierno	0,0331

iii) Intensidad de radiación de la llama (E):

Esta variable, depende del tipo de combustible y del diámetro de la base del líquido incendiado, el cual está dado por la tabla 19, que indica para diversos combustibles los valores de E.

Tabla 19. Líquidos de temperatura de ebullición menos a la temperatura de ambiente.

<b>LÍQUIDOS CON TEMPERATURA EBULLICIÓN &gt; TEMPERATURA AMBIENTE (CHARCOS NO HIRVIENTES)</b>	
Acetato de vinilo .....	30
Acetonitrilo .....	37
Acrilonitrilo .....	26
Acido fórmico .....	=2
Alcohol alílico .....	38
Acrilato de metilo .....	30
Benceno .....	70
Bromo	
N-butil mercaptano .....	85
T-butil mercaptano .....	73
Cloroformo .....	=1
Cloruro de alilo .....	32
Dicloropropano .....	20
Dietilamina .....	77
Disulfuro de carbono .....	16
Epiclorhidrina .....	22
Etilendiamina .....	30
Etil mercaptano .....	59
Formiato de etilo .....	30
Formato de metilo .....	19
Metanol .....	15
Nafta disolvente .....	68
Oxido de propileno .....	45
Tetracloruro de carbono .....	=1
Tetraetilo de plomo .....	20
Tetrahidrotiofeno .....	-

Correspondiendo para el etanol o alcohol etílico:

$$E = 38 \text{ kw/ m}^2$$

Por lo tanto, según la formula principal de irradiación recibida por una persona u objeto en posición vertical y horizontal para las estaciones de invierno y verano será de (Tabla 20):

$$q = d \times F \times E$$

Tabla 20. Irradiación recibida para posición vertical en las estaciones de invierno y verano.

Estación	Irradiación recibida en posición vertical	Irradiación recibida en posición horizontal
Invierno	0,96 KW/m <sup>2</sup>	0,15 KW/m <sup>2</sup>
Verano	0,93 KW/m <sup>2</sup>	0,14 KW/m <sup>2</sup>

El limite soportable para las personas es de 4 a 5 KW/m<sup>2</sup>

Radiación máxima tolerable para personas y materiales, están expresadas en la tabla 21:

Tabla 21. Radiación tolerable de materiales y personas.

MÁXIMA RADIACIÓN TOLERABLE	
	Irradiación térmica kW/m <sup>2</sup>
<b>Materiales</b>	
Pared de ladrillos.....	400
Hormigón armado .....	200
Cemento .....	60
Acero .....	40
Madera .....	10
<b>Personas</b>	
Durante 20 s. sin quemaduras .....	6,5
Bomberos y personas protegidas ....	4,7
Personas desprotegidas .....	4,0

**Anexo 6. Análisis de consecuencias para bodega temporal de residuos peligrosos en pequeñas cantidades utilizando NTP 326: Radiación térmica en incendios de líquidos y gases.**

La fórmula principal para la determinación de la radiación térmica es la siguiente:

$$q = d \times F \times E$$

Obteniéndose como resultado para cada variable:

i) Coeficiente de transmisión atmosférica (d):

Se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$d = 2,02 \times (Pv \times X)^{-0,09}$$

Dónde:

Pv: Presión parcial del vapor de agua a la temperatura determinada (Pa), X: Longitud de recorrido de la radiación, distancia desde la superficie de la llama al blanco receptor (m).

Para la determinación del coeficiente de transmisión atmosférica se consideró las temperaturas promedio de invierno y verano, además de la humedad relativa del aire ambiental de las épocas e invierno y verano en el pueblo de Coihue a través de la página meteorológica [climate-data.org](http://climate-data.org) (Tabla 1).

Se utilizó un X de 50,03 m, ya que es la distancia a la cual se encuentran los trabajadores más cercanos al lugar en estudio.

Tabla 1. Temperatura y humedad relativa del pueblo de Coihue.

Época del año	Temperatura ambiente	Humedad relativa
Invierno	8,2 °C	78,20%
Verano	19,8 °C	58,93%



La presión parcial del vapor de agua se calcula a partir de la humedad relativa del aire ambiental y de los valores de las presiones de vapor saturado a diferentes temperaturas dadas en la tabla 2.

