

**SELECCIÓN DE EQUIPOS Y DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
EN ÁREAS CLASIFICADAS SEGÚN EL CÓDIGO ELÉCTRICO
COLOMBIANO (NTC 2050)**

**MARCO ANDRÉS OCHOA GUERRA
CARMEN TATIANA GAMARRA TUÑÓN**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SEMESTRE II DE 2008
CARTAGENA DE INDIAS D.T.H. y C.**

**SELECCIÓN DE EQUIPOS Y DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
EN ÁREAS CLASIFICADAS SEGÚN EL CÓDIGO ELÉCTRICO
COLOMBIANO (NTC 2050)**

**MARCO ANDRÉS OCHOA GUERRA
CARMEN TATIANA GAMARRA TUÑÓN**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electrónico

EDUARDO GOMEZ VASQUEZ

Ingeniero Electricista, Magíster en Ciencias Computacionales.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SEMESTRE II DE 2008
CARTAGENA DE INDIAS D.T.H. y C.**

Cartagena, 01 Diciembre 2008

SEÑORES
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
ATN: COMITÉ EVALUACIÓN DE PROYECTOS
La ciudad

Cordial saludos,

Me permito presentar ante ustedes para su estudio, consideración y aprobación, el trabajo titulado **“SELECCIÓN DE EQUIPOS Y DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ÁREAS CLASIFICADAS SEGÚN EL CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO (NTC 2050)”** desarrollado por los estudiantes MARCO ANDRÉS OCHOA GUERRA y CARMEN TATIANA GAMARRA TUÑÓN, de cual participe como DIRECTOR.

EDUARDO GÓMEZ VÁSQUEZ
INGENIERO ELECTRICISTA

Cartagena, 01 Diciembre 2008

SEÑORES
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
ATN: COMITÉ EVALUACION DE PROYECTOS
La ciudad

Cordial saludos,

Nos permitimos de la manera mas respetuosa presentar ante ustedes para su estudio, consideración y aprobación, el trabajo titulado "**SELECCIÓN DE EQUIPOS Y DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ÁREAS CLASIFICADAS SEGÚN EL CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO (NTC 2050)**" dirigido por el Ingeniero Eduardo Gómez Vásquez y desarrollado por nosotros, como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Electrónico.

MARCO ANDRES OCHOA GUERRA
CC. 1047374460 de Cartagena

CARMEN TATIANA GAMARRA TUÑÓN
CC. 1128049466 de Cartagena

AUTORIZACION

Yo CARMEN TATIANA GAMARRA TUÑÓN, identificada con Cedula de Ciudadanía 1128049466 de la ciudad de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar a hacer uso del trabajo titulado **“SELECCIÓN DE EQUIPOS Y DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ÁREAS CLASIFICADAS SEGÚN EL CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO (NTC 2050)”** y publicarlo en el catalogo ONLINE de la Biblioteca.

CARMEN TATIANA GAMARRA TUÑÓN
CC. 1128049466 de Cartagena

AUTORIZACION

Yo MARCO ANDRES OCHOA GUERRA, identificada con Cedula de Ciudadanía 1047374460 de la ciudad de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar a hacer uso del trabajo titulado **“SELECCIÓN DE EQUIPOS Y DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ÁREAS CLASIFICADAS SEGÚN EL CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO (NTC 2050)”** y publicarlo en el catalogo ONLINE de la Biblioteca.

MARCO ANDRES OCHOA GUERRA
CC. 1047374460

NOTA DE ACEPTACION

FIRMA PRESIDENTE DE JURADO

FIRMA JURADO

FIRMA JURADO

Cartagena de Indias, 01 Diciembre 2008

AGRADECIMIENTOS

A Jehová Dios, por permitirme culminar con éxito una de las metas mas importantes en mi vida y haberme dirigido con sus sabios consejos durante mi formación.

A mis Padres quienes con su gran apoyo y esfuerzo me brindaron las herramientas necesarias para llegar a la culminación exitosa de mi carrera profesional, sin su valiosa compañía no hubiese sido posible este gran sueño

A mis hermanas Dalys y Maribel, quienes siempre estuvieron dispuestas a ayudarme en cada uno de mis requerimientos. A todos los anteriores, GRACIAS por acompañarme en cada paso durante el camino de mi educación.

Carmen Tatiana Gamarrá Tuñón.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme finalizar con éxito esta etapa de mi vida académica, a mis padres por su constante acompañamiento y sus sabios consejos en todas las etapas de mi carrera, a mi hermano Gabriel porque siempre conté con su voz de ánimo y ayuda en los momentos en que más lo requería, a Maria Paula por apoyarme cuando lo necesitaba y por estar ahí siempre a mi lado, y a todos mis amigos y compañeros con los cuales, sin duda alguna, este logro jamás hubiera sido posible. A todos gracias de corazón por acompañarme en esta etapa de mi vida.

Marco Andrés Ochoa Guerra

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
1. OBJETIVOS	16
1.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2. JUSTIFICACION	17
3. ALCANCE	18
4. METODOLOGÍA	19
5. CLASIFICACIÓN DE LUGARES PELIGROSOS	21
5.1. GENERALIDADES	21
5.1.1. MATERIAL COMBUSTIBLE Y MATERIAL INFLAMABLE	21
5.1.2. LA COMBUSTIÓN	22
5.2. ESPACIOS ABIERTOS O CERRADOS Y VENTILACIÓN	23
5.3. LUGARES PELIGROSOS (CLASIFICADOS)	24
5.3.1. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS Y SUSTANCIAS POR CLASE	26
5.3.1.1. CLASE I	27
5.3.1.2. CLASE II	30
5.3.1.3. CLASE III	32
5.3.2. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS POR DIVISIÓN	32
5.3.2.1. DIVISIÓN 1	32
5.3.2.2. DIVISIÓN 2	33
5.3.3. LUGARES CLASE I DIVISIÓN 1	33
5.3.4. LUGARES CLASE I DIVISIÓN 2	34
5.3.5. LUGARES CLASE II DIVISIÓN 1	35
5.3.6. LUGARES CLASE II DIVISIÓN 2	35
5.3.7. LUGARES CLASE III DIVISIÓN 1	36
5.3.8. LUGARES CLASE III DIVISIÓN 2	36
6. CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS PARA LA SELECCION DE EQUIPO ELECTRICOS	37
6.1. EXTENSION DE LAS AREAS PELIGROSAS	37
6.1.1. LÍMITES DE LAS ÁREAS PELIGROSAS	37

6.1.2. LUGARES LIBREMENTE VENTILADOS	38
6.1.2.1. PRODUCTOS MÁS PESADOS QUE EL AIRE	38
6.1.2.2. PRODUCTOS MÁS LIGEROS QUE EL AIRE	38
6.1.2.3. FUERA DE LAS PLANTAS DE PROCESO	39
6.1.2.4. LÍQUIDOS INFLAMABLES A PRESIÓN	40
6.1.2.5. TRABAJOS DE PULVERIZACIÓN O INMERSIÓN	41
6.1.3. LUGARES CERRADOS	42
6.1.3.1. FUGAS DE MATERIALES COMBUSTIBLES	42
6.1.3.2. VENTILACIÓN DEFICIENTE	43
6.1.3.3. VENTILACIÓN EFICIENTE	44
6.1.3.4. LÍQUIDOS INFLAMABLES A PRESIÓN	45
6.1.3.5. TALLERES	46
6.1.3.6. PRODUCTOS CON TEMPERATURAS DE IGNICIÓN CERCANAS A LA TEMPERATURA AMBIENTE	46
6.1.3.7. EDIFICIOS	46
6.1.4. FOSAS	47
6.1.5. DISTRIBUCIÓN AL MENUDEO	48
6.1.5.1. PRODUCTOS QUE DESPRENDEN GASES O VAPORES INFLAMABLES	48
6.1.5.2. LLENADO DE DEPÓSITOS DE GASOLINA	49
6.1.5.3. TANQUE SUBTERRÁNEO	49
6.1.6. HANGARES	50
6.1.7. LLENADO DE TAMBORES	51
6.1.8. COMPRESORES	51
6.1.9. BOMBAS	56
6.1.10. AUTOTANQUES Y CARROTANQUES	59
6.1.11. VENTEOS	61
6.1.12. TRAMPAS RECUPERADORAS DE HIDROCARBUROS	62
6.1.13. POZOS EN PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO Y GAS	62
6.1.13.1. POZOS DE PRODUCCIÓN DE FLUJO NATURAL	62
6.1.13.2. POZOS DE PRODUCCIÓN DE FLUJO ARTIFICIAL	63
6.1.13.3. CABEZALES, VÁLVULAS Y CONTROLES OPERADOS	65

CON GAS INFLAMABLE		
6.1.13.4.	ZANJAS O REGISTROS EN LOS QUE SE INSTALAN TUBERÍAS DE PROCESO E INSTRUMENTACIÓN	66
6.1.13.5.	LOCALES DE ANESTESIA INFLAMABLE	67
6.2.	SELECCIÓN DE EQUIPOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS	68
6.2.1.	EQUIPOS A PRUEBA DE EXPLOSIÓN	68
6.2.2.	EQUIPOS USADOS EN ÁREAS CLASE I	70
6.2.2.1.	TRANSFORMADORES Y CONDENSADORES	71
6.2.2.2.	MEDIDORES INSTRUMENTOS Y RELÉS	72
6.2.2.3.	ALAMBRADO	74
6.2.2.4.	SELLOS Y DRENAJES	77
6.2.2.5.	INTERRUPTORES, INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS, CONTROLADORES DE MOTORES Y FUSIBLES	81
6.2.2.6.	MOTORES Y GENERADORES	84
6.2.2.7.	EQUIPOS DE ALUMBRADO	86
6.2.2.8.	TOMACORRIENTES Y CLAVIJAS	88
6.2.2.9.	SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN, ALARMA, COMUNICACIONES Y CONTROL REMOTO	88
6.2.2.10.	PARTES ENERGIZADAS EXPUESTAS	90
6.2.2.11.	PUESTA TIERRA	91
6.2.2.12.	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES	91
6.2.2.13.	CIRCUITOS RAMALES MULTICONDUCTORES	92
6.2.3.	EQUIPOS USADOS EN ÁREAS CLASE II	92
6.2.3.1.	TRANSFORMADORES Y CONDENSADORES	92
6.2.3.2.	ALAMBRADO	94
6.2.3.3.	SELLOS	97
6.2.3.4.	INTERRUPTORES, INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS, CONTROLADORES DE MOTORES Y FUSIBLES	98
6.2.3.5.	MOTORES Y GENERADORES	100
6.2.3.6.	DUCTOS DE VENTILACIÓN PARA MOTORES Y GENERADORES	101
6.2.3.7.	EQUIPOS DE ALUMBRADO	102

6.2.3.8. TOMACORRIENTES Y CLAVIJAS	106
ANEXO A	107
CONCLUSIONES	109
BIBLIOGRAFÍA	110

INTRODUCCIÓN

El Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050) toma en consideración los métodos de diseño y selección de equipos para distintas instalaciones eléctricas, enfocado más hacia las instalaciones de uso residencial y comercial. Esto causa que muchas veces se deje a un lado el estudio detallado y las consideraciones a tener en cuenta para las instalaciones eléctricas en ambientes especiales donde pueden estar presentes elementos combustibles, no solo en forma líquida, sino también en forma gaseosa o en pequeñas partículas sólidas, que, en presencia de una pequeña fuente de calor como una chispa eléctrica, pueden generar una explosión lo cual es altamente peligroso.

La mayoría de los procesos industriales que trabajan en el área petrolera o petroquímica, son de alto grado de complejidad y criticidad, debido a la cantidad de elementos combustibles que se manejan en estos procesos. Por lo anterior es necesario que las instalaciones eléctricas posean elementos y equipos complejos con alto rendimiento y eficiencia, considerando en todo momento la confiabilidad y la seguridad de las personas, de la vida animal, vegetal y de la preservación del medio ambiente, además de los procesos y equipos, tal como lo demanda el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)¹.

Para asegurar el control de riesgo de inflamabilidad de cualquier área que se considere peligrosa, existe una amplia gama de equipos y materiales utilizados en las instalaciones eléctricas, cuyas características varían según la sustancia combustible presente en determinada zona y sus propiedades físico-químicas, entre otras.

¹ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, Capítulo I, Artículo 1°.

Este último aspecto, representa el tema de estudio en este trabajo y además se considera uno de los más importantes a la hora de seleccionar los equipos y materiales utilizados en las instalaciones eléctricas para estas áreas llamadas clasificadas. Mucho antes de decidir la adquisición de cualquiera de estos elementos que hacen parte de la instalación, debemos conocer los aspectos principales del proceso y las características de las áreas involucradas. Para facilitar esta labor las áreas operativas en la industria se han clasificado en relación a los riesgos presentes en ellas. Derivadas de esta clasificación obtenemos las herramientas necesarias para seleccionar el equipo adecuado para operar de forma segura en un área específica. A continuación, identificaremos los diferentes tipos de área y las consideraciones tomadas para su clasificación.

2. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio de las diferentes clasificaciones existentes de áreas consideradas como peligrosas en la industria dependiendo del tipo de producto combustible utilizado para el proceso, así como la realización de guía que permita en determinado momento realizar la mejor selección de equipos para una aplicación específica en un área determinada.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar y analizar la bibliografía existente sobre áreas clasificadas basada en la Norma Técnica Colombiana (NTC 2050) y sobre equipos diseñados para operar en estas atmósferas.
- Realizar un documento de explicación de las características de las diferentes áreas peligrosas en las cuales se puede clasificar un determinado espacio de trabajo.
- Analizar cuáles son los riesgos en nuestras instalaciones eléctricas a los cuales nos vemos expuestos cuando las implementamos en ambientes especiales, y cuáles son los cuidados rigurosos a tener en cuenta en ellos.
- Contar con un documento normativo que permita identificar cuáles son los criterios que se deben tener cuenta para la selección de una máquina o accesorio determinado, en función de las características de la atmósfera en la cual este operará. Lo anterior según criterios de la NTC 2050.

2. JUSTIFICACION

Luego de la entrada en vigencia del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) se hizo obligatorio el cumplimiento de los primeros siete capítulos del Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050), en donde entra el capítulo 5 que menciona las áreas clasificadas.

Estas instalaciones no pueden ser tomadas como cualquier instalación residencial, comercial o industrial en general ya que debe tener ciertos requerimientos de protección para evitar que cualquier arco o chispa eléctrica pueda generar una ignición sobre un material combustible, es por esto que debe existir una adecuada selección de los materiales utilizados en el diseño de la instalación eléctrica para dichas áreas.

Para lograr esto es importante conocer el tipo de material combustible que se maneja en el área y saber clasificar el área a la cual corresponde para realizar así una adecuada selección de los materiales y equipos a utilizar.

3. ALCANCE

Este trabajo se realizará con el fin de desarrollar un estudio de las diferentes clasificaciones existentes de áreas consideradas como peligrosas en la industria, con el fin de dar a conocer de manera más práctica y sencilla los métodos para selección de equipos para el diseño de instalaciones eléctricas en estas áreas. Además, se busca mostrar algunos de los equipos y materiales de distintos fabricantes, utilizados para este tipo de instalaciones, haciendo un enfoque específico en las industrias petroleras y petroquímicas.

4. METODOLOGÍA

Con base en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y el Código Eléctrico Colombiano (Norma NTC 2050), se desarrolla el estudio y la guía para determinar las diferentes clasificaciones existentes de áreas clasificadas y para la selección adecuada de los equipos y materiales utilizados en el diseño de las instalaciones eléctricas utilizadas en dichas áreas.

Teniendo en cuenta lo planteado en el Capítulo 5, sección 500 de la NTC 2050, se realiza una división y conceptualización de las áreas o lugares peligrosos, separándolos en clases y divisiones, dependiendo del tipo de productos presentes en el ambiente y las condiciones o posibilidades en las que se puede presentar dichos productos. Además se define si el área es abierta o cerrada y si la ventilación es adecuada, ya que no toda área se puede considerar como clasificada.

Se realiza la guía partiendo de la clasificación realizada para cada zona, ya que cada una posee diferentes criterios y requisitos para la selección de materiales en las instalaciones, por lo tanto se realiza la explicación para cada clasificación.

En este trabajo se incluirá una lista de equipos que muestre de manera gráfica la forma de instalación y las características que este posee, para así tener de manera más clara la selección de cada material y equipo a instalar para cada zona.

El compilado final de este documento será un conjunto que contendrá una guía práctica para el reconocimiento y clasificación de áreas peligrosas dependiendo del elemento combustible en el ambiente del lugar, teniendo así una manera rápida y efectiva para identificar qué tipo de área puede ser considerada como clasificada o no. Además, la guía busca que se tenga un criterio adecuado para

la selección de equipos a utilizar en la instalación con los requisitos mínimos exigidos en la norma y una muestra grafica de estos con la forma en la cual deben ser instalados.

Hay que aclarar que para realizar un buen estudio de áreas clasificadas, siempre es importante y necesario el trabajo y el acompañamiento de un grupo interdisciplinario para así tener un mayor rango en el criterio de dicha selección.

5. CLASIFICACIÓN DE LUGARES PELIGROSOS

5.1. GENERALIDADES

Un área clasificada se define como tal, sí existe un potencial riesgo temporal o permanente para la generación de un incendio o explosión, debido a la presencia en el ambiente de materiales combustibles o mezclas de gases, vapores, líquidos, partículas o fibras que puedan causar una ignición. Estos peligros pueden estar presentes durante los procesos normales de fabricación y/o almacenaje, en el proceso de mantenimiento de equipos de equipos de almacenaje, fabricación o transporte, o en caso de ruptura o avería accidental de los contenedores de almacenaje u operación anormal de los equipos.

Es necesario, debido a la diversidad de productos combustibles y situaciones operacionales, clasificar y caracterizar dichas áreas de manera individual según diversos aspectos que son regulados por normas internacionalmente aceptadas, y en Colombia regulada por el Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050) en el capítulo 5, más específicamente en la sección 500 que trata sobre lugares clasificados.

5.1.1. MATERIAL COMBUSTIBLE Y MATERIAL INFLAMABLE

Es necesario entender de antemano que es un material inflamable y que es un material combustible.

Material Combustible: Básicamente, podemos decir que un combustible es toda sustancia que, bajo ciertas condiciones, resulta capaz de arder. Sin embargo, encontramos que se considera un líquido como combustible solo cuando a una temperatura mayor o igual a la del ambiente (100°F según la National Fire Protection Association, NFPA) generan vapores capaces de originar mezclas explosivas.

Material Inflamable: Son aquellos materiales, ya sean sólidos o líquidos, que a temperatura menor o igual a la del ambiente (100°F según la National Fire Protection Association, NFPA) generan vapores capaces de originar mezclas explosivas.

5.1.2. LA COMBUSTION

La combustión es un conjunto de reacciones de oxidación con desprendimiento de calor, que se producen entre dos elementos: el **COMBUSTIBLE**, que puede ser un sólido (Carbón, Madera, etc.), un líquido (Gasóleo, Fuel-Oil, etc.) o un gas (Natural, Propano, etc.) y el **COMBURENTE**, Oxígeno.

La combustión se distingue de otros procesos de oxidación lenta, por ser un proceso de oxidación rápida y con presencia de llama; a su vez también se diferencia de otros procesos de oxidación muy rápida (detonaciones, deflagraciones y explosiones) por obtenerse el mantenimiento de una llama estable.

Para que la combustión tenga lugar han de coexistir tres factores:

- COMBUSTIBLE.
- COMBURENTE.
- ENERGIA DE ACTIVACION.

Estos tres factores se representan en el denominado triángulo de combustión, en el cual si falta alguno de los vértices la combustión no puede llevarse a cabo.