Tabla 2. Presión de vapor saturado del agua (Pa) en función de la temperatura (°C).

Temperatura °C	Presión de vapor (Pa)	Temperatura °C	Presión de vapor (Pa)
0	600	19	2170
2	700	20	2310
4	800	21	2450
6	920	22	2610
8	1060	23	2770
10	1210	24	2940
11	1300	25	3130
12	1380	26	3320
14	1580	27	3520
15	1680	28	3730
16	1790	29	3950
17	1920	30	4190
18	2040		

La presión de vapor según la temperatura existente, está dada en la tabla 2. Ya que las cifras de temperatura no son números enteros, se debe realizar una interpolación para la determinación de la presión de vapor saturado del agua (Tabla 3).

Tabla 3. Presión de vapor según temperatura.

Época del año	Temperatura	Presión de vapor saturada
Invierno	8,2 °C	1075 Pa
Verano	19,8 °C	2282 Pa

La presión parcial de vapor se calcula multiplicando la humedad relativa por la presión de vapor saturado a la temperatura existente (Tabla 4).

$P_v = \text{Humedad Relativa} \times \text{Presión de vapor saturado}$ .

Tabla 4. Presión de vapor parcial ( $P_v$ ).

Época del año	Humedad relativa	Presión de vapor saturada	Presión de vapor parcial
Invierno	0,7820	1075 Pa	840,65 Pa
Verano	0,5893	2282 Pa	1344,78 Pa

Reemplazando en la fórmula inicial de coeficiente de transmisión atmosférica se obtiene (Tabla 5):

$$d = 2,02 \times (P_v \times X)^{-0,09}$$

Tabla 5. Coeficiente de transmisión atmosférica según época del año.

Época del año	Coefficiente de transmisión atmosférica (d)
Invierno	0,77
Verano	0,74

ii) Factor de visión geotérmico vertical y horizontal:

Para este estudio se consideró el incendio en forma rectangular (Figura 1), por lo que se determinó los correspondientes factores de visión geotérmica indicados en la tabla 6.

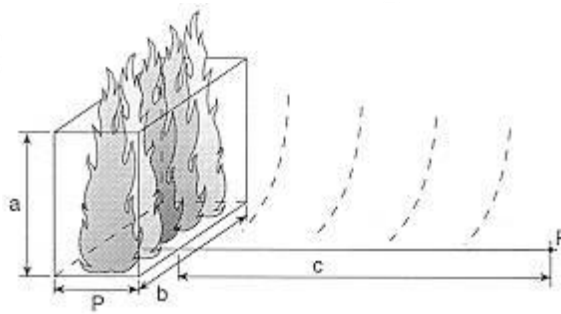


Figura 1. Forma de Incendio con frente rectangular.

Tabla 6. Factor de visión geotérmico para incendio rectangular.

Factor de visión horizontal, $F_h$												
a/b c/b	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0				
0,1	0,0732	0,1380	0,1705	0,1998	0,2126	0,2217	0,2279	0,2305				
0,2	0,0263	0,0728	0,1105	0,1549	0,1774	0,1944	0,2063	0,2113				
0,3	0,0127	0,0414	0,0720	0,1182	0,1459	0,1687	0,1855	0,1928				
0,4	0,0073	0,0257	0,0485	0,0899	0,1190	0,1452	0,1660	0,1752				
0,5	0,0047	0,0171	0,0339	0,0687	0,0966	0,1243	0,1478	0,1588				
0,6	0,0032	0,00120	0,0245	0,0530	0,0784	0,1059	0,1312	0,1436				
0,7	0,0023	0,0087	0,0182	0,0414	0,0638	0,0903	0,1162	0,1296				
0,8	0,0017	0,0065	0,0139	0,0327	0,0522	0,0767	0,1028	0,1169				
0,9	0,0013	0,0050	0,0108	0,0261	0,0429	0,0653	0,0908	0,1054				
1,0	0,0010	0,0040	0,0086	0,0211	0,0355	0,0557	0,0803	0,0951				
1,2	0,0007	0,0026	0,0056	0,0142	0,0249	0,0409	0,0629	0,0774				
1,5	0,0004	0,0015	0,0032	0,0084	0,0152	0,0265	0,0440	0,0572				
2	0,0002	0,0007	0,0015	0,0041	0,0076	0,0139	0,0253	0,0355				
3	0,0001	0,0002	0,0005	0,0013	0,0026	0,0050	0,0100	0,0154				
4	—	0,0001	0,0002	0,0006	0,0011	0,0023	0,0047	0,0077				
5	—	—	0,0001	0,0003	0,0006	0,0012	0,0026	0,0043				
Factor de visión vertical, $F_v$												
b/c a/c	10	5	3	2	1	0,75	0,50	0,25	0,2	01	0,05	0,02
10	0,2480	0,2447	0,2369	0,2234	0,1767	0,1499	0,1118	0,0606	0,0490	0,0249	0,0125	0,0050
5	0,2447	0,2421	0,2350	0,2221	0,1750	0,1491	0,1114	0,0604	0,0489	0,0248	0,0124	0,0050
3	0,2369	0,2350	0,2292	0,2176	0,1734	0,1478	0,1101	0,0598	0,0483	0,0245	0,0123	0,0049
2	0,2234	0,2221	0,2176	0,2078	0,1674	0,1427	0,1068	0,0581	0,0470	0,0239	0,0120	0,0048
1	0,1767	0,1760	0,1734	0,1674	0,1385	0,1193	0,0902	0,0494	0,0400	0,0203	0,0102	0,0041
0,75	0,1499	0,1494	0,1475	0,1427	0,1193	0,1032	0,0784	0,0431	0,0349	0,0178	0,0089	0,0036
0,50	0,1118	0,1114	0,1101	0,1068	0,0902	0,0784	0,0599	0,0331	0,0268	0,0137	0,0069	0,0027
0,25	0,0606	0,0604	0,0598	0,0581	0,0494	0,0431	0,0331	0,0184	0,0149	0,0076	0,0038	0,0015
0,20	0,0490	0,0489	0,0483	0,0470	0,0400	0,0349	0,0268	0,0149	0,0121	0,0062	0,0031	0,0012
0,10	0,0249	0,0248	0,0245	0,0239	0,0203	0,0178	0,0137	0,0076	0,0062	0,0031	0,0016	0,0006
0,05	0,0123	0,0124	0,0123	0,0120	0,0102	0,0089	0,0069	0,0038	0,0031	0,0016	0,0008	0,0003
0,002	0,0050	0,0050	0,0049	0,0048	0,0041	0,0036	0,0027	0,0015	0,0012	0,0006	0,0003	0,0001

$$F_{\max} = \sqrt{F_v^2 + F_h^2}$$

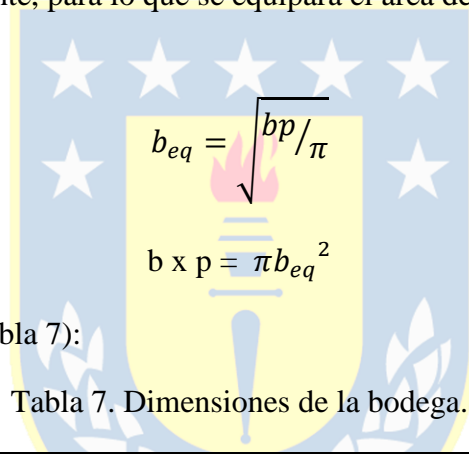
De acuerdo a la figura 1, la altura de las llamas se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$a = 29 b_{eq}^{0,7} \times m^{0,6}$$

Correspondiendo:

b: Diámetro equivalente, m= Caudal de evaporación.

El diámetro equivalente, para lo que se equipara el área del rectángulo a un círculo de radio  $b_{eq}$  :



Correspondiendo (Tabla 7):

Tabla 7. Dimensiones de la bodega.

Datos	Valores
Largo de la bodega (b)	9,17 m
Ancho de la bodega (p)	4,44 m
$b_{eq}$	3,60 m

Para el caudal de evaporación  $m$  correspondiente para líquidos con punto de ebullición superior a la temperatura ambiente, se calcula mediante la expresión:

$$m = \frac{h_c}{C_p \Delta T + h_v} \cdot 10^{-3} \text{ Kg/m}^2 \text{ s}$$

Dónde:

$C_p$ = Calor específico a presión constante (J/Kg. K),  $\Delta T$ = Diferencia entre la temperatura de ebullición del líquido y la temperatura ambiente en grados kelvin (K),  $h_c$ = Calor de combustión del producto evaporado (J/Kg),  $h_v$  = Calor latente de vaporización (J/Kg).