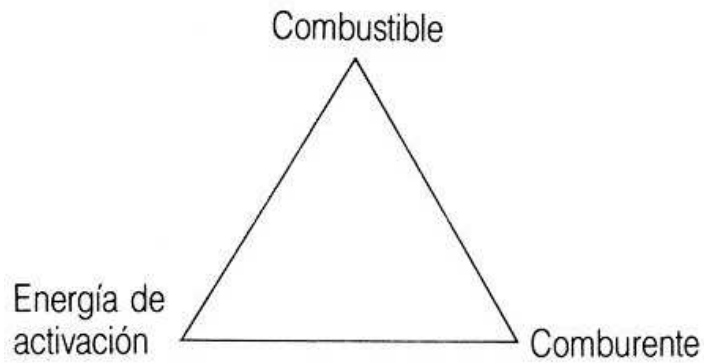


Figura 1. Triángulo de la Combustión

El comburente universal es el oxígeno, por lo que en la práctica se utiliza el aire como comburente, ya que está compuesto, prácticamente, por 21% Oxígeno (O₂) y 79% Nitrógeno (N₂); únicamente en casos especiales se utilizan atmósferas enriquecidas en oxígeno e incluso oxígeno puro (por ejemplo en soldadura). La energía de activación es el elemento desencadenante de la reacción de combustión; en los quemadores habitualmente suele obtenerse mediante una chispa eléctrica entre dos electrodos, en las calderas individuales de gas se obtiene por llama piloto, tren de chispas, etc.

La mayoría de los combustibles, al margen de que sean sólidos, líquidos o gaseosos, están compuestos, básicamente, por Carbono (C) e Hidrógeno (H); además de estos componentes principales tienen otros como Azufre (S), Humedad (H₂O), Cenizas, etc.²

5.2. ESPACIOS ABIERTOS O CERRADOS Y VENTILACIÓN.

Es importante antes definir cuando un espacio se considera abierto o cerrado y cuando existe una ventilación adecuada, ya que con esta información se puede saber si se clasifica el área o no.

² Sacado de *Combustión y Combustibles* de Ricardo García San José, Ingeniero Industrial, Noviembre de 2001

Áreas encerradas (cuartos, edificaciones ó espacios): Un espacio tridimensional es cerrado, cuando existe más de las 2/3 partes del área de los planos de los muros, techo y piso, sin considerar el área permitida para entrada de personal³.

Áreas abiertas: En una edificación cuando no están presentes más de 1/3 del área de muros, techos y piso, descontando el área para ingreso y salida de personal⁴.

Ventilación: En general una localización ventilada naturalmente (construcción, cuarto ó espacio) debe ser sustancialmente abierta y libre de obstrucciones, de tal forma que permita el paso del aire a través de ella tanto vertical como horizontalmente, tal construcción puede ser techada o parcialmente cerrada por los lados, o ambos.

Ventilación adecuada: Es la ventilación (natural o artificial) que es suficiente para prevenir la acumulación de cantidades significativas de mezclas aire-vapor ó gas-aire en concentraciones sobre el 25% del límite bajo explosividad (ó inflamabilidad) LFL – LEL. Una adecuada ventilación debe proporcionar entre 6 y 12 cambios de aire por hora.

5.3. LUGARES PELIGROSOS (CLASIFICADOS)

Básicamente un lugar peligroso o clasificado se define como el sitio donde puede existir riesgo de explosión debido a la presencia de gases o vapores inflamables, líquidos inflamables o combustibles, polvos combustibles y fibras o partículas combustibles en el ambiente.

³ Tomada del estándar API-RP-500, Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division I and Division 2

⁴ *Ibíd.* 3.

El riesgo de explosión se hace considerable debido a que en estos lugares se podría generar una chispa, debido al alambrado y equipos eléctricos y electrónicos a cualquier tensión.

Si se tiene el propósito de seleccionar el equipamiento adecuado para utilizar en las instalaciones eléctricas de un proceso cualquiera, uno de los parámetros más importantes es determinar las características del área donde finalmente operarán los elementos y equipos seleccionados. Debido a la diversidad de procesos, estas áreas pueden ser de diferentes tipos donde pueden existir atmósferas de gases o vapores inflamables, por lo que es necesario definir una clasificación de las mismas.

El sistema de clasificación utilizado para definir los tipos de áreas se basa en los siguientes criterios:

- La naturaleza del producto que en ella escapa a la atmósfera.
- La frecuencia y extensión con las que las mezclas inflamables estarán presentes.
- Dependiendo de las propiedades físico-químicas del producto liberado a la atmósfera, que determinan específicamente la facilidad con la que este tiende a incendiarse.

Entre otros criterios como:

- Temperatura Ambiente
- Presión Barométrica
- Humedad
- Ventilación
- Distancia a la fuente del gas o vapor

Evidentemente, para definir o etiquetar un área debe recolectarse toda la información básica acerca de la instalación, la cual, debe incluir los aspectos descritos a continuación:

- Diagramas de flujo del proceso que indiquen, Flujos, Temperaturas y presiones de cada corriente.
- Diagramas de tubería e instrumentación.
- Planos de ubicación de instrumentos, incluyendo dispositivos de alivio y venteo.
- Lista de productos que se manejan incluyendo sus características fisicoquímicas tales como: puntos de inflamación y ebullición.
- Plano de planta y elevaciones mostrando todos los equipos, incluyendo los drenajes y venteos a la atmósfera.

Teniendo en cuenta los criterios mencionados anteriormente el Código Eléctrico Colombiano clasifica los lugares peligrosos en Clases y Divisiones. Adicional esto separa los productos por Grupos.

5.3.1. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS Y SUSTANCIAS POR CLASE

La clasificación de áreas por clase es un método de análisis que se aplica a la atmosfera donde pueden existir gases, nieblas o vapores inflamables, fibras o polvos, con el fin de establecer las precauciones especiales que se deben considerar para la construcción, instalación y uso de materiales y equipos eléctricos. En áreas donde exista una alta probabilidad de presencia de una atmósfera explosiva se deberán utilizar equipos eléctricos especializados, diseñados con el fin de tener una muy baja probabilidad de crear una fuente de ignición.

5.3.1.1. CLASE I

ÁREAS CLASE I

Se consideran como clase I, aquellos lugares donde hay o puede haber gases o vapores en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables. A su vez, las áreas peligrosas pertenecientes a la Clase I se clasifican en Zonas según la frecuencia de aparición y el tiempo de permanencia de una atmósfera explosiva.

Clase I / Zona 0

Se denomina zona 0 a toda área en la cual una atmósfera explosiva está presente en forma continua o durante largos períodos.

Clase I / Zona 1

La zona 1 es aquella en la que es probable que exista una atmósfera explosiva en operación normal.

Clase I / Zona 2

La zona 2 comprende a aquellas áreas en las que es muy baja la probabilidad de que se produzca una atmósfera explosiva en operación normal y si esto ocurre, sólo se producirá durante un corto período de tiempo.

SUSTANCIAS CLASE I

Para comprender la naturaleza de este tipo de sustancias se deben conocer primero ciertas definiciones:

- **Temperatura de Auto-ignición (ATI):** Es la temperatura mínima requerida para iniciar o provocar la combustión autosostenida de un sólido. Líquido o gas, independiente del elemento de calentamiento.
- **Punto de inflamación (Flash Point):** La mínima temperatura a la cual un líquido desprende vapor en concentración suficiente para formar una mezcla incendiabile, con aire cerca de la superficie del líquido.
- **Mezcla incendiabile:** Un material combustible que está dentro de su rango de inflamación.
- **MESG (Máxima abertura de seguridad experimental):** Es la máxima distancia entre dos placas metálicas paralelas, que se ha encontrado bajo condiciones de prueba específicas, que evita que una explosión en una cámara de prueba sea propagada a una cámara secundaria que contiene el mismo gas o vapor a la misma concentración.
- **Relación MIC (Mínima Corriente de Ignición):** La relación de la mínima corriente requerida de la descarga de una chispa para prender la mezcla más fácilmente incendiabile de un vapor o gas con aire, dividida por la mínima corriente requerida de una descarga de una chispa para prender el metano bajo las mismas condiciones de la prueba.
- **MIE (Mínima Energía de Ignición):** La mínima energía requerida de una descarga de una chispa para prender la mezcla más fácilmente incendiabile de un gas o un vapor.

Estas sustancias poseen distintas características las cuales son necesarias conocer a la hora de clasificar las áreas como el nombre de la sustancia,

composición de la sustancia, punto de inflamabilidad (Flash Point), límites de explosión, presión de vapor a 25°C, densidad relativa al aire, entre otras.

Líquido inflamable: Los líquidos inflamables se dividen de la siguiente manera⁵:

- **Clase I:** Un líquido, que tiene un punto de inflamación inferior a 100°F (37.8°C) y que tiene una presión de vapor que no excede 40 PSI a esta temperatura. Los líquidos clase I se subdividen así:
 - **Clase IA:** Son aquellos que tienen puntos de inflamación por debajo de 73°F (22.8°C) y puntos de ebullición menores de 100°F (37.8°C).
 - **Clase IB:** Son aquellos que tienen los puntos de inflamación por debajo de 73°F (22.8°C) y puntos de ebullición de 100°F (37.8°C) o más.
 - **Clase IC:** Son aquellos que tienen puntos de inflamación de 73°F (22.8°C) o más y puntos de ebullición menores de 100°F (37.8°C).

Líquido combustible: Un líquido combustible es aquel que tiene un punto de inflamación igual o mayor a 100°F (37.8°C). Los líquidos combustibles se dividen así:

- **Líquidos Clase II:** Son aquellos que tienen puntos de inflamación iguales o mayores a 100°F (37.8°C) y menores de 140°F (60°C).
- **Líquidos Clase III:** Son aquellos que tienen puntos de inflamación iguales o mayores de 140°F (60°C), y se subdividen así:

⁵ No confundir con la clasificación de áreas, esta denominación se le da a los líquidos inflamables

- **Clase IIIA:** Son aquellos que tienen puntos de inflamación iguales o superiores a 140°F (60°C) e inferiores a 200°F (93.4°C).
- **Clase IIIB:** Son aquellos que tienen puntos de inflamación iguales o superiores a 200°F (93.4°C).

Clasificación de sustancias Clase I por grupos: Según la sección 500-5 parte a), las sustancias pertenecientes a la clase I se clasifican en grupos de la siguiente manera:

Sustancias típicas de Clase I	
Grupo A:	Acetileno.
Grupo B:	Hidrógeno o sustancias con un % mayor de 30% en volumen, butadieno, oxido de etileno, oxido de propileno, acroleína.
Grupo C:	Éter Etilico y Etileno.
Grupo D:	Acetona, Amoniaco, Benceno, Butano, Ciclopropano, Etanol, Gasolina, Hexano, Metanol, Metano, Gas Natural, Nafta y Propano.

Tabla 1. Clasificación de productos por grupo para la Clase I

Algunas de las características de dichas sustancias se muestran en el anexo A.

5.3.1.2. CLASE II

ÁREAS CLASE II

Las áreas clasificadas como clase II son aquellas en las que están presentes productos como: Polvos orgánicos, carbón o metales flamables.

SUSTANCIAS CLASE II

Para las sustancias de esta clase se tienen las siguientes definiciones:

- **Mezcla Híbrida:** Una mezcla de un polvo con uno o mas gases o vapores inflamables.
- **Mezcla Incendiable:** Un material combustible que está dentro de su rango inflamable.
- **Sensibilidad de la Ignición:** Una medida de la facilidad con la cual una nube de polvo combustible podría ser encendida.

Polvo Combustible: Cualquier material sólido, finamente dividido, de 420 micras o menos de diámetro (es decir material que pasa a través de un tamiz estándar americano No. 40) que presenta un peligro de incendio o explosión cuando se dispersa.

Clasificación de sustancias Clase II por grupos: Según la sección 500-5 parte b), los polvos combustibles se dividen de la siguiente manera:

Sustancias típicas de Clase II	
Grupo E:	Aluminio, Magnesio.
Grupo F:	Carbón, Negro de Humo, Coque.
Grupo G:	Harina, Cereales, Granos, Aserrín Madera, Aserrín de Plástico y Productos Químicos.

Tabla 2. Clasificación de productos por grupo para la Clase II

5.3.1.3. CLASE III

ÁREAS CLASE III

En esta clasificación figuran las áreas en las que se encuentran presentes Materiales fibrosos inflamables.

SUSTANCIAS CLASE III

En general las sustancias clase III serían:

Sustancias típicas de Clase III
Fibras naturales o sintéticas

Tabla 3. Sustancia típica para la Clase III

5.3.2. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS POR DIVISIÓN

La división indica el nivel de riesgo presente en el área a clasificar. Cuando se evalúa la división, es necesario tomar en cuenta la frecuencia de escape y el nivel de ventilación del área bajo estudio. En este trabajo consideraremos dos divisiones:

5.3.2.1. DIVISIÓN 1

En esta división se encuentran aquellas áreas donde bajo condiciones normales de operación o debido a labores frecuentes de reparación y mantenimiento, existen fugas de gases o vapores en concentraciones inflamables.

Se considera área de División 1, también a las que debido a rotura u funcionamiento anormal del equipo de proceso puedan liberarse gases o

vapores en concentraciones inflamables y simultáneamente pueda ocurrir una falla en el equipo eléctrico.

5.3.2.2. DIVISIÓN 2

Son consideradas en esta división, aquellas áreas donde se manejan, procesan o almacenan productos inflamables, pero en la que normalmente no existen concentraciones peligrosas, los productos se encuentran en recipientes o sistemas cerrados de los cuales solo pueden escapar en caso de rotura o funcionamiento anormal de los equipos de proceso, así como también, donde las concentraciones inflamables de gases o vapores son impedidas, mediante sistemas de ventilación positiva y por lo tanto, únicamente la falla de dichos sistemas puede dar lugar a la presencia de una atmósfera inflamable, contiguas a lugares clase I, división I, a las que puedan llegar ocasionalmente concentraciones inflamables de gases o vapores, a menos que tal comunicación sea evitada por sistemas de ventilación adecuados y se hayan previsto dispositivos para evitar la falla de dichos sistemas. En consecuencia, las áreas donde se cumplan las condiciones descritas anteriormente se clasifican como División 2.

5.3.3. LUGARES CLASE I DIVISIÓN 1

Las atmósferas que se encuentran ubicadas en este grupo cumplen con las siguientes características⁶:

- Presencia de vapores o gases de características inflamables en condiciones normales de operación.
- Presencia de altas concentraciones de gases o vapores combustibles por condiciones de mantenimiento, reparaciones o fugas.

⁶ Basado en el artículo 500-7 parte a) de la NTC 2050.

- Presencia de gases o vapores combustibles debido a liberaciones accidentales producidas por fallas en equipos, roturas o malos funcionamientos en los procesos, generados simultáneamente con fallas en los equipos eléctricos que puedan convertirse en una fuente de ignición.

5.3.4. LUGARES CLASE I DIVISIÓN 2

Características⁷:

- En este tipo de lugares se manipulan, procesan y utilizan líquidos o gases volátiles, pero por lo general estos se encuentran sumergidos dentro de recipientes o diversos equipos cerrados de los cuales estos combustibles podrían escapar de manera accidental por ruptura, avería o manipulación anormal.
- Lugares en los que normalmente se evita la concentración de gases o vapores volátiles mediante ventilación mecánica forzada pero que en cualquier momento por falla o avería del equipo de ventilación puede existir la presencia de estos combustibles.
- Atmosferas adyacentes a lugares Clase I División I y en los cuales existe la posibilidad de presencia de gases o vapores combustibles de manera accidental, a menos que estos riesgos se eviten mediante un sistema de ventilación forzada desde una fuente de aire limpio el cual cuente con medidas de seguridad eficaces contra las posibles fallas del sistema de ventilación y así garantice que el área se mantendrá protegida de vapores y gases volátiles.

⁷ Basado en el artículo 500-7 parte b) de la NTC 2050.

5.3.5. LUGARES CLASE II DIVISIÓN 1

Las atmosferas que se encuentran en esta clasificación cuentan con las siguientes características⁸:

- Presencia de polvos y partículas combustibles en los que se puedan generar mezclas explosivas durante condiciones normales de funcionamiento.
- Presencia de mezclas explosivas debido a una falla mecánica o funcionamiento anormal de los equipos involucrados en el proceso y en donde simultáneamente se puedan generar fallas en equipos eléctricos los cuales puedan generar fuentes de ignición.
- Presencia de polvos combustible eléctricamente conductivos en cantidades peligrosas.

5.3.6. LUGARES CLASE II DIVISIÓN 2

Características⁹:

- Lugares en los cuales no existe normalmente polvos combustibles en la cantidad suficiente como para originar mezclas explosivas y en el que la acumulación de polvo normalmente es insuficiente para impedir el funcionamiento normal de los equipos eléctricos presentes, pero puede existir la presencia de polvos combustibles en el aire como consecuencia no frecuente de fallas en los sistemas propios de los procesos y en los que la acumulación de polvo combustible sobre, dentro o en la cercanía de los equipos eléctricos de tal forma sean

⁸ Basado en el artículo 500-8 parte a) de la NTC 2050

⁹ Basado en el artículo 500-8 parte b) de la NTC 2050

suficientes para evitar la disipación de calor dentro de estos equipos y puedan producir una explosión.

5.3.7. LUGARES CLASE III DIVISIÓN 1

Las características principales de este tipo de atmosfera son las siguientes¹⁰:

- Lugares donde se manipulan o fabrican fibras fácilmente combustibles u otro tipo de materiales que producen partículas combustibles.

5.3.8. LUGARES CLASE III DIVISIÓN 2

Las características son las siguientes¹¹:

- Lugares en los cuales se almacenan o manipulan partículas combustibles, en procesos diferentes a la manufactura.

¹⁰ Basado en el artículo 500-9 parte a) de la NTC 2050

¹¹ Basado en el artículo 500-9 parte b) de la NTC 2050

6. CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS PARA LA SELECCION DE EQUIPO ELECTRICOS

6.1. EXTENSION DE LAS AREAS PELIGROSAS

6.1.1. LÍMITES DE LAS ÁREAS PELIGROSAS

- Para delimitar las áreas peligrosas se debe determinar las posibles fuentes de peligro, que resultan prácticamente imposibles de evitar en forma absoluta durante la operación del equipo o bien durante las reparaciones, mantenimiento o trabajos de limpieza, como son las fugas por sellos, empaques y uniones mecánicas; así como los sitios en que deliberadamente puede liberarse a la atmósfera productos inflamables, como en las llenaderas, venteos, purgas y válvulas de alivio.
- Cada fuente de peligro debe considerarse rodeada por un volumen de atmósfera peligrosa. Si es un área de la División 1, debe considerarse rodeada por un área de la División 2, de extensión suficiente para garantizar la dilución, hasta concentraciones no peligrosas de los gases o vapores inflamables contenidos en la atmósfera del área de la División 1.
- Para fines prácticos, los volúmenes de la División 2 que rodeen a las fuentes de peligro, no necesariamente deben limitarse por círculos en el plano horizontal, sino que podrán tener la forma de paralelepípedos rectangulares, orientados según ejes que correspondan a la disposición del equipo de la planta; pero en ningún caso estos paralelepípedos tendrán dimensiones menores que las especificadas en esta guía.

6.1.2. LUGARES LIBREMENTE VENTILADOS

6.1.2.1. PRODUCTOS MÁS PESADOS QUE EL AIRE

En términos generales, una fuente de peligro de productos más pesados que el aire, dará origen en todas direcciones a un área rectangular peligrosa de la División 2 en el plano vertical, que se debe extender 8 m hacia arriba y hacia los lados, a partir de la fuente de peligro más otra área, en el mismo plano, que se extiende horizontalmente hasta 15 m de la fuente de peligro y verticalmente, hasta 8 m de altura sobre el piso, y finalmente, a un área de 60 cm de altura, que se extiende horizontalmente hasta 30 m de la fuente de peligro, como se observa en la figura No.2.

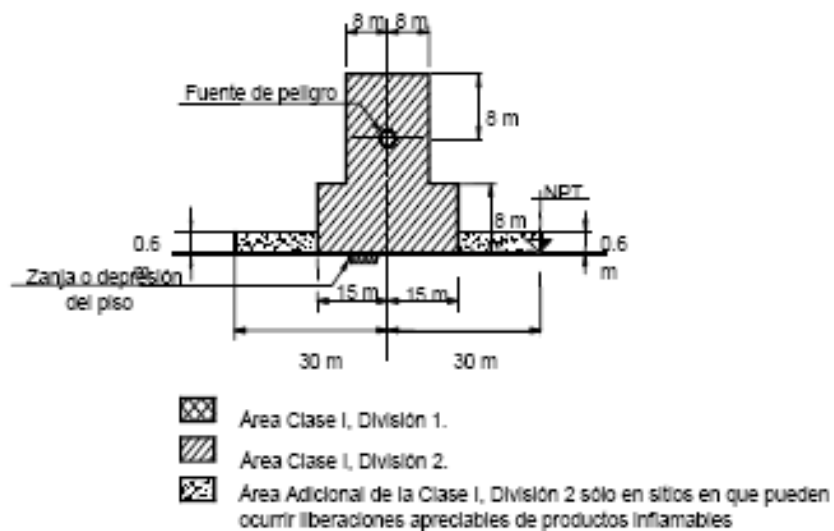


Figura 2. Áreas clasificadas en lugares libremente ventilados o a la intemperie, en los cuales se utilizan productos más pesados que el aire.

6.1.2.2. PRODUCTOS MÁS LIGEROS QUE EL AIRE

Una fuente de peligro de productos más ligeros que el aire da origen a un área rectangular peligrosa División 2, que se extiende 8 m hacia arriba y 5 m hacia

abajo y hacia los lados, a partir de la fuente de peligro como se observa en la figura No. 3.

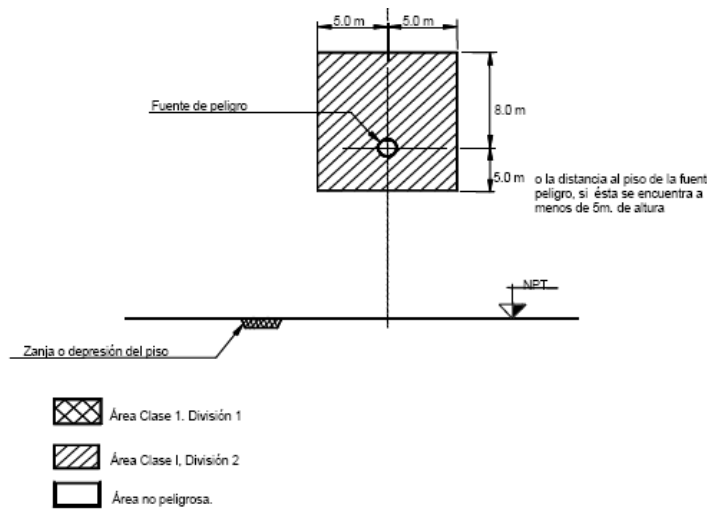


Figura 3. Áreas clasificadas en lugares libremente ventilados o a la intemperie en los cuales se utilizan productos más ligeros que el aire.

6.1.2.3. FUERA DE LAS PLANTAS DE PROCESO

Cuando existan fuentes de peligro cercanas al nivel de piso, en lugares adecuadamente ventilados, que manejen productos que desprendan vapores o gases inflamables, se debe considerar las siguientes áreas peligrosas:

- Un área peligrosa de la Clase 1, División 2, que se extiende hasta 8 m en el plano vertical y horizontal a partir de la fuente de peligro.
- Un área peligrosa de la División 2 que se extiende horizontalmente hasta 15 m de distancia a partir de la fuente de peligro y en el plano vertical 8 m desde el nivel de piso terminado. Del límite de esta área, en sitios en que puedan ocurrir liberaciones apreciables de productos inflamables, se tiene un área adicional de la División 2 que se extiende en el plano horizontal hasta 15 m y en el plano vertical 60 cm, como se observa en la figura No. 4.

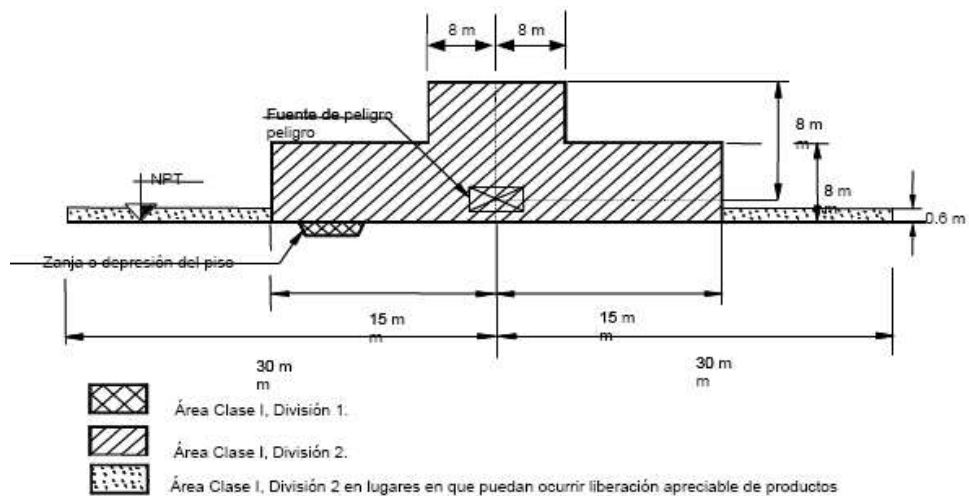


Figura 4. Áreas clasificadas en lugares libremente ventilados. En los que se manejan productos mas pesados que el aire.

6.1.2.4. LÍQUIDOS INFLAMABLES A PRESIÓN

Las áreas al aire libre que contengan tuberías con válvulas, bridas, purgaderos, accesorios de vaciado, medidores y dispositivos similares, instrumentación, colocados en tuberías que lleven líquidos inflamables a presión, se clasifican como lugares; Clase I, División 2, hasta una distancia, en todas direcciones, de 1 m de la superficie exterior de los dispositivos mencionados. Más un área de la División 2, que se extiende horizontalmente 3 m de cualquier superficie de dichos dispositivos y 60 cm por encima del nivel del piso, como se observa en la figura No. 5.

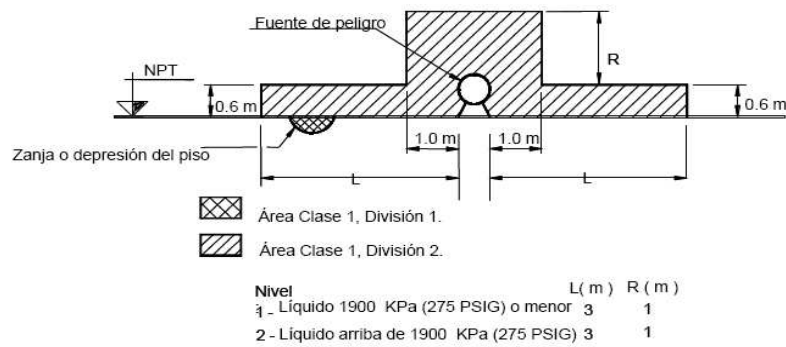


Figura 5. Áreas clasificadas en tuberías con dispositivos de instrumentación que manejan líquidos inflamables instalados en lugares a la intemperie.

6.1.2.5. TRABAJOS DE PULVERIZACIÓN O INMERSIÓN

En los lugares libremente ventilados en que se lleven a cabo trabajos que implique pulverización de líquidos inflamables, o inmersión de piezas en tinas abiertas que contengan líquidos de esta naturaleza, se considerará que existe un área de la División 1, a partir de la fuente de peligro, hasta una distancia en todas direcciones, de 3 a 7.5 m dependiendo del volumen y la volatilidad del contenido. Del límite de la División 1, se considera un área de la División 2 que se extiende en el plano horizontal y vertical, hasta 3 m. Un área adicional de la División 2, que se extiende en el plano horizontal 4.5 m y en el vertical 3 m. Más un área División 2, que se extiende horizontalmente hasta 15 m de distancia y hasta una altura de 60 centímetros sobre el nivel del piso, como se observa en la figura No. 6.

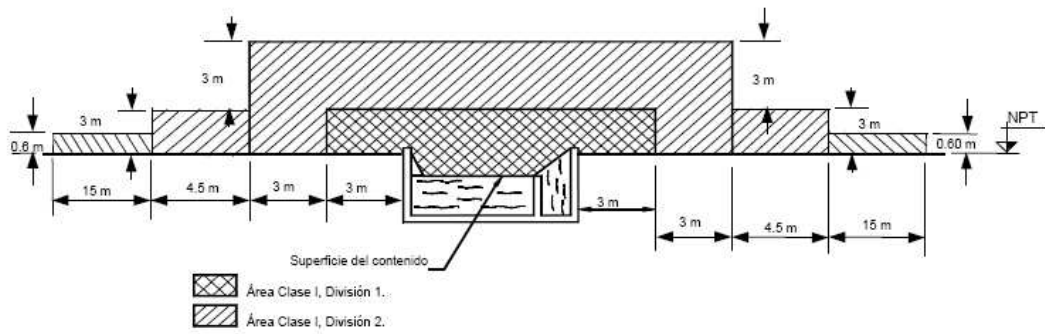


Figura 6. Áreas clasificadas en trampas recuperadoras de hidrocarburos y tinas abiertas.

6.1.3. LUGARES CERRADOS

6.1.3.1. FUGAS DE MATERIALES COMBUSTIBLES

Los lugares cerrados donde existen fugas apreciables de materiales combustibles más pesados que el aire, a través de sellos o empaques, o donde se transvasen líquidos inflamables, deben considerarse como áreas peligrosas de la División 1. A esta área de la División 1 la rodeará en cualquier plano un área de la División 2, que llega hasta 3 m de distancia en todas direcciones, debiéndose agregar un área de la División 2, de que se extiende horizontalmente hasta 15 m de distancia de la fuente de peligro, y a 8 m de altura sobre el nivel del piso, como se observa en la figura No. 7. En los sitios en que se considere que el escape o liberación de productos inflamables puede ser de consideración, debe agregarse otra área de la División 2, de 60 cm de altura, que se extenderá horizontalmente hasta 30 m de la fuente de peligro.

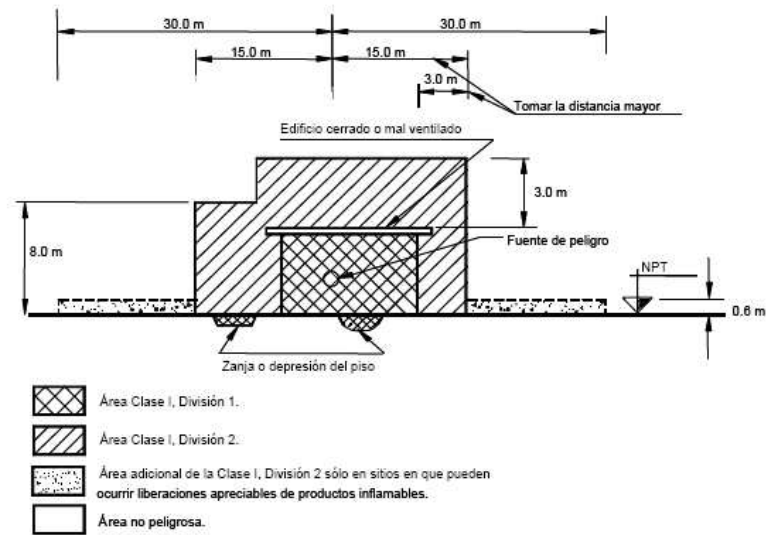


Figura 7. Áreas clasificadas en lugares de poca ventilación en donde se manejan productos mas pesados que el aire.

6.1.3.2. VENTILACIÓN DEFICIENTE

Cuando en los lugares cerrados, mal ventilados, las fuentes de peligro sean de productos más ligeros que el aire, estos lugares se consideran en su totalidad como áreas de la División 1 y estarán rodeados, en cualquier plano vertical, por área de la División 2, que llega hasta 3 m de distancia en todas direcciones a partir del límite del área de la División 1, como se observa en la figura No. 8.

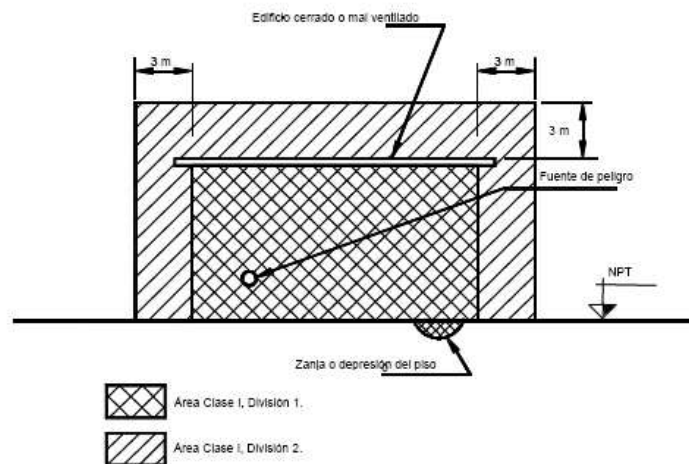


Figura 8. Áreas clasificadas en lugares de poca ventilación en donde se manejan productos más ligeros que el aire.

6.1.3.3. VENTILACIÓN EFICIENTE

Los lugares cerrados que por sus condiciones deben ser clasificados en la División 1, cuando estén provistos de ventilación forzada en que se asegure la continuidad de su operación, para mantener una presión positiva, y además, se desconecta automáticamente la alimentación de energía eléctrica al lugar en caso de fallar dicha ventilación, serán considerados como área de la División 2, el aire para la ventilación no debe tomarse de un área de la División 1, es recomendable que sea de una área no clasificada

Cuando el lugar cerrado se encuentre localizado de tal modo que debiera clasificarse como área de la División 2, podrá ser considerado como área no peligrosa, si la presión positiva se mantiene por medio de un sistema de ventilación forzada en que se asegure la continuidad de operación y el aire se toma de un área no peligrosa, puede considerarse que la ventilación es adecuada, cuando el movimiento del aire mantiene a la mezcla vapor-aire, en concentraciones arriba del 25% del límite inferior de ignición de ésta.

Estando cerradas todas las puertas y ventanas, la presión positiva que se mantenga en el interior de estos lugares no debe ser menor de 2.54 mm (0.1 pulg) de una columna de agua. Estando abiertas todas las puertas y ventanas, debe mantenerse una velocidad de salida del aire de 18 m/min (60 pies/min) en todas las salidas y aberturas.

Los cambios de aire deben calcularse a razón de 0.028 m³ cúbicos por minuto por m² de área de piso (un pie cúbico por minuto por pie cuadrado, de área de piso), para líquidos que tengan una temperatura de ignición menor de 316.2 K (43 ° C, 110 ° F). Para que la ventilación natural sea la adecuada, en locales donde se manejen líquidos con temperatura de ignición mayor de 316.2 K (43 ° C, 110 ° F), deben tener áreas libres de entrada de aire, en proporción de 0.2 m² por cada 100 m² de piso. Antes de permitir que se energice nuevamente el sistema eléctrico de uno de estos lugares, después de una falla en la

ventilación debe comprobarse por medio de un explosímetro que no existe atmósfera peligrosa, o bien debe efectuarse el cambio de volumen de aire en el local por lo menos 4 veces. Los locales cerrados a los que se apliquen las disposiciones de los párrafos anteriores, no deben tener comunicación con locales de otras Divisiones y deben estar localizados por lo menos a 15 m de toda fuente de peligro.

6.1.3.4. LÍQUIDOS INFLAMABLES A PRESIÓN

Las áreas interiores, ventiladas adecuadamente, que contengan bombas, purgaderos, accesorios de vaciado, medidores y dispositivos similares ubicados en tuberías que lleven líquidos inflamables a presión, se consideran como lugares Clase I, División 2, hasta una distancia, en todas direcciones, de 1.50 m de la superficie exterior de los dispositivos mencionados. El área Clase I, División 2, se extiende horizontalmente hasta 8 m de cualquier superficie de estos dispositivos y hasta 1 m por encima del piso, como se observa en la figura No.9.

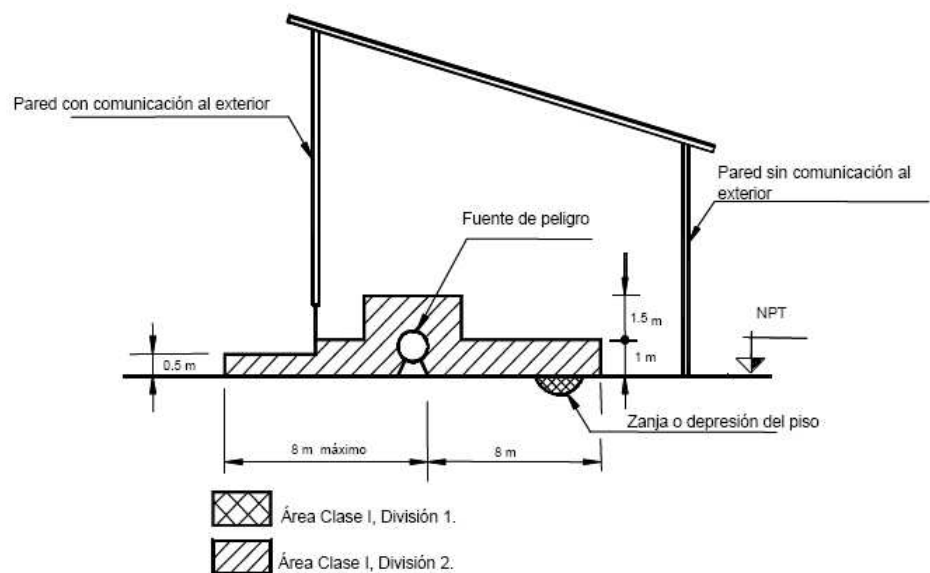


Figura 9. Áreas clasificadas en las bombas, dispositivos de vaciado, medidores y otros dispositivos similares de líquidos inflamables instalados en locales libremente ventilados.

6.1.3.5. TALLERES

En los talleres empleados para trabajos de servicio y reparación en los que se manejen cantidades pequeñas de líquidos inflamables, se considera que existe un área Clase 1 División 2 en cualquier plano vertical, hasta una altura de 50 cm sobre el piso en todo el interior del cuarto o local en que se manejen los líquidos inflamables.

6.1.3.6. PRODUCTOS CON TEMPERATURAS DE IGNICIÓN CERCANAS A LA TEMPERATURA AMBIENTE

Cuando se manejan productos con temperaturas de ignición cercanas a la temperatura ambiente en lugares cerrados o mal ventilados, además de las disposiciones de esta norma con respecto a las instalaciones eléctricas, debe existir un sistema de ventilación forzada, diseñado en tal forma que se asegure la continuidad de su funcionamiento.

6.1.3.7. EDIFICIOS

Cuando los edificios tales como cuartos de control, cuartos de equipo eléctrico, oficinas, laboratorios, se localicen dentro de las áreas clasificadas peligrosas, y no sean sitios libremente ventilados, deben clasificarse de la manera siguiente:

- a) Cuando una puerta, ventana, o cualquier otra abertura en la pared o techo del edificio, quede localizada total o parcialmente dentro del volumen atmosférico considerado como peligroso, todo el interior del cuarto o edificio se considera también peligroso y pertenece a la misma División a que pertenezca el volumen atmosférico exterior peligroso, como se observa en la figura No. 10.

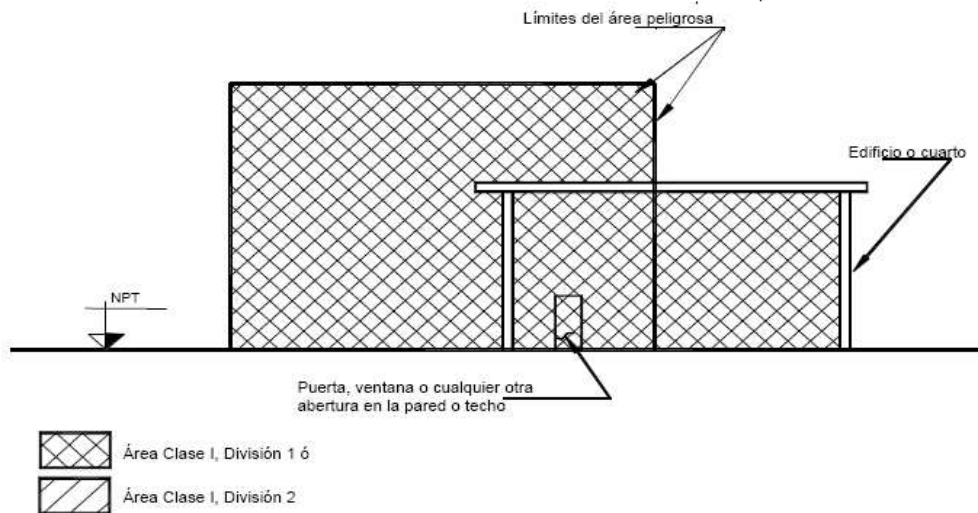


Figura 10. Edificios con coberturas localizados dentro de áreas clasificadas.

- b) Cuando no existen puertas, ventanas, ni aberturas en las partes del techo y paredes localizadas dentro del volumen atmosférico considerado como peligroso, todo el interior del cuarto o edificio se clasifica como no peligroso, como se observa en la figura No.11.

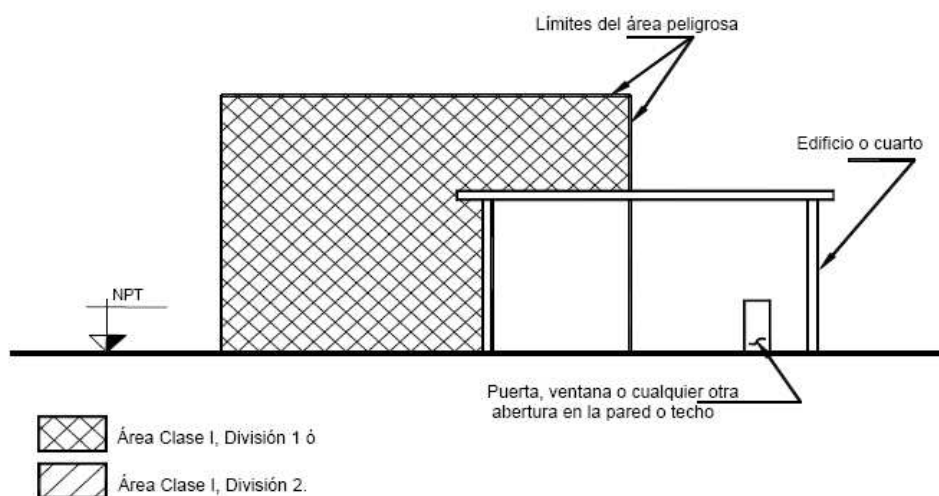


Figura 11. Edificios sin aberturas, localizados dentro de áreas clasificadas.

6.1.4. FOSAS

Todas las fosas, trincheras, zanjas y, en general, depresiones del terreno que se encuentran dentro de áreas de las Divisiones 1 y 2, deben considerarse como áreas de la División 1.

Cuando las fosas o depresiones no se localicen dentro de áreas de las Divisiones 1 ó 2, como las definidas anteriormente, pero que contengan tuberías de hidrocarburos, con válvulas o accesorios, deben clasificarse como áreas de la División 1 en su totalidad.

6.1.5. DISTRIBUCIÓN AL MENUDEO

6.1.5.1. PRODUCTOS QUE DESPRENDEN GASES O VAPORES INFLAMABLES.

En las instalaciones destinadas a distribuir al menudeo productos que desprendan gases o vapores inflamables (como por ejemplo, estaciones de servicio, gasolineras, llenaderas de cilindros de gas, agencias de ventas, todo equipo o dispositivo), que pueda presentar fugas o escapes internos o externos, se considera un área de la División 2 del límite exterior del equipo hasta 50 cm en el plano horizontal y en el vertical hasta la altura del equipo, más un área de la División 2 en el plano horizontal de 5.60 m y a una altura de 50 cm sobre el nivel del piso, como se observa en la figura No. 12.

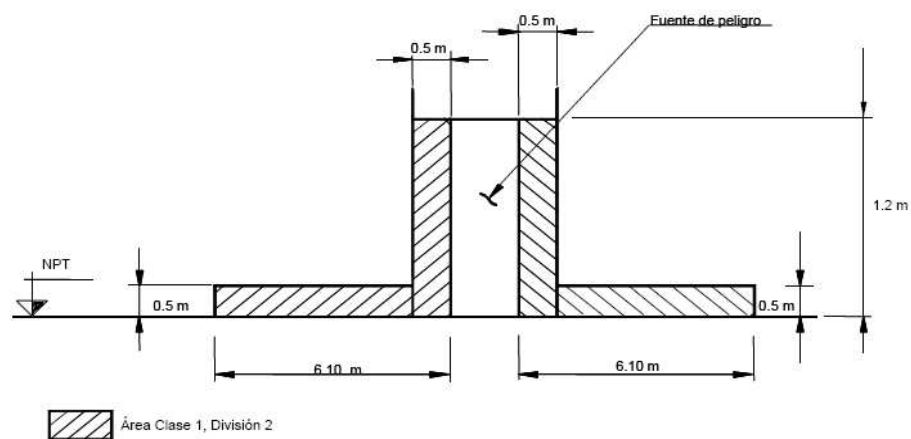


Figura 12. Áreas clasificadas en instalaciones para distribuir al menudeo productos que desprendan gases inflamables.

6.1.5.2. LLENADO DE DEPÓSITOS DE GASOLINA.

Venteeo con descarga hacia arriba. Alrededor del tubo de llenado de los depósitos de gasolina que comunica al exterior, se considera que existe un cubo de la División 1, de 2 m por lado, encerrado en otro cubo de la División 2, de 3 m por lado, tal como se ilustra en la grafica No. 13.

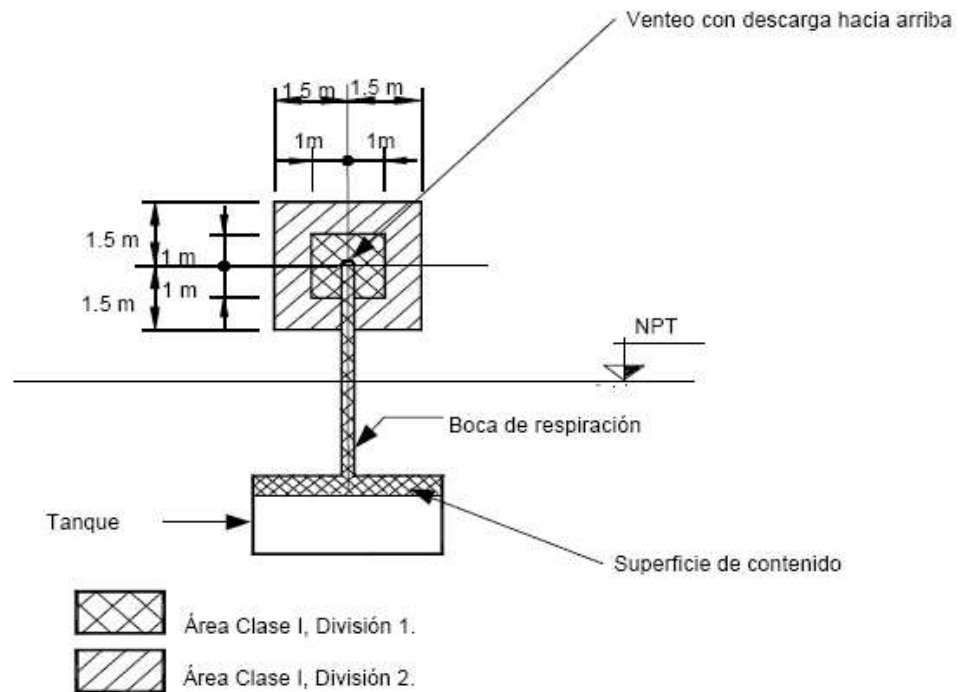


Figura 13. Áreas clasificadas en los tanques subterráneos con venteeo.

6.1.5.3. TANQUE SUBTERRÁNEO

En un área División 1 ó 2, cualquier fosa, caja o espacio por debajo del nivel de piso terminado se considera un área Clase1, División 1. Como área Clase 1 División 2, un área que se extiende en el plano horizontal para una conexión no hermética de llenado de 3 m, para conexión hermética 1.5 m y en el sentido vertical hasta 50 cm por encima del nivel de piso terminado.

6.1.6. HANGARES

En los hangares se considera un área Clase 1 División 1, hasta el nivel del piso; en todas las zanjas, trincheras, fosas o depresiones, Además, existe un área de la División 2, hasta una altura de 60 cm sobre todo el piso, incluyendo cualquier corredor o vía de acceso cubierta, que no tenga puerta.

Se considera como área de la División 2, en cualquier plano vertical, la comprendida hasta 1.5 m, horizontalmente, desde la superficie exterior de los motores, tanques de almacenamiento de combustible de la aeronave, o estructuras que contengan combustible en los aviones, y verticalmente desde el piso hasta 1.5 m por encima de la superficie superior de las alas del avión, como se observa en la figura No.14.

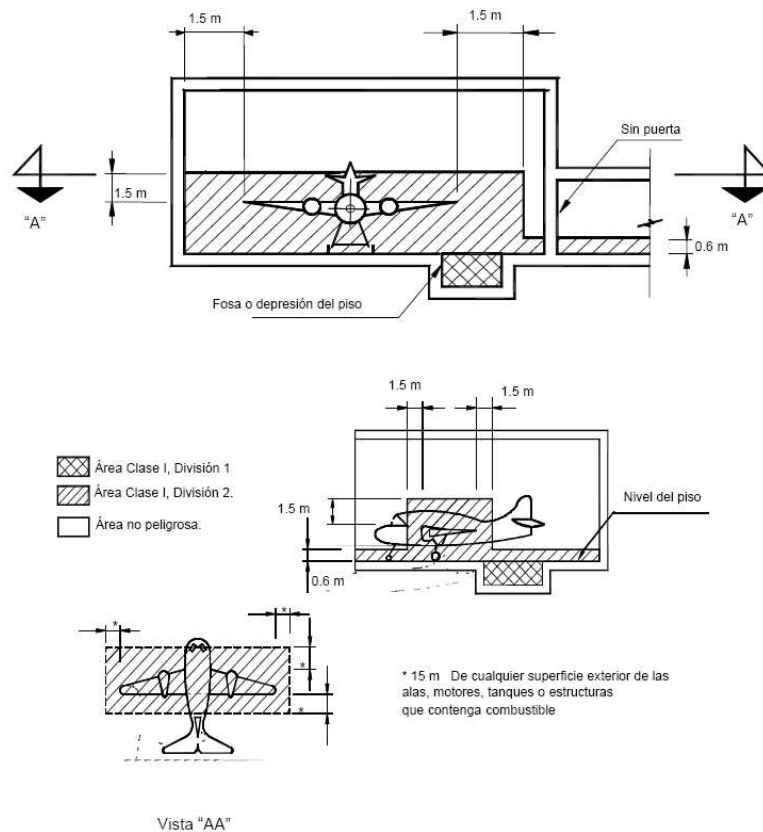


Figura 14. Áreas clasificadas en hangares.

6.1.7. LLENADO DE TAMBORES

En sitios libremente ventilados, o en lugares interiores con ventilación mecánica de presión positiva, en que se hace el llenado con líquidos volátiles inflamables a recipientes portátiles o tambores, se considera que existe un área de la División 1, alrededor de los respiraderos o bocas de llenado hasta una distancia de 1 m en todas direcciones.

Un área de la División 2, en el plano horizontal y vertical, hasta una distancia de 1.5 m a partir de las bocas de llenado. Se agrega un área de la División 2, que se extienda horizontalmente hasta 3 m de distancia de la boca o respiradero y a 50 cm de altura sobre el nivel de piso, como se observa en la figura No. 15.

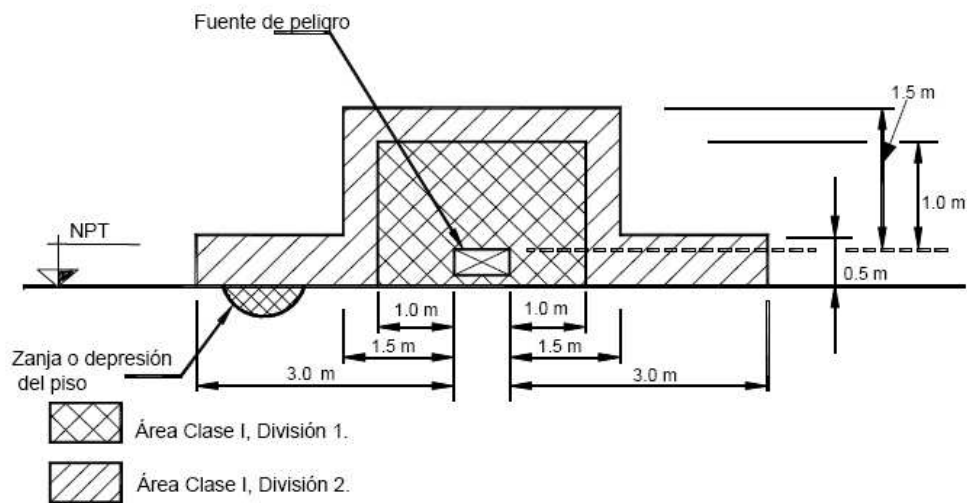


Figura 15. Áreas clasificadas en llevaderas de recipientes portátiles o tambores en lugares exteriores o interiores con ventilación adecuada.

6.1.8. COMPRESORES

En los cobertizos libremente ventilados de compresores que manejan productos inflamables más ligeros que el aire y en los que no existe posibilidad

de que los gases puedan quedar atrapados en el techo de la construcción, se consideran áreas Clase 1, División 2 los siguientes espacios:

En el interior del cobertizo, desde la altura en que se inician las paredes hasta el techo, ver la figura No. 16.

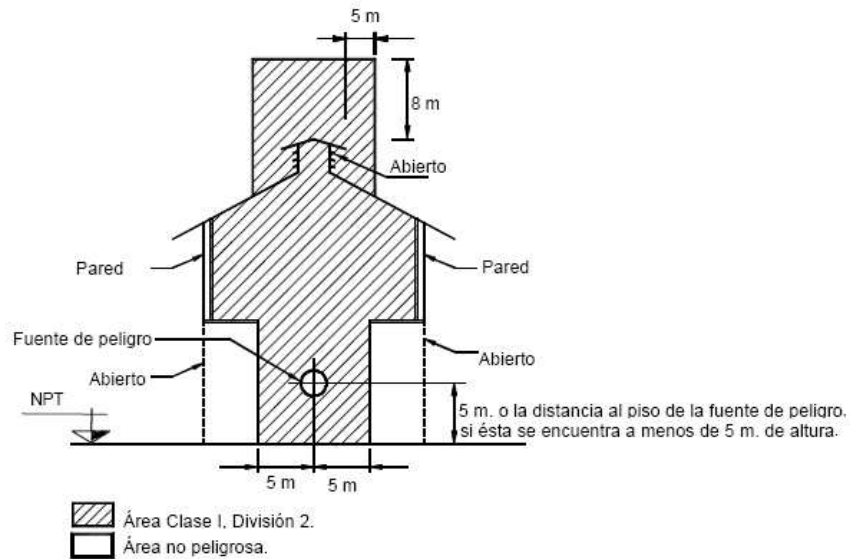


Figura 16. Áreas clasificadas en cobertizos para compresores de libre ventilación, ventilación superior, en donde se encuentran vapores mas ligeros que el aire.

En un área rectangular que se extiende horizontalmente hacia los lados 5 m de la fuente de peligro, en el plano vertical 5 m hacia debajo de la fuente de peligro, o cuando esta se encuentre colocada a menos de 5 m de altura, la distancia hacia abajo será limitada por el nivel del piso, y hacia arriba de la fuente de peligro hasta la altura en que se inician las paredes de la construcción, ver la figura No. 16.

En el exterior del techo del cobertizo, un área que se extiende, 5 m hacia los lados de las ventanas, ventilas o aberturas existentes en el techo y en el plano vertical, 8 m hacia arriba de estas aberturas y hacia abajo, hasta el nivel exterior del techo, ver la figura No. 16.

En los cobertizos de compresores que manejan productos inflamables más ligeros que el aire, libremente ventilados en su parte inferior, pero inadecuadamente ventilados en la parte superior, de tal manera que los gases queden atrapados en el techo de la construcción, se debe considerar como áreas peligrosas las siguientes:

1. En el interior del cobertizo, desde el techo hasta la altura en que exista pared, Área Clase 1, División 1, ver la figura No. 17.

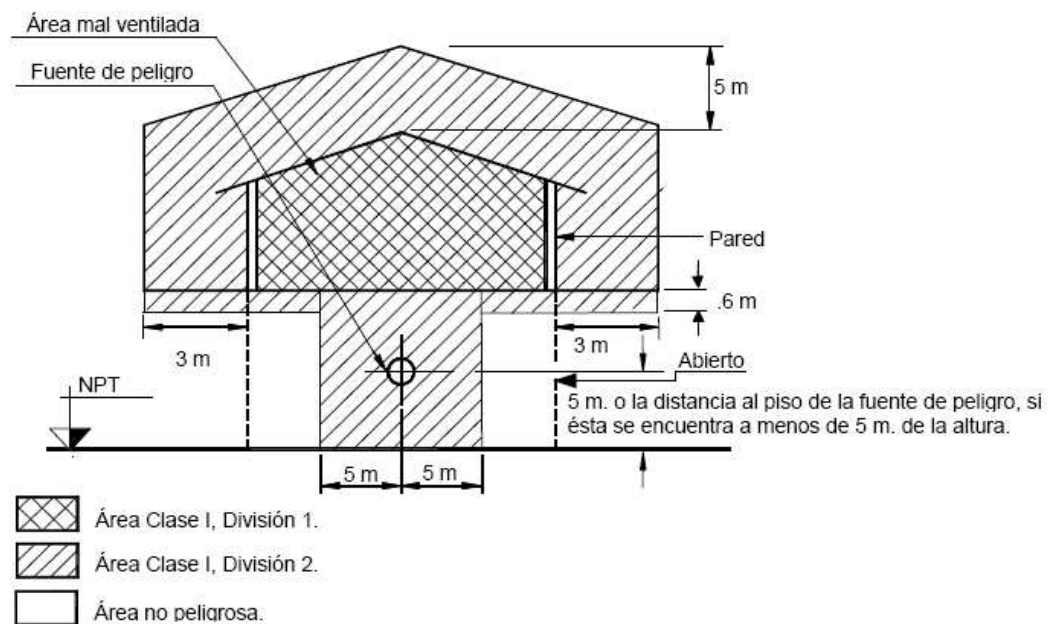


Figura 17. Áreas clasificadas en cobertizos para compresores de mala ventilación, en donde se encuentran vapores o gases mas ligeros que el aire.

2. En el exterior del techo del cobertizo, se debe considerar un área de la Clase 1, División 2, hasta 5 m del techo del cobertizo en todas direcciones, hasta 3 m a los lados externos de las paredes del cobertizo en el plano vertical y 0.60 m hacia abajo del límite inferior de las paredes del cobertizo, ver la figura No. 16.
3. Un área rectangular de la Clase 1, División 2, que se extiende horizontalmente 5 m hacia los lados de la fuente de peligro, y en el

plano vertical, 5 m hacia debajo de la fuente de peligro, o cuando ésta se encuentre colocada a menos de 5 m considerar esta altura, la distancia hacia arriba es de la fuente de peligro hasta 0.60 m abajo del límite inferior de la pared del cobertizo, ver la figura No. 16.

Cuando los compresores se encuentren instalados dentro de locales cerrados, o con mala ventilación, se considera todo el interior del local perteneciente a la División 1. como se ilustra en la figura No. 18.

Cuando los compresores se encuentren instaladas en lugares a la intemperie sobre el nivel del piso, se considera que existe un área peligrosa de la División 2 hasta una distancia de 3 m en todas direcciones a partir de la superficie exterior de la compresora, como se ilustra en la figura No. 18A.

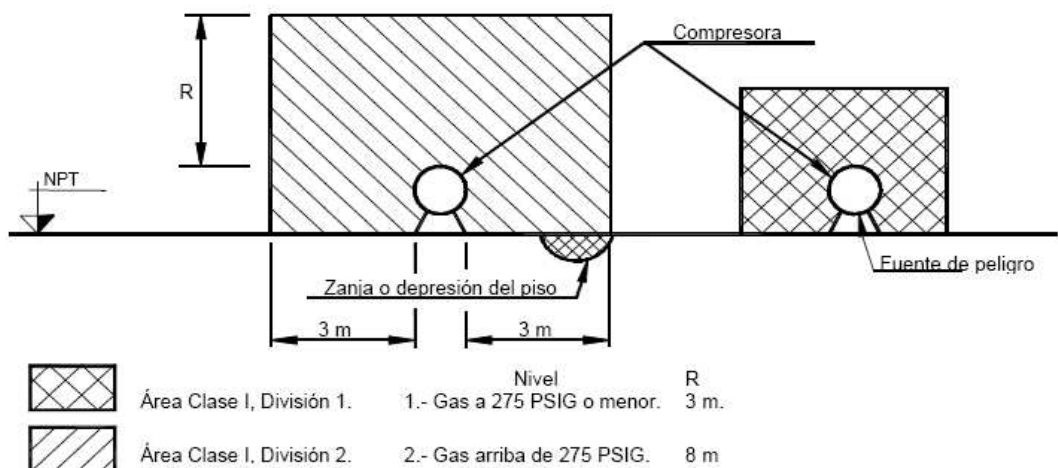


Figura 18. (Der) y 18A (Izq) Áreas clasificadas en compresores u otras fuentes que manejan gases inflamables instalados a la intemperie.

Cuando los compresores se encuentren instaladas en el interior de locales formados exclusivamente por un techo y las estructuras que lo sostienen (sin paredes), se considera que existe un área de la División 2 en todo el interior del local, como se ilustra en la figura No. 19.

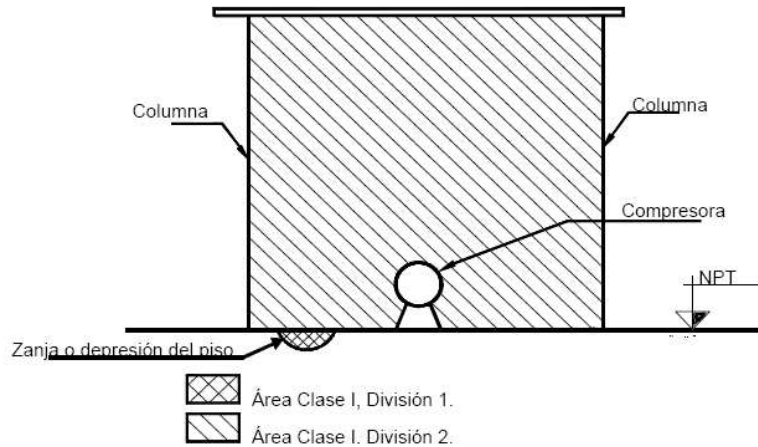


Figura 19. Áreas clasificadas en compresores instalados en estructuras techadas sin paredes, libremente ventilados.

Cuando los compresores se encuentren instalados en locales libremente ventilados abiertos por lo menos en uno de sus lados, debe considerarse que existe un área de la División 2 en todo el interior del local. Un área de la División 2 que llega hasta una distancia de 3 m en todas direcciones a partir de cualquier punto del local que se comuniquen con el exterior. En el exterior del techo del cobertizo un área de la División 2 que se extiende en el plano horizontal 3 m hacia los lados del venteo y en el plano vertical 3 m hacia arriba del venteo y hacia abajo hasta el nivel exterior del techo, como se ilustra en la figura No. 20.

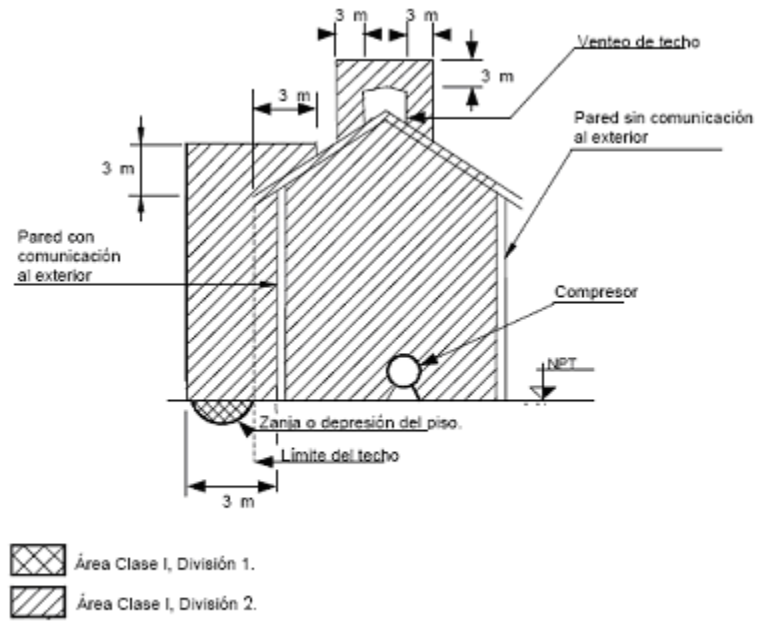


Figura 20. Áreas clasificadas en compresores instalados en locales libremente ventilados

6.1.9. BOMBAS

Cuando las bombas o compresores de líquidos volátiles inflamables se encuentren instaladas en lugares a la intemperie sobre el nivel del piso, se debe considerar las siguientes áreas peligrosas: Que existe un área peligrosa de la División 2, hasta una distancia de 8 m en todas direcciones a partir de la superficie exterior de la bomba. Un área de la División 2 que se extiende horizontalmente hasta 15 m de distancia de la bomba y hasta una altura de 60 cm sobre el nivel del piso, como se ilustra en la figura No. 21.

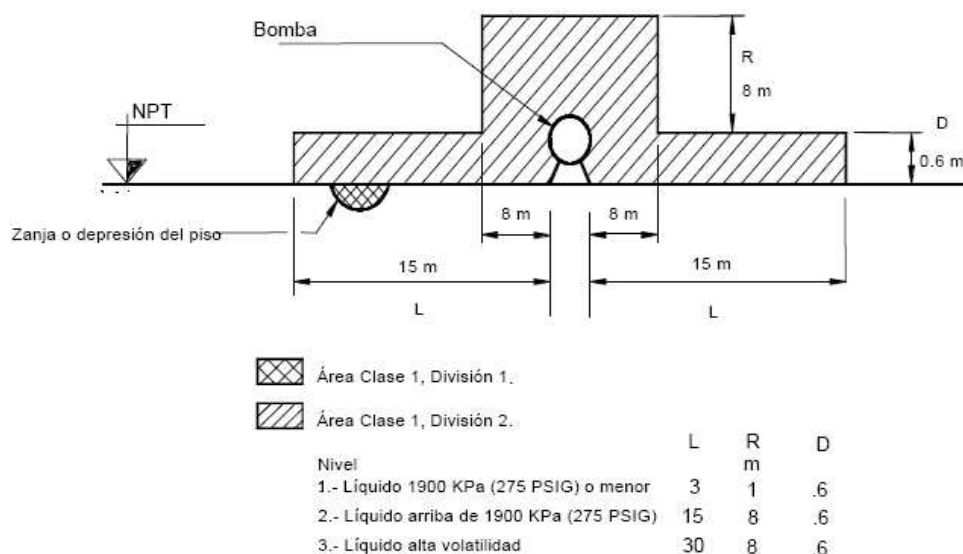


Figura 21. Áreas clasificadas en bombas o de ductos de transporte que manejan líquidos inflamables, a la intemperie.

Cuando las bombas o compresores de líquidos volátiles inflamables se encuentren instaladas dentro de locales libremente ventilados, se debe considerar: Que existe un área peligrosa de la División 2 en todo el interior del local, las paredes del local limitan el área peligrosa siempre que sean totalmente cerradas y no se comuniquen por ningún medio al exterior. Si existe comunicación al exterior, se considera una extensión de área de la División 2 que llega hasta una distancia horizontal de 3 m de la pared con comunicación al exterior y hasta la altura del techo. Un área de la División 2, que se extiende horizontalmente hasta 15 m de distancia del exterior de la bomba y hasta una altura de 60 cm sobre el nivel del piso.

En el exterior del techo del cobertizo existe un área de la División 2 que se extiende en el plano horizontal 1.5 m hacia los lados del venteo y en el plano vertical 1.5 m hacia arriba del venteo y hacia abajo hasta el nivel exterior del techo. Como se ilustra en la figura No. 22.

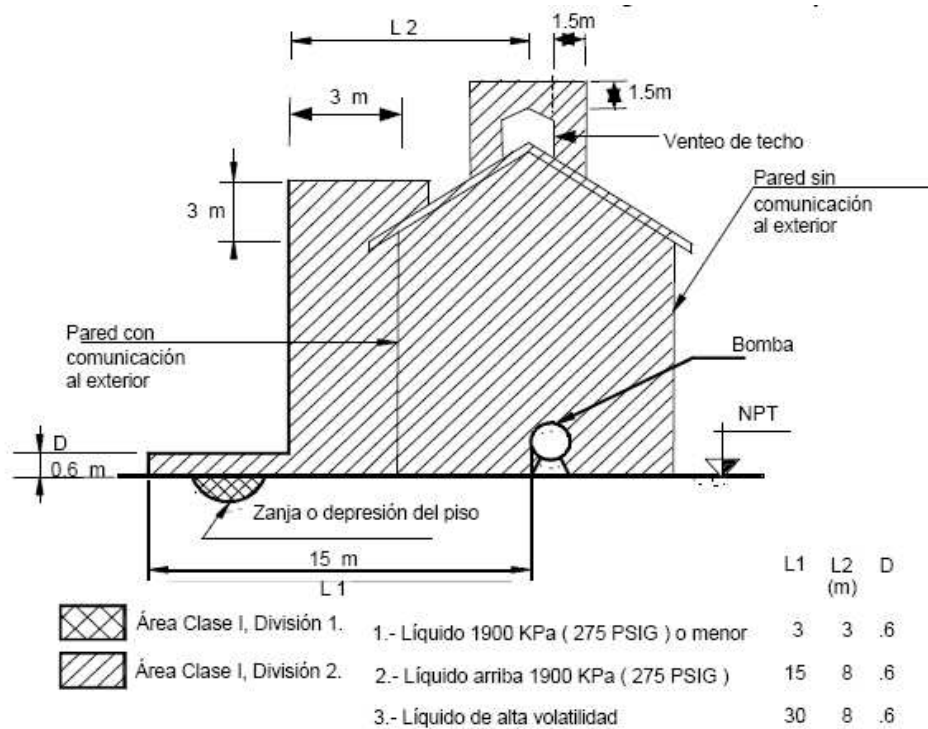


Figura 22. Áreas clasificadas en bombas dentro de ductos de transporte que manejan líquidos inflamables, dentro de locales libremente ventilados.

Cuando las bombas se encuentren instaladas dentro de locales cerrados o con mala ventilación, se considera que existen las mismas áreas peligrosas División 2 descritas en el inciso anterior excepto que todo el interior del local pertenece a la División 1 y en el exterior del techo del cobertizo existe un área de la División 1 que se extiende en el plano horizontal 1.5 m hacia los lados del venteo y en el plano vertical 1.5 m hacia arriba del venteo y hacia abajo, hasta el nivel exterior del techo, del límite de la División 1, se agrega un área de la División 2 que se extiende en el plano horizontal de 1.5 m hacia los lados y en el plano vertical 1.5 m hacia arriba y hacia abajo hasta el nivel exterior del techo como se ilustra en la figura No. 23.

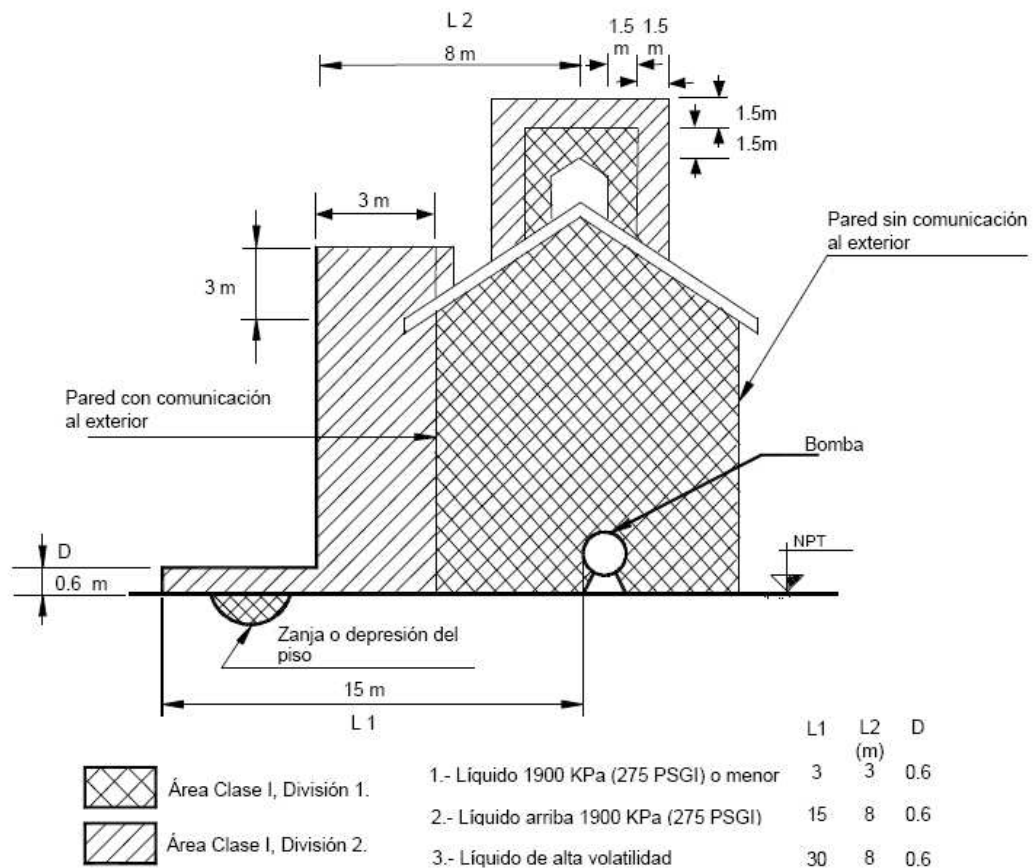


Figura 23. Áreas clasificadas en bombas ro de ductos de transporte que manejan líquidos inflamables, instalados en locales cerrados mal ventilados.

6.1.10. AUTOTANQUES Y CARROTANQUES.

En el caso de las operaciones de llenado y vaciado de productos que desprendan vapores o gases inflamables, en autotanques y carrotanques cuando se lleven a cabo al aire libre, se debe considerar áreas peligrosas en cualquier plano vertical, en la siguiente forma:

1. El espacio que se extiende en todas direcciones hasta 1 m a partir de la cúpula abierta por la cual se efectúa la carga, o a partir del respiradero, cuando se está cargando con la cúpula cerrada y respiradero al aire libre, se considera como lugar Clase I, División 1.

2. El espacio que se extiende en todas direcciones hasta 4.6 m a partir de la cúpula abierta por la cual se efectúa la carga, o a partir del respiradero, cuando se está cargando con la cúpula cerrada y respiradero al aire libre, se considera como área Clase I, División 2.

3. El espacio que se extiende en todas direcciones hasta 1 m de una conexión fija usada para carga o descarga por el fondo, con la cúpula cerrada y respiradero al aire libre y con un sistema de recuperación de vapores, se considera como lugar Clase I, División 2. En el caso de carga y descarga por el fondo, se aplica también esta clasificación al área comprendida en una distancia de 3 m del punto de carga, hasta una altura de 50 cm sobre el nivel del suelo, rampa, plataforma o pista de rodamiento, como se ilustra en la figura No. 24.

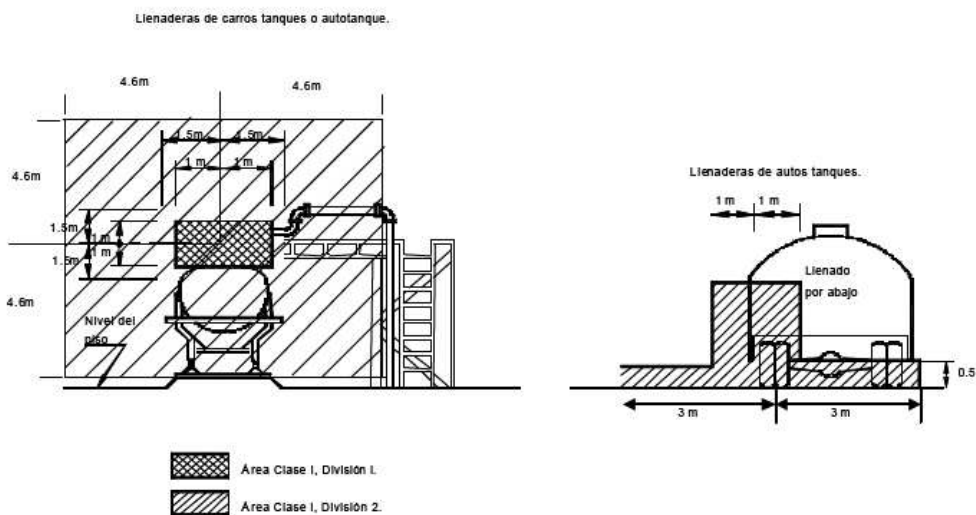


Figura 24. Áreas clasificadas en llevaderas y descargaderas de carrotanque y autotanque.

Las llenaderas de auto tanque y carros tanque de líquidos inflamables de la Clase I, deben estar separadas por lo menos 10 m de los tanques, almacenes, o cualquier otra construcción y del límite de propiedad más cercano.

En los estacionamientos y talleres empleados para reparar o guardar los autos tanque, se considera que existe un área de la División 1, en todas las zanjas o

depresión de piso, Un área de la División 2, hasta una altura de 50 cm sobre todo el piso.

6.1.11. VENTEOS

Debe considerarse alrededor de los venteos y purgas de gases o vapores inflamables en los equipos de proceso, bocas de respiración o de llenado de tanques de almacenamiento subterráneos de productos inflamables o bien, de cualquier dispositivo o mecanismo por medio del cual se trasvasen líquidos inflamables a chorro abierto, que existe a partir de la salida del tubo del venteo, un cubo de la División 1 de 3 m por lado, encerrado en otro cubo de la División 2, de 6 m por lado, a partir del mismo sitio, como se ilustra en la figura No. 25.

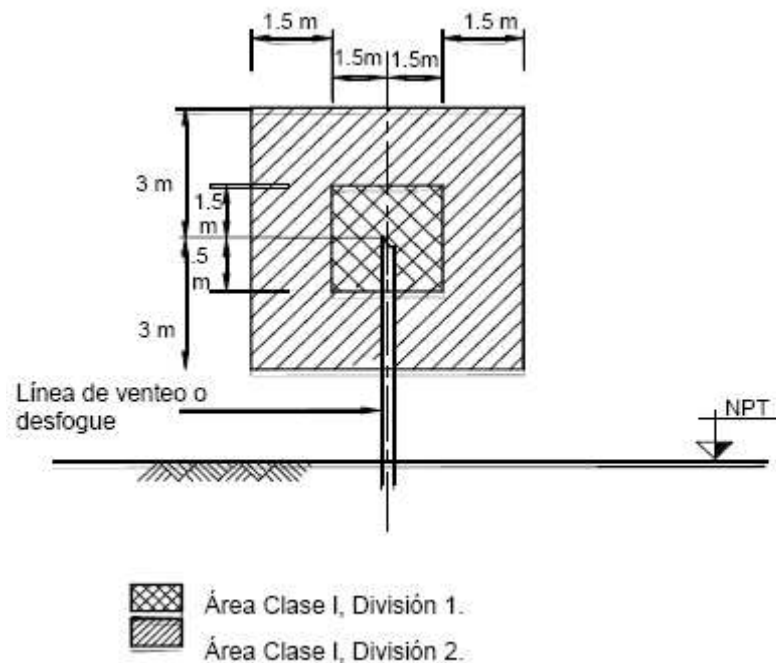


Figura 25. Área clasificada en los venteos de vapores inflamables en equipos de proceso.

6.1.12. TRAMPAS RECUPERADORAS DE HIDROCARBUROS

En las trampas recuperadoras de hidrocarburos, se considera que existe un área de la División 1, a partir de la fuente de peligro, hasta una distancia en todas direcciones, de 3 a 7.5 m, dependiendo del volumen y la volatilidad del contenido. Del límite de la División 1, se considera un área de la División 2 que se extiende en el plano horizontal y vertical, hasta 3 m.

Un área adicional de la División 2, que se extiende en el plano horizontal 4.5 m y en el vertical 3 m. Más un área de la División 2, que se extiende horizontalmente hasta 15 m de distancia y hasta una altura de 60 cm sobre el nivel del piso, como se observa en la figura No. 5.

6.1.13. POZOS EN PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO Y GAS

6.1.13.1. POZOS DE PRODUCCIÓN DE FLUJO NATURAL

En los pozos de producción de flujo natural en un área libremente ventilada, cuyo cabezal se encuentre en un contrapozo, se debe considerar un área División 1, dentro el contrapozo, como se observa en la figura No. 26.

Un área División 2, que se extiende de forma horizontal sobre el piso 3 m de los límites del foso y una altura de 50 centímetros del nivel de piso terminado, como se observa en la figura No. 25. En la válvula de medición del manómetro se debe considerar un área de la División 2 que se extiende a partir de la conexión inferior de la válvula hasta 50 centímetros en todas direcciones, como se muestra en la figura No. 26.

En las válvulas de muestreo o drenaje se debe considerar un área de la División 2, que se extiende hasta 1.5 m de la válvula en todas direcciones, como se observa en la figura No. 26.

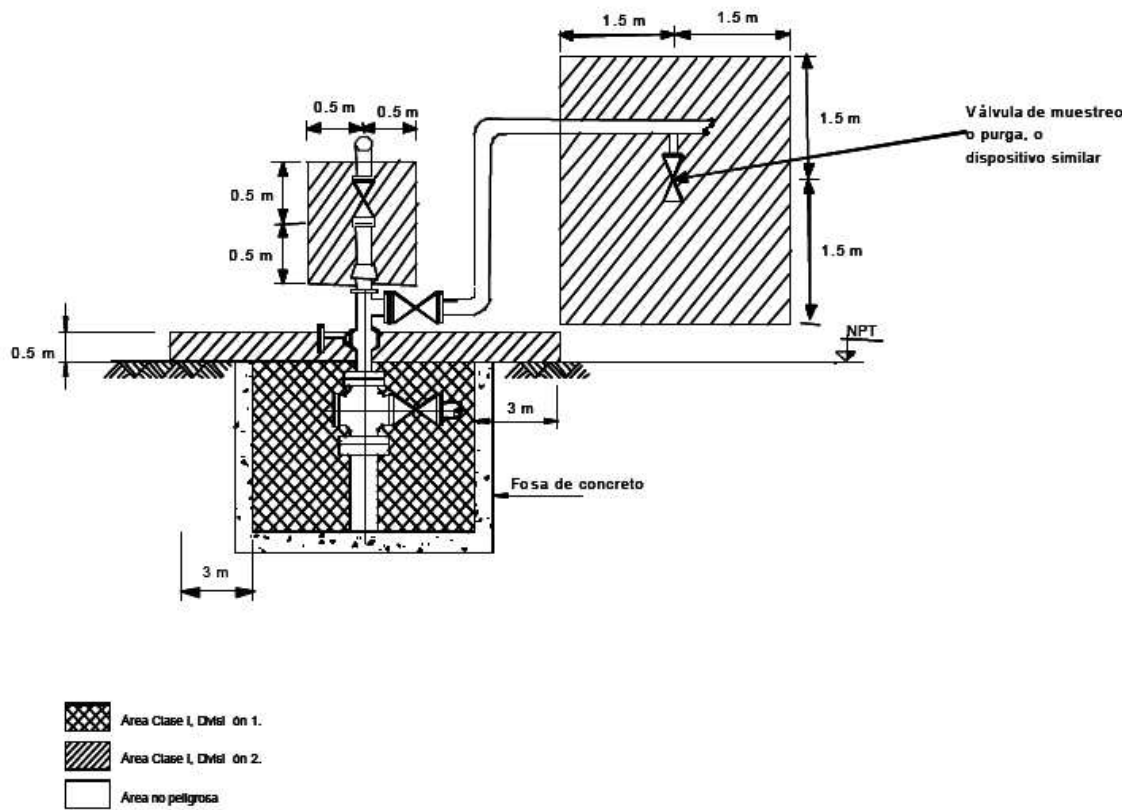


Figura 26. Área clasificada en pozo de producción de flujo natural.

6.1.13.2. POZOS DE PRODUCCIÓN DE FLUJO ARTIFICIAL

En los pozos de producción artificial, con bombas de émbolo de succión que se encuentren en un contrapozo, se debe considerar un área División 1, dentro del contrapozo, como se aprecia en la figura No. 27.

Un área División 2, que se extiende sobre el piso, a 3 m de los límites del contrapozo, a una altura de 50 cm del nivel de piso terminado, como se observa en la figura No. 27. Un área de la División 2 que se extiende 1.5 m en todas direcciones a partir de la salida de la tubería de la prensa estopa así como se muestra en la figura No. 27.

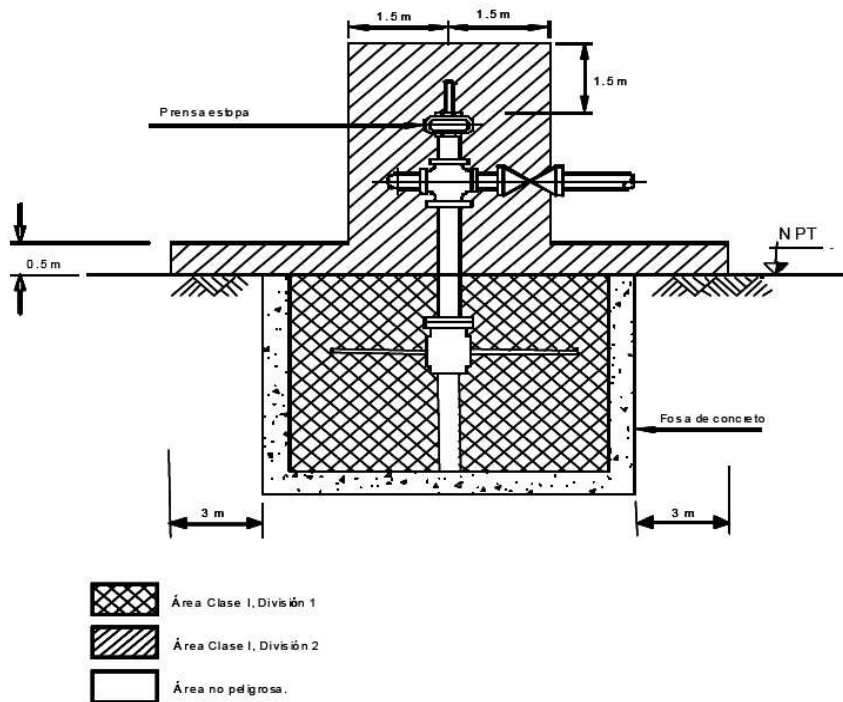


Figura 27. Área clasificada en pozo de producción de flujo artificial. Bombeo mecánico y

En los pozos de producción artificial, con bombas de émbolo de succión que se encuentran al nivel del piso, se debe considerar un área División 2, que se extiende horizontalmente sobre el piso 3 m del eje de la tubería, a una altura de 50 cm del nivel de piso terminado, un área de la División 2, a partir del centro de la Prensa estopas en todas direcciones de 1.5 m como se ilustra en la figura No. 28.

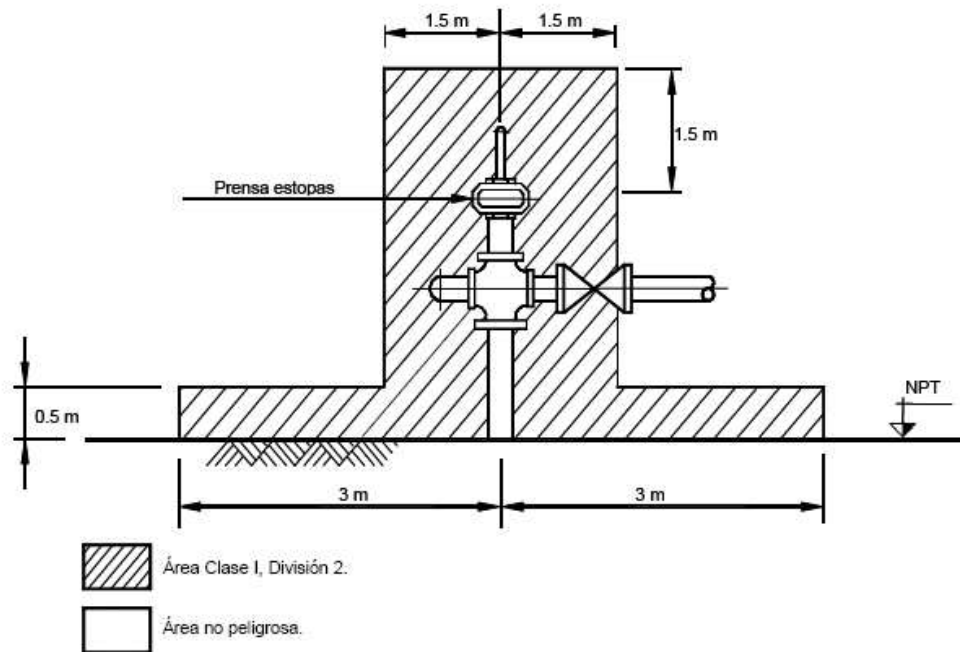


Figura 28. Área clasificada en pozo de producción de flujo artificial con bombeo mecánico al nivel del piso.

6.1.13.3. CABEZALES, VÁLVULAS Y CONTROLES OPERADOS CON GAS INFLAMABLE.

Cuando se instala un cabezal con sus válvulas instrumentación y controles operados con gas inflamable, dentro de un local cerrado adecuadamente ventilado, el interior del local debe ser División 2, hasta una distancia limitada por el área cerrada, como se ilustra en la figura No. 29.

Las válvulas y controles operados con gas deben tener un venteo con salida al exterior, en el cual se debe considerar un área de la División 1 de la superficie exterior del venteo que se extiende en el plano horizontal 50 centímetros hacia los lados del venteo y en el plano vertical 50 cm hacia arriba del venteo y hacia abajo hasta el nivel exterior del techo, del límite de la División 1, se agrega un área de la División 2 que se extiende en el plano horizontal de 50 cm hacia los lados y en el plano vertical 50 cm hacia arriba y hacia abajo hasta el nivel exterior del techo, como se ilustra en la figura No. 29. Cuando los dispositivos

de venteo no tengan salida al exterior, el local se clasifica como División 1 hasta la extensión limitada por el área cerrada.

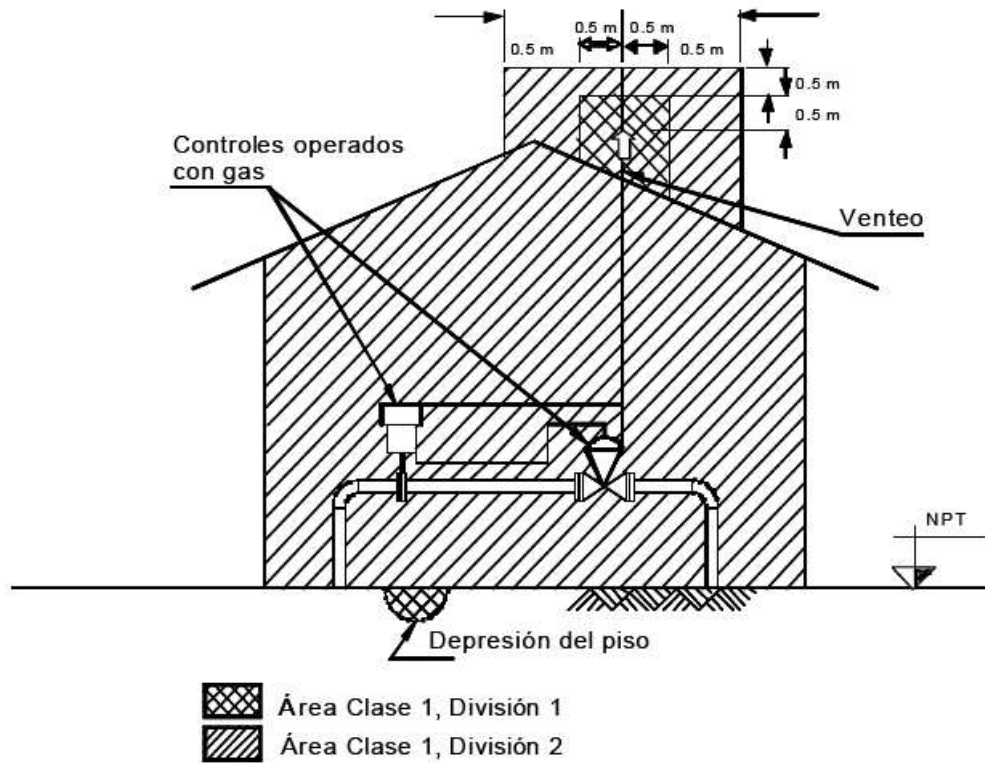


Figura 29. Área clasificada en cabezal, válvulas y controles operados por gas, instalada en área cerrada bien ventilada.

6.1.13.4. ZANJAS O REGISTROS EN LOS QUE SE INSTALAN TUBERÍAS DE PROCESO E INSTRUMENTACIÓN.

En los registros o zanjias construidos abajo del nivel de piso, en los que se instalen tuberías con válvulas, uniones roscadas, bridas, sistemas de muestreo, instrumentación y en los que se manejan líquidos inflamables, se considera que existen las siguientes áreas peligrosas indicadas en la figura No. 30.

Como área de la División 1, debe considerarse todo el interior del registro. Debe considerarse un área de la División 2 a nivel de piso en el plano

horizontal, hasta una distancia de 3 m a partir del límite de la tapa del registro y hasta una altura de 0.6 m sobre el piso.

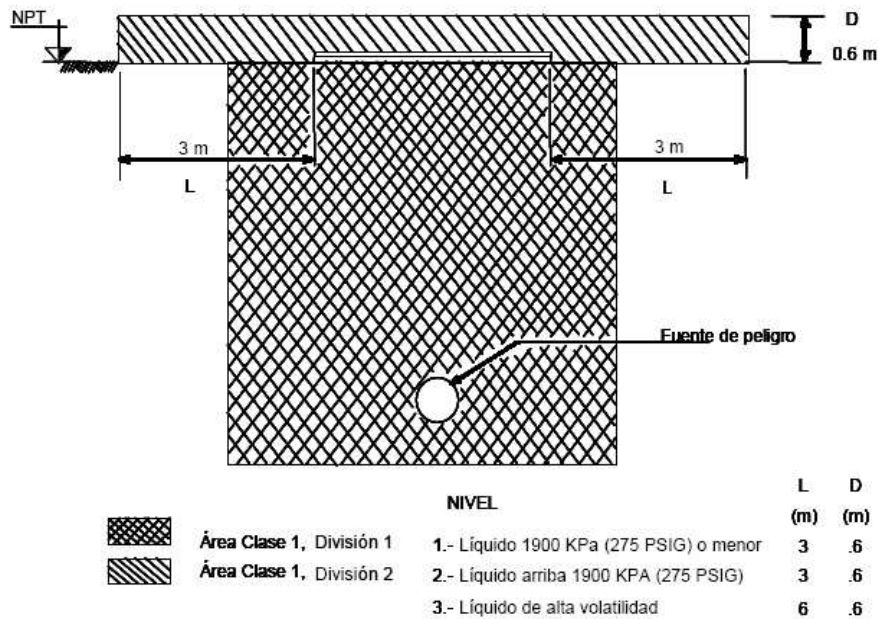


Figura 30. Área clasificada en registros o zanjas donde se instalan tuberías con válvulas e instrumentación en general los cuales manejan líquidos inflamables.

6.1.13.5. LOCALES DE ANESTESIA INFLAMABLE

Los locales de anestesia inflamable son las áreas destinadas a la administración durante exámenes o tratamientos médicos, de agentes anestésicos inflamables, e incluyen salas de operación, salas de parto, salas de emergencia, salas de anestesia y otras áreas en que se manejan agentes anestésicos inflamables, tales como fluroxeno, ciclopropano, etileno, éter-etílico y éter-clorhídrico.

En cualquier local donde se utilicen anestésicos inflamable se debe considerar el área como Clase 1, División 1, extendida en el plano vertical hasta 1.50 m por encima del nivel de piso terminado. Mientras que si en el local o espacio se almacenan anestésicos inflamables, se debe considera en todo su volumen como área Clase I, División 1.

6.2. SELECCIÓN DE EQUIPOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Existen diferentes técnicas de protección para evitar una posible ignición de sustancias presentes en atmosferas peligrosas debido a chispas o arcos eléctricos producidos por los equipos de una instalación eléctrica. Entre estas se encuentran las siguientes:

- Aparatos a prueba de explosión
- A prueba de ignición de polvos.
- Hermético al polvo.
- Purgado y presurizado.
- Sistemas intrínsecamente seguros.
- No incendiarios (Circuitos, Equipos y Componentes).
- Inmersión en aceite.
- Herméticamente sellado.
- Sistemas de detección de gas combustible.

6.2.1. EQUIPOS A PRUEBA DE EXPLOSIÓN

La instalación eléctrica en un área clasificada debe eliminar el riesgo de inflamación o explosión. Existen para ello varias metodologías:

- Previniendo la ignición (seguridad aumentada, seguridad intrínseca, uso de atmósferas inertes)
- Permitiendo la ignición pero conteniéndola (equipos a prueba de explosión).

Los equipos a prueba de explosión no son herméticos, está previsto que los gases ingresen al mismo y se inflamen si existe en el interior de éste una fuente de energía. Los criterios de diseño básicos son los siguientes:

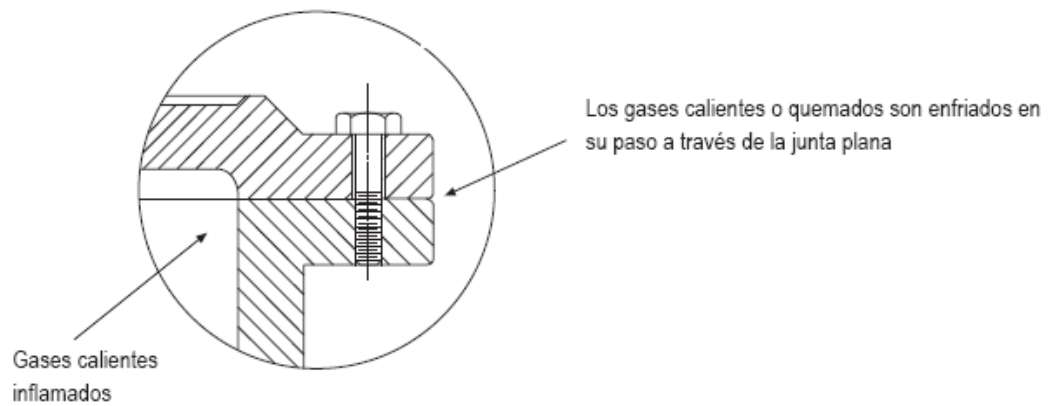
- El equipo debe contener la explosión sin deformarse, y permitir la salida de los gases calientes a través de juntas de tolerancias controladas, de manera que estos se enfríen por debajo de su punto de ignición antes de alcanzar la atmósfera externa.
- La temperatura de la cubierta no debe incrementarse como para hacer encender los gases o vapores a su alrededor.

Existen varias normas que rigen el diseño, fabricación y ensayo de equipos a prueba de explosión, siendo las emitidas por **Underwriters Laboratories, Inc. (UL)** de los Estados Unidos las de mayor difusión y aceptación a nivel mundial.

Actualmente existen muchos fabricantes de equipo a pruebas de explosión que utilizan estos estándares como base para la elaboración y ensayo de sus productos. Estas normas establecen requerimientos en cuanto a materiales, espesores, tolerancias, condiciones del diseño, marcaje y pruebas a que deben someterse los productos. Estos equipos deben estar contruidos e instalados de manera que garanticen un funcionamiento seguro en condiciones adecuadas de uso y mantenimiento.

El principio de funcionamiento es como se muestra en las siguientes gráficas:

■ JUNTA PLANA



■ JUNTA ROSCADA

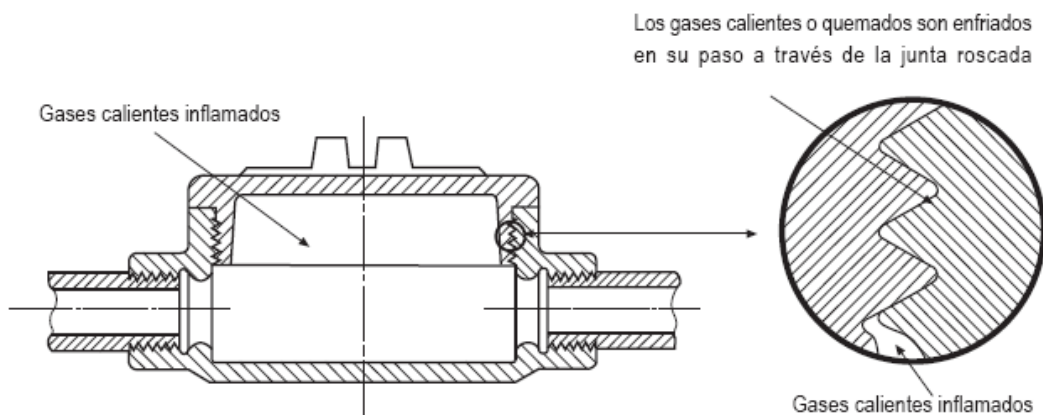


Figura 31. Junta plana y junta roscada aprobada para áreas clasificadas.

6.2.2. EQUIPOS USADOS EN ÁREAS CLASE I

Los equipos clase I, son también diseñados para operar a plena carga sin desarrollar temperaturas superficiales por encima de las temperaturas de ignición de las mezclas inflamables en las cuales estos operen.

Para seleccionar el equipo adecuado se debe conocer cuál es su temperatura máxima superficial la cual podría alcanzar el equipo. Esto se observa en el rotulado del equipo el cual ya viene normalizado según la tabla 500-5 del artículo 500-5 sección d) de la NTC 2050.

Temperatura máxima (°C)	Marca Identificativa
450	T1
300	T2
280	T2A
260	T2B
230	T2C
215	T2D
200	T3
180	T3A
165	T3B
160	T3C
135	T4
120	T4A
100	T5
85	T6

Tabla 4. Rotulado de los equipos en función de su temperatura máxima

La temperatura del equipo nunca debe ser mayor a la temperatura de ignición del gas, vapor o líquido respectivo que pueda encontrarse en la atmósfera circundante del lugar¹².

6.2.2.1. TRANSFORMADORES Y CONDENSADORES

División 1. En las áreas clasificadas como Clase I División 1, los transformadores y condensadores deben cumplir los siguientes requisitos:

¹² NTC 2050, Capítulo 500-5 parte e).

- 1) Los que contengan líquido inflamable. Los transformadores y condensadores que contengan un líquido inflamable se deben instalar solo en bóvedas aprobadas que cumplan lo establecido en los Artículos 450-41 a 450-48 y, además:
 - No debe haber puerta ni otra abertura de comunicación entre la bóveda y el lugar de División 1.
 - Debe haber una buena ventilación para la remoción continua de los gases o vapores inflamables.
 - Las aberturas de ventilación deben desembocar en un lugar seguro fuera de las edificaciones.
 - Los ductos y aberturas de ventilación deben ser de sección suficiente para aliviar las presiones causadas por explosiones dentro de la bóveda y todas las partes de los conductos de ventilación dentro de los edificios deben ser de concreto reforzado.
- 2) Los que no contengan líquido inflamable. Los transformadores y condensadores que no contengan un líquido inflamable deben:
 - Instalarse en bóvedas que cumplan el anterior requisito a).1), o 2) estar aprobados para lugares Clase I.

6.2.2.2. MEDIDORES INSTRUMENTOS Y RELES

DIVISION 1.

Los medidores, instrumentos, transformadores de instrumentos, las resistencias y rectificadores, deben estar dotados de encerramiento aprobados para lugares Clase I División 1, es decir, los que son a prueba de explosión y los que están dotados de dispositivos de purga y presurización.

DIVISION 2.

Deben cumplir los siguientes requisitos:

- CONTACTOS, RESISTENCIAS Y EQUIPOS SIMILARES: Encerramientos para Clase I División 1.
- DEVANADOS, BOBINAS, SOLENOIDES QUE NO TENGAN CONTACTOS DESLIZANTES O DE CIERRE Y APERTURA: Encerramiento de propósito general.
- CONJUNTO DE PROPOSITO GENERAL: Encerramiento de propósito general con marca de temperatura máxima.
- FUSIBLES: Encerramiento de propósito general solo si no se encuentran sometidos a sobrecargas en condiciones normales y se preceda cada fusible con un interruptor con el encerramiento apropiada para Clase I División 1.
- CONEXIONES: Se permite conectar los instrumentos de control de procesos mediante cordón flexible, clavija y tomacorriente solo si:
 1. Se instale un interruptor que cumpla con encerramiento clase I División 1 de modo que no depende de la clavija para interrumpir la corriente.
 2. La corriente no supere los 3A 120V nominales.
 3. El cordón de alimentación no tenga más de 90mm, sea de un tipo aprobado de para trabajo extrapesado o pesado si está protegido por su ubicación y está alimentado a través de una clavija y tomacorriente tipo seguridad y puesta a tierra.
 4. Solo se instalen los tomacorrientes necesarios.
 5. El tomacorriente lleve una señal escrita que diga “no desenchufar bajo carga”

6.2.2.3. ALAMBRADO

TIPOS DE CABLES

MV. Medium Voltaje. Cable sencillo o multiconductor, con aislamiento dieléctrico sólido de 2001V a 35kV, para su instalación en bandeja debe estar marcado para este uso.

MI. Mineral insulated. Cable con aislamiento.

AC. Armored Cable. Cables blindados.

MC. Metal – Clad. Cables con cubierta metálica. Con chaqueta de cinta metálica traslapada o tubo corrugado.

NM. Non Metallic. Cables con cubierta exterior no metálica, resistente a la humedad y retardante a la llama.

SNM. Apantallado, chaqueta no metálica, resistente a la humedad, retardante de llama.

TC. Tray cable. De potencia y control con chaqueta no metálica, aprobado para instalaciones de bandeja.

PTLC. Para bandeja, con chaqueta no metálica y potencia limitada, es resistente a la propagación del fuego.

DIVISION 1.

ALAMBRADO FIJO: El alambrado se debe realizar en tubo Conduit metálico rígido roscado NPT, tubo Conduit intermedio de acero roscado NPT o cables tipo MI con accesorios de terminación aprobados para esos lugares. Todas las

cajas, accesorios y juntas de unión deben ser roscadas para conectarlos a los tubos o terminaciones de los cables y deben ser a prueba de explosión. Las juntas roscadas deben tener por lo menos cinco hilos que queden completamente metidos. Los cables tipo IM se deben instalar y soportar de modo que se eviten los esfuerzos de tensión en sus accesorios terminales.

CONEXIONES FLEXIBLES: Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, como en los terminales de motores, se deben utilizar accesorios certificados para lugares clase I.

En cuanto a las cajas, accesorios y uniones utilizadas en las instalaciones, todos deben ser aprobados para Clase I División 1.



Figura 32. Uniones aprobadas para Clase I División 1.

DIVISION 2.

En los lugares Clase I División 2 está permitido emplear como métodos de alambrado los siguientes elementos:

- Tubo Conduit metálico rígido roscado NPT.
- Tubo Conduit intermedio de acero roscado NPT.

- Conductores de barras empaquetadas.
- Conductores de alambre empaquetados.
- Cables tipo PLTC, cables tipo ITC, MI, MC, MV o TC en bandejas portacables, en canalizaciones soportados por cables mensajeros o directamente enterrados, cuando el cable este certificado para ese uso.
- Cables tipo MI, MC, MV o TC con accesorios terminales aprobados.
- No es necesario que las cajas, accesorios y juntas sean a prueba de explosión, excepto si lo exigen las disposiciones.
- Cuando se requiera una flexibilidad limitada, como en los terminales de motores, se deben usar accesorios metálicos flexibles, tubo metálico flexible con accesorios aprobados.
- Cables flexibles aprobados para uso extrapesado y provisto con accesorios pasacables aprobados. En el cable flexible debe estar incluido un conductor adicional para puesta a tierra.

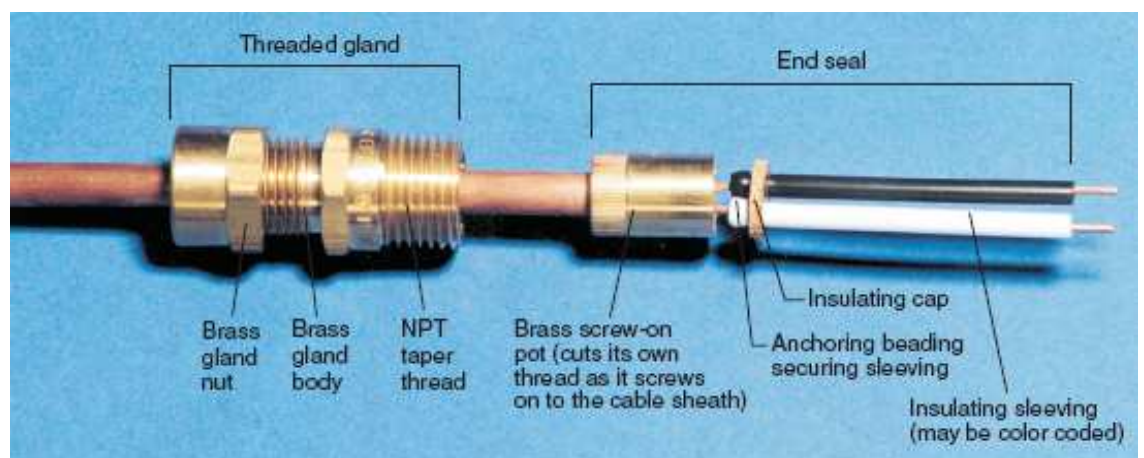


Figura 33. Cables tipo MI aprobado para lugares Clase 1.

6.2.2.4. SELLOS Y DRENAJES

DIVISION I.

Se deben ubicar:

1. EN LA ENTRADA DE LOS ENCERRAMIENTOS.

En cada tramo de tubo Conduit que entre en un encerramiento para interruptores, interruptores automáticos, fusibles, relés, resistencias u otros equipos que puedan producir arcos eléctricos, chispas o altas temperaturas en condiciones normales de funcionamiento.

Los sellos cortafuego se deben instalar a menos de 0.45m de dichos encerramientos. Los únicos encerramientos o accesorios permitidos entre el sello y el encerramiento son las uniones, acoples, reducciones, codos, codos con tapa y conduletas a prueba de explosión, de tipo similar L, T y X. Las conduletas no deben ser mayor que el diámetro de de la tubería Conduit.

En los tubos Conduit de 53 mm de diámetro comercial (2") o más que entren en los encerramientos o accesorios que alberguen terminales, empalmes o derivaciones, a menos de 0.45 m de dicho encerramiento o accesorio.

2. ENCERRAMIENTO PRESURIZADOS.

En los tubos Conduit que entren en los encerramientos presurizados donde el Conduit no sea presurizado, con el fin de protección del sistema. El sello

en el Conduit se debe instalar dentro de los 0.45 m de dicho encerramiento presurizado.

Cuando dos o mas sellos deben ir sellados de acuerdo con las anteriores disposiciones, conectadas con boquillas roscadas o por tramos de tubo máximo de 0.9 m se considera suficiente un solo sello en cada conexión de la boquilla o del tramo si se ubica a menos de 0.5 m de cada encerramiento.

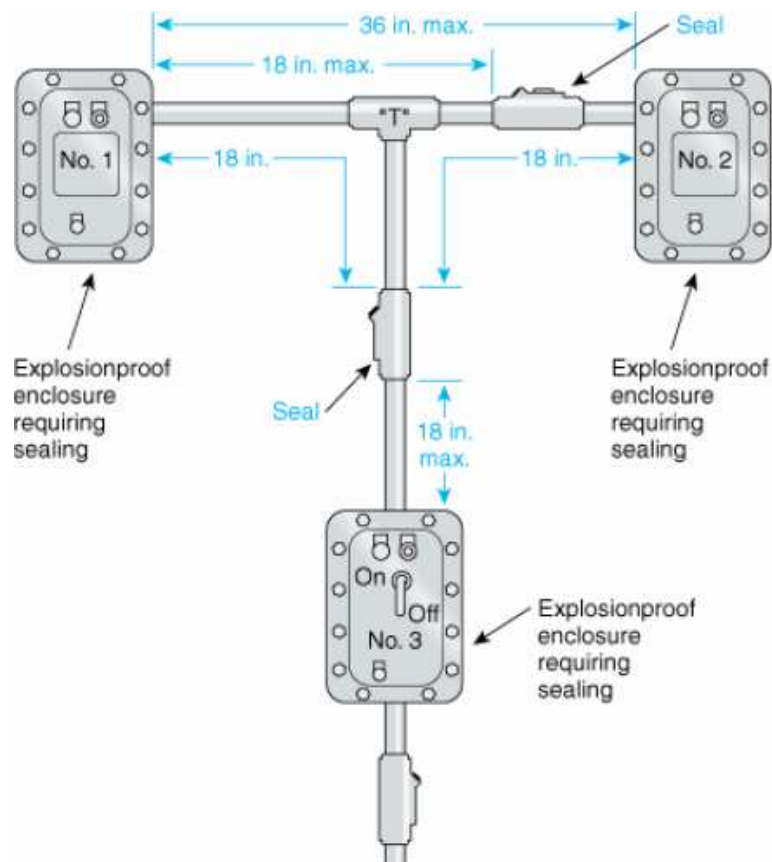


Figura 34. Sellos ubicados en lugares Clase I División 1.

En cada tramo de tubo Conduit que salga del lugar de Clase I División 1, se permite un sello a cada lado del límite de dicho límite, pero debe estar e instalado para minimizar la cantidad de gas o vapor que pueda haber entrado en el tubo en el lugar de la División 1 desde donde se comunica con el tubo más allá del sello. En el tramo comprendido entre el sello y el punto en el que el tubo Conduit sale del lugar de la División 1, no debe haber uniones, acoples,

cajas ni accesorios, excepto las reducciones aprobadas como a prueba de explosión, en el sello.

El compuesto sellante debe ser de un tipo aprobado para la aplicación y condiciones correspondientes. Se debe aplicar sellante a los accesorios terminales de los cables tipo MI para evitar que entre la humedad o algún líquido en el aislante del cable.

DIVISIÓN 2.

Se deben ubicar:

1. Ítem 1, 2, 3, y 4 anteriores.
2. En cada tramo de tubo Conduit que pase de lugares Clase I División 2, a lugares no clasificados, se permite un sello a cada lado del límite de dicho lugar a menos de 3 m de dicho límite, pero debe estar diseñado e instalado para minimizar la cantidad de gas o vapor que pueda haber entrado en el Conduit en el lugar de División 2 y que pase más allá del sello. Se debe instalar un tubo Conduit metálico rígido o un tubo Conduit intermedio de acero roscado entre el sello y el punto en el que el tubo sale del lugar de clase I división 2; el sello de debe instalar con una conexión roscada. En el tramo comprendido entre el sello y el punto en el que el tubo sale del lugar de División 2, no debe haber uniones, acoples, cajas ni accesorios, excepto las reducciones aprobadas como a prueba de explosión en el sello.

Además de lo anterior los sellos ubicados en Clase 1 División 1 deben cumplir con lo siguiente:

- A) ACCESORIOS: Los encerramientos para conexiones o equipos deben estar provistos con medios integrales aprobados para sellar o se deben usar sellos aprobados para lugares Clase I. Los sellos deben ser accesibles.

- B) **COMPUESTO SELLANTE:** Debe estar aprobado proporcionar un sellamiento contra paso de gases o vapores, no debe verse afectado por las condiciones atmosféricas o por los líquidos y su punto de fusión no debe ser menos de 30° C.
- C) **ESPESOR DEL COMPUESTO SELLANTE:** El espesor del compuesto sellante no debe ser menor al diámetro del sello y nunca menor a 16mm.
- D) **EMPALMES Y DERIVACIONES:** No se deben hacer empalmes ni derivaciones en los accesorios destinados únicamente para sellamiento con compuesto y los accesorios en los que se hayan hecho empalmes y conexiones no se deben rellenar con sellante.
- E) **ENSAMBLES:** Cuando exista un compartimiento en el que equipos generen chispas y un compartimiento para conexiones y derivaciones, todos deben estar aprobados para clase 1, si están en división I, se deben instalar sellos cuando estos se exijan
- F) **ESPACIO OCUPADO POR LOS CONDUCTORES:** Los conductores dentro de un sello no deben superar el 25% de la sección transversal del Conduit metálico rígido del mismo diámetro comercial, excepto si esta específicamente aprobado.

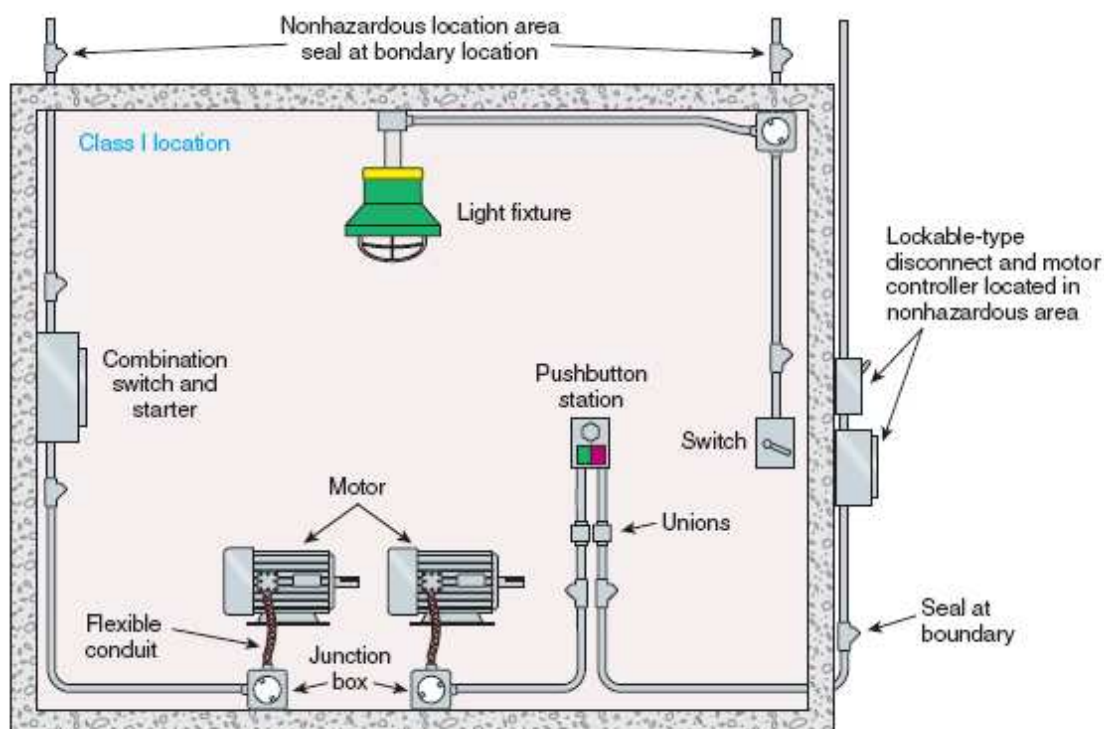


Figura 35. Instalaciones con sellos en lugares clase 1.

6.2.2.5. INTERRUPTORES, INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS, CONTROLADORES DE MOTORES Y FUSIBLES.

DIVISIÓN 1.

Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluidos los pulsadores, relés y dispositivos similares instalados en los lugares Clase I División 1, deben ir dotados de encerramientos y en cada caso el encerramiento y los equipos que contenga deben estar aprobados como un conjunto completo para uso en lugares Clase I.

DIVISIÓN 2.

Se debe cumplir con lo siguiente:

1. Los interruptores automáticos, controladores de motores e interruptores instalados para interrupción de corriente en condiciones normales de funcionamiento deben estar dotados de encerramiento para Clase I División 1, a menos que se instalen con encerramiento de propósito general y además cumplan con lo siguiente:
 - a. La interrupción de la corriente se produzca dentro de una cámara herméticamente cerrada a los gases y vapores.
 - b. Los contactos para corrientes de cierre y apertura estén sumergidos en aceite y sean tipo de propósito general con una inmersión mínima de 50mm para contactos de control.
 - c. La interrupción de corriente se produzca dentro de una cámara a prueba de explosión sellada de fabrica, aprobada para este lugar.
 - d. El dispositivo de interrupción se de estado sólido, dispositivo de control sin contactos, cuya temperatura superficial no supere el 80% de la temperatura de auto ignición en °C del gas o vapor involucrado.
2. Interruptores de separación (seccionadores). Se permite la instalación de interruptores o seccionadores, con o sin fusibles, en encerramientos de propósito general, para transformadores o grupos de condensadores siempre y cuando no estén destinados para interrumpir la corriente durante operación normal de funcionamiento.
3. Fusibles internos de aparatos de alumbrado: Se permiten fusibles de cartucho aprobados como protección suplementaria dentro de aparatos de alumbrado.
4. Fusibles. Se permite instalar interruptores normales para protección diferentes del ítem anterior, siempre que se instalen en encerramientos

aprobados para esos lugares. Se permite instalar fusibles si se encuentran dentro de encerramientos de propósito general y si son de cámara herméticamente sellada contra entrada de vapores y gases.



Figura 36. Panel de control aprobado para uso en áreas clasificadas



Figura 37. Interruptores aprobados para Clase 1.

6.2.2.6. MOTORES Y GENERADORES

DIVISIÓN 1.

Todos los motores y generadores instalados en este tipo de atmosfera deben ser aprobados para lugares Clase I División 1 o deben cumplir lo siguiente:

- Ser del tipo totalmente cerrado, con ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio con salida a un área segura y dispuestos de modo que no se puedan poner en marcha hasta que no funcione la ventilación y se haya purgado el encerramiento con al menos de 10 volúmenes de aire y además dispuestos de modo que, si falla la ventilación, el motor se desenergice automáticamente.
- Ser de tipo totalmente encerrado lleno de gas inerte, dotado con una fuente confiable de este gas para presurizar el encerramiento, con elementos provistos para asegurar una presión positiva en el encerramiento y dispuestos para desenergizar automáticamente el equipo cuando falle el suministro de gas.
- De un tipo diseñado para funcionar sumergido en un líquido que sólo sea inflamable cuando se vaporice y mezcle con el aire, o en un gas o vapor a una presión mayor que la atmosférica y sean inflamables únicamente cuando se mezclen con el aire; y que la máquina esté dispuesta de modo que no se pueda energizar hasta que esta haya sido purgada con el líquido o el gas para desplazar el aire, y además se desenergice automáticamente cuando se interrumpa el suministro de líquido, gas o vapor, o su presión se reduzca hasta la presión atmosférica.

DIVISIÓN 2.

Se permite instalar motores abiertos o cerrados que no sean a prueba de explosión, tales como motores de inducción de jaula de ardilla sin escobillas, sin mecanismos de conmutación ni otros dispositivos similares que generan arcos eléctricos. Las partes móviles del motor como ventiladores, deben ser de un material que en caso de rozamiento no produzcan chispas.

Deben instalarse dispositivos que detecten cualquier aumento de temperatura del motor sobre los límites establecidos y desenergicen automáticamente el motor y produzcan una alarma adecuada. Los equipos auxiliares y dispositivos de detección deben ser de un tipo aprobado para el lugar en el que se encuentren instalados.

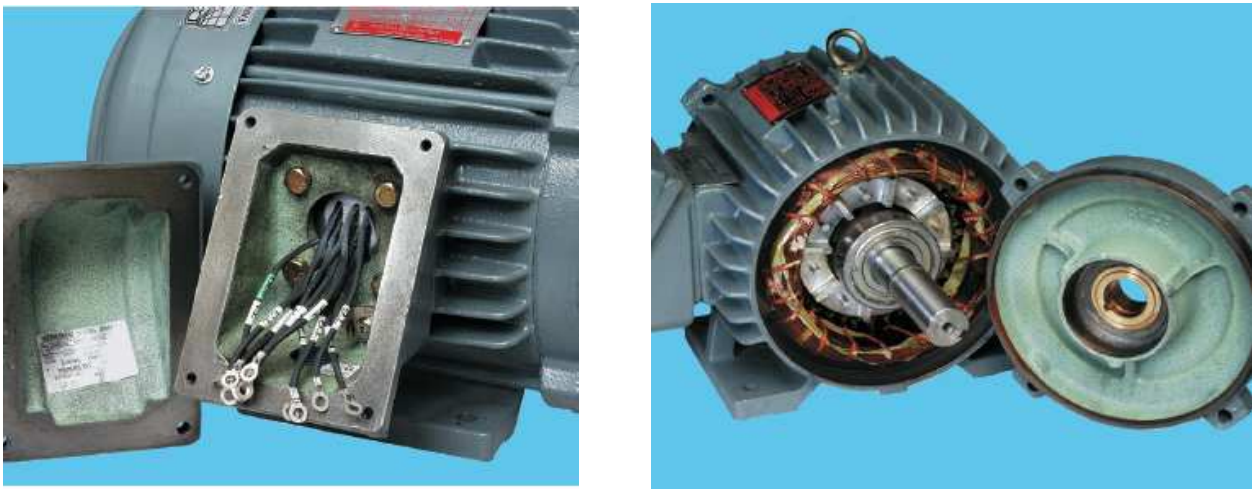


Figura 38. Motores aprobados para clase 1 División 1.

6.2.2.7. EQUIPOS DE ALUMBRADO

DIVISIÓN 1.

- 1) Equipos aprobados. Todos los equipos deben estar aprobado como para lugares Clase I División 1 y debe llevar rotulada la máxima potencia en vatios de la bombilla, para la cual está aprobado el equipo. Los equipos portátiles deben estar aprobados específicamente como un conjunto completo para ese uso.
- 2) Daños físicos. Cada equipo se debe proteger contra daños físicos bien sea por su ubicación o mediante la utilización de rejillas protectoras.
- 3) Equipos colgantes. Los equipos colgantes deben estar suspendidos y alimentados a través de tramos de tubo Conduit metálico rígido roscado o tubo Conduit intermedio de acero roscado y las juntas roscadas deben llevar tuercas de seguridad u otro medio eficaz para evitar que se aflojen. Los tramos de más de 30 cm de largo se deben apuntalar eficaz y permanentemente, para evitar su desplazamiento lateral, a no más de 30 cm sobre el extremo inferior del tramo, o hacerlo flexible mediante un accesorio o conector aprobado para lugares Clase I División 1 ubicado a no más de 30 cm del punto de unión de la caja de soporte o accesorio al que esté sujeto.
- 4) Soportes. Las cajas, conjuntos de cajas o accesorios utilizados como soporte de los equipos de alumbrado, deben estar aprobados para su uso en lugares Clase I.

DIVISIÓN 2.

- 1) Equipos portátiles de alumbrado. Los equipos portátiles de alumbrado deben cumplir el anterior requisito DIVISION1 1).

- 2) Equipos fijos. Todos los equipos fijo de alumbrado se deben proteger contra daños físicos. Cuando exista peligro de que los arcos o el metal caliente de las bombillas o equipos de alumbrado puedan dar ignición a vapores o gases inflamables, se deben instalar encerramientos adecuados u otro medio de protección eficaz. Cuando las bombillas sean de un tamaño o tipo que, en condiciones normales de funcionamiento, les haga alcanzar temperaturas superficiales superiores al 80% de la temperatura de ignición en °C de los gases o vapores presentes, los equipos de alumbrado deben cumplir con el anterior apartado DIVISIÓN 1) o ser de un tipo que haya sido ensayado para establecer su temperatura de operación rotulada o rango de temperatura.
- 3) Equipos colgantes. Los equipos colgantes deben estar suspendidos mediante tramos de tubo Conduit metálico rígido roscado o tubo Conduit intermedio de acero roscado u otros medios aprobados. Los tramos de más de 0,30 m de largo se deben apuntalar eficaz y permanentemente, para evitar su desplazamiento lateral, a no más de 0,30 m sobre el extremo inferior del tramo, o hacerlo flexible mediante un accesorio o conector aprobado ubicado a no más de 0,30 m del punto de unión de la caja de soporte o accesorio.



Figura 39. Tipo de luminarias utilizadas en lugares clase 1. A prueba de explosión.

6.2.2.8. TOMACORRIENTES Y CLAVIJAS

Los tomacorrientes y clavijas deben ser de un tipo que suministre una conexión con el conductor de puesta a tierra de un cordón flexible y estar aprobados para su uso en esos lugares.



Figura 40. Tomacorrientes y Clavijas aprobados para áreas clasificadas Clase 1.

6.2.2.9. SISTEMAS DE SEÑALIZACION, ALARMA, COMUNICACIONES Y CONTROL REMOTO.

DIVISION 1.

Todos los equipos utilizados para estos fines, deben estar aprobados para lugares Clase I División 1 independientemente de la tensión con la cual trabajan.

DIVISION 2.

Los equipos utilizados para estos fines en la Clase 1 Division2, deben cumplir con los siguientes requisitos:

1. Contacto. Los interruptores, interruptores automáticos y contactos de cierre y apertura de los pulsadores, relés, campanas de alarma y sirenas, deben estar en encerramientos aprobados para lugares Clase I División 1.
2. Resistencias y equipos similares. Las resistencias, dispositivos con resistencias, rectificadores y equipos similares deben cumplir con lo establecido para este tipo de elementos.
3. Fusibles y pararrayos. Los dispositivos de protección contra rayos y los fusibles deben ser instalados en encerramientos. Se permite que esos encerramientos sean de propósito general.
4. Alambrado y sellado. Todo el alambrado debe cumplir lo establecido para el cableado y sellado en estas áreas.



Figura 41. Sistemas de alarmas aprobados para utilizar en áreas clasificadas

6.2.2.10. PARTES ENERGIZADAS EXPUESTAS.

En clase I División 1 y 2 no se permite que hayan partes energizadas expuestas.

6.2.2.11. PUESTA TIERRA.

DIVISION 1 Y 2.

El alambrado y los equipos en los lugares Clase I Divisiones 1 y 2 se deben poner a tierra según se establece en la Sección 250 de la norma NTC 2050 y además cumplir los siguientes requisitos:

- a) **Conexiones equipotenciales.** Las conexiones equipotenciales se deben hacer mediante accesorios u otros medios adecuados para ese propósito. Como medio de conexión equipotencial no se debe depender del contacto de las boquillas de tipo con contratuerca o con doble contratuerca. Los medios para conexiones equipotenciales se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, armarios, etc., involucrados entre los lugares Clase I y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o de un sistema derivado independiente.

- b) **Tipos de conductores para puesta a tierra de equipos.** Cuando se utilice tubo metálico flexible o tubo metálico flexible hermético a los líquidos, y se empleen esos tubos como el único medio de puesta a tierra de los equipos, se deben instalar puentes de conexión equipotencial internos en paralelo con cada tubo Conduit y que cumplan lo establecido en la sección 250 de la norma.

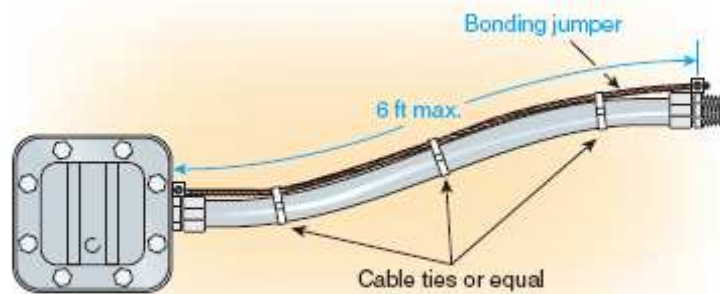


Figura 42. Instalación de conductores de puesta a tierra aprobados para áreas Clase I.

6.2.2.12. PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES.

DIVISION 1.

Los descargadores de sobretensión y condensadores se deben instalar en encerramientos aprobados para lugares Clase I División 1. Los condensadores de protección contra impulsos de tensión deben ser de un tipo diseñado y fabricado para ese servicio específico.

DIVISION 2.

Los descargadores de sobretensión, como los varistores de óxidos metálicos (MOV), tipo sellado, no deben producir arcos; los condensadores de protección contra impulsos de tensión deben ser de un tipo diseñado y fabricado para ese servicio específico. Se permite que los encerramientos sean de propósito general. Las protecciones contra impulsos de tensión de tipo distinto al anteriormente descrito, se deben instalar en encerramientos aprobados para lugares Clase I División 1.

6.2.2.13. CIRCUITOS RAMALES MULTICONDUCTORES

No están permitidos los circuitos ramales multiconductores en los lugares Clase I División 1. A excepción de cuando los dispositivos de desconexión del circuito abran de forma simultánea todos los conductores no puestos a tierra del circuito multiconductor.

6.2.3. EQUIPOS USADOS EN ÁREAS CLASE II

Al igual que los equipos para áreas clase I, estos poseen una clasificación de temperatura máxima superficial. Esto se muestra en la siguiente tabla:

Grupo	Equipos no sujetos a sobrecarga		Equipos (como motores y transformadores) que pueden ser sobrecargados			
			Operación normal		Operación anormal	
	°C	°F	°C	°F	°C	°F
E	200	392	200	392	200	392
F	200	392	150	302	200	392
G	165	329	120	248	165	329

Tabla 5. Clasificación de equipos para zonas Clase II

6.2.3.1. TRANSFORMADORES Y CONDENSADORES

En las áreas clasificadas como Clase II División 1, los transformadores y condensadores deben cumplir los siguientes requisitos:

- 1) Los transformadores y condensadores que contengan líquido inflamable se deben instalar solo en bóvedas aprobadas que cumplan lo establecido en los Artículos 450-41 a 450-48 y, además:

- Los vanos de las puertas u otras aberturas que comuniquen con el lugar de División 1, deben tener a ambos lados de la pared puertas cortafuegos que se cierren solas y las puertas deben estar montadas con cuidado y dotadas de sellos adecuados (por ejemplo, de intemperie) para reducir al mínimo la entrada de polvo en la bóveda.
 - Las aberturas y ductos de ventilación deben comunicar únicamente con el aire exterior (ambiente no clasificado).
 - Se deben proporcionar aberturas adecuadas para alivio de presión que comuniquen con el aire exterior (ambiente no clasificado).
- 2) Los transformadores y condensadores que no contengan un líquido inflamable deben:
- Instalarse en bóvedas que cumplan el anterior requisito a).1), o 2) estar aprobados para lugares Clase II.
- 3) No se deben instalar transformadores ni condensadores en lugares donde puedan estar presentes polvos de magnesio, aluminio, bronce-aluminio u otros polvos metálicos de características peligrosas similares.

En las áreas clasificadas como Clase II División 2, los transformadores y condensadores deben cumplir los siguientes requisitos:

- 1) Los transformadores y condensadores que contengan un líquido inflamable deben cumplir el mismo requisito para la instalación en áreas Clase II División 1.
- 2) El uso de transformadores que contengan Askarel como líquido aislante y refrigerante, está prohibido en Colombia.

3) Los transformadores de tipo seco se deben instalar en bóvedas o deben cumplir lo siguiente:

- Tener sus devanados y conexiones terminales encerrados en carcasas metálicas herméticas sin ventilación ni aberturas.
- Operar a no más de 600V nominales.

6.2.3.2. ALAMBRADO

En lugares clasificados como Clase II División 1, se deben tener en cuenta los siguientes requisitos para los métodos de alambrado realizados:

Alambrado Fijo: Este se debe hacer en:

- Tubo Conduit metálico rígido (tipo Rigid) roscado NPT ó tubo Conduit intermedio de acero (tipo IMC) roscado NPT.
- Cables tipo MI con accesorios de terminación aprobados para esos lugares.
- En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo acceden a la instalación personas clasificadas, se permite utilizar cables tipo MC certificados para su uso en lugares Clase II División 1, con blindaje externa de material polímero adecuado, con conductores separados puesta a tierra y dotados de accesorios terminales certificados para esa aplicación.
- Los accesorios y cajas deben estar dotados de salientes roscadas para conectar las terminales de los tubos Conduit o los cables, deben tener tapa con accesorio de cierre y no tener aberturas (como agujeros para

los tornillo de fijación) a través de las cuales pudiera entrar polvo, salir chispas o material ardiendo. Los accesorios y cajas en lo que se hagan derivaciones, uniones o conexiones con los terminales o que se utilicen en lugares donde haya polvos combustibles o de naturaleza conductiva de electricidad, deben estar aprobados para lugares Clase II.

Conexiones flexibles: Cuando sea necesario utilizar conexiones flexibles se deben utilizar conectores flexibles herméticos al polvo, tubo Conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados, tubo Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados o cordones flexibles aprobados para uso extrapesado, y provistos de accesorios con pasacables. Cuando se utilicen cordones flexibles, deben cumplir lo establecido en el Artículo 502-12 de la NTC 2050. Cuando las conexiones flexibles estén expuestas a aceite u otras condiciones corrosivas, el aislamiento de los conductores debe ser de un tipo aprobado para esas condiciones o estar protegido por una chaqueta adecuada.

Cajas y accesorios: Todas las cajas y accesorios deben ser herméticas al polvo y a prueba de explosión.



Figura 43. Cajas de paso certificadas para áreas Clase II División 1.

En lugares clasificados como Clase II División 2, se deben tener en cuenta los siguientes requisitos para los métodos de alambrado realizados:

Alambrado Fijo: Este se debe cumplir con lo siguiente:

- Se permiten todos los métodos señalados para Clase II División 1.
- Tubo Conduit metálico rígido (tipo Rigid), tubo Conduit metálico intermedio (tipo IMC), tuberías eléctricas metálicas (tipo EMT), canalizaciones herméticas al polvo.
- Cables tipo MC o MI con terminales aprobados.
- Cables tipo PLTC en bandejas portacables.
- Cables tipo MC, MI o TC instalados en bandeja portacables en escalera, ventilada o de canal ventilado en una sola capa con un espacio entre dos cables adyacentes no menor al diámetro del cable más grueso.

Conexiones flexibles: Cuando sea necesario hacer conexiones flexibles, se aplican las disposiciones para la Clase II División I.

Cableado de campo para circuitos no incendiarios: Para esta tipo de cableado se permite utilizar cualquier método de cableado para áreas no clasificadas. El cableado de campo para circuitos no incendiarios deberá realizarse de acuerdo con los planos de control. El circuito de un aparato simple no se puede interconectar con otros circuitos, El cableado de los circuitos no incendiarios deberá hacerse de la siguiente manera;

- Con cables separados.
- Con cable multiconductor, donde los conductores de cada circuito estarán dentro de una pantalla metálica conectada a tierra.

- En cable multiconductor, donde los conductores de cada circuito tienen un aislamiento de un espesor mínimo de 0.25 mm (0.01")

Cajas y accesorios: Todas las cajas y accesorios deben ser herméticas al polvo pero no necesariamente a prueba de explosión.



Figura 44. Cajas de paso certificadas para áreas Clase II División 2.

6.2.3.3. SELLOS

Cuando una canalización comunique a un encerramiento a prueba de ignición de polvos con otro que no deba estarlo, se deben instalar los medios