Obteniéndose:

$C_p = 2045 \text{ J/Kg}$  (Hoja de seguridad cloroformo )

Para el  $\Delta T$ , se tiene (Tabla 8):

Tabla 8. Temperatura en grados kelvin.

Temperatura	Grados Celsius	Grados Kelvin
Temperatura de ebullición	61,2	334,2
Temperatura ambiente de verano	19,8	292,8
Temperatura ambiente invierno	8,2	281,2

Para la determinación de  $\Delta T$ , se utilizó la siguiente formula:

$$\Delta T = \text{Temperatura de ebullición} - \text{Temperatura ambiente}$$

Obteniéndose las siguientes  $\Delta T$  de acuerdo a los datos anteriores (Tabla 9).

Tabla 9. Diferencia entre la temperatura de ebullición del líquido y la temperatura ambiente en grados kelvin (K)

Datos	Valores
$\Delta T$ para verano	41,4°K
$\Delta T$ para invierno	53 °K

Para variables restantes se obtiene (Tabla 10).

Tabla 10. Variables para la determinación del caudal de evaporación.

Datos	Valores
$h_c$	3124214,76 J/Kg (Hoja de seguridad cloroformo)
$h_v$	373000 J/Kg (Hoja de seguridad cloroformo)
$C_p$	2045 J/Kg (Hoja de seguridad cloroformo )

Reemplazando en la fórmula para el caudal de evaporación, se obtiene:

Tabla 11. Caudal de evaporación.

Caudal de evaporación en invierno y verano	Valores del caudal de evaporación
m para verano ( $m_v$ )	0,0068 Kg/m <sup>2</sup> s
m para invierno ( $m_l$ )	0,0065 Kg/m <sup>2</sup> s

Por lo tanto, para la altura de la llama se tiene (Tabla 12):

$$a = 29b_{eq}^{0,7} \times m^{0,6}$$

Tabla 12. Altura de la llama.

Época del año	Altura de la llama (a) en metros
Verano	3,559
Invierno	3,464

Para c, el cual es la distancia entre el centro de la base de la llama y P, también, puede considerarse otra distancia deseada, para este caso se consideró:

$$P = 50,03 \text{ m} = c$$

Con los datos obtenidos de a, b y c y la ayuda de la tabla n° 6, se obtiene el factor de visión geométrico horizontal y vertical para incendio rectangular, obteniéndose (Tabla 13):

Tabla 13. Factor de visión geométrico horizontal.

Factor de visión geométrico horizontal	Formula	Valor
$a_v/b$	3,559/ 9,17	0,39
$a_l/b$	3,464/ 9,17	0,38
c/b	50,03/ 9,17	5,46

Teniendo en cuenta los valores de intensidad media de radiación E, no puede darse gran precisión, se puede optar por el valor más desfavorable, es decir, el factor de mayor visión geométrica (Tabla 14), el cual corresponde en este caso:

Tabla 14. Factor mayor de visión geométrico horizontal.

Factor mayor de visión geométrico	Valor
$a_v/b$	0,5
$a_l/b$	0,5
$c/b$	4,0

Por lo tanto, utilizando la tabla 6, se obtuvo (Tabla 15).

Tabla 15. Factor de visión geométrico horizontal para estaciones del año, verano e invierno.

Factor de visión geométrico horizontal para estaciones del año	Valores
Verano	0,0006
Invierno	0,0006

Para el factor de visión geométrico vertical (Tabla 16), se obtuvo de acuerdo a la tabla 6.

Tabla 16. Factor de visión geométrico vertical.

Factor de visión geométrico vertical	Formula	Valor
$b/c$	$9,17/50,03$	0,183
$a_v/c$	$3,559/50,03$	0,071
$a_l/c$	$3,464/50,03$	0,069

Empleando el mismo criterio de factor geométrico horizontal, se obtiene con ayuda de la tabla 6 (Tabla 17):

Tabla 17. Factor mayor de visión geométrico vertical.

Factor mayor de visión geométrico	Valor
$b/c$	0,2
$a_v/c$	0,02
$a_l/c$	0,10

Por lo tanto, utilizando la tabla 6, se obtuvo (Tabla 18).



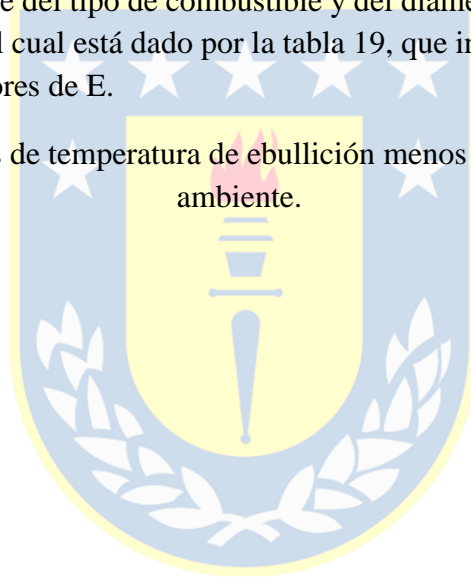
Tabla 18. Factor de visión geométrico vertical para estaciones del año, verano e invierno.

Factor de visión geométrico vertical para estaciones del año	Valores
Verano	0,0062
Invierno	0,0006

iii) Intensidad de radiación de la llama (E):

Esta variable, depende del tipo de combustible y del diámetro de la base del líquido incendiado, el cual está dado por la tabla 19, que indica para diversos combustibles los valores de E.

Tabla 19. Líquidos de temperatura de ebullición menos a la temperatura de ambiente.



Universidad de Concepción  
CAMPUS CHILLÁN



LÍQUIDOS CON TEMPERATURA EBULLICIÓN > TEMPERATURA AMBIENTE (CHARCOS NO HIRVIENTES)	
Acetato de vinilo .....	30
Acetonitrilo .....	37
Acrilonitrilo .....	26
Acido fórmico .....	=2
Alcohol alílico .....	38
Acrilato de metilo .....	30
Benceno .....	70
Bromo	
N-butil mercaptano .....	85
T-butil mercaptano .....	73
Cloroformo .....	=1
Cloruro de alilo .....	32
Dicloropropano .....	20
Dietilamina .....	77
Disulfuro de carbono .....	16
Epiclorhidrina .....	22
Etilendiamina .....	30
Etil mercaptano .....	59
Formiato de etilo .....	30
Formato de metilo .....	19
Metanol .....	15
Nafta disolvente .....	68
Oxido de propileno .....	45
Tetracloruro de carbono .....	=1
Tetraetilo de plomo .....	20
Tetrahidrotiofeno .....	-

Correspondiendo para el cloroformo:

$$E = 1 \text{ kw/ } m^2$$

Por lo tanto, según la formula principal de irradiación recibida por una persona u objeto en posición vertical y horizontal para las estaciones de invierno y verano será de (Tabla 20):

$$q = d \times F \times E$$

Tabla 20. Irradiación recibida para posición vertical en las estaciones de invierno y verano.

Estación	Irradiación recibida en posición vertical	Irradiación recibida en posición horizontal

Invierno	0,005 KW/m <sup>2</sup>	0,0005 KW/m <sup>2</sup>
Verano	0,0004 KW/m <sup>2</sup>	0,0004 KW/m <sup>2</sup>

El limite soportable para las personas es de 4 a 5 KW/m<sup>2</sup>

Radiación máxima tolerable para personas y materiales, están expresadas en la tabla 21:

Tabla 21. Radiación tolerable de materiales y personas.

MÁXIMA RADIACIÓN TOLERABLE	
	Irradiación térmica kW/m <sup>2</sup>
<b>Materiales</b>	
Pared de ladrillos.....	400
Hormigón armado.....	200
Cemento.....	60
Acero.....	40
Madera.....	10
<b>Personas</b>	
Durante 20 s. sin quemaduras.....	6,5
Bomberos y personas protegidas....	4,7
Personas desprotegidas.....	4,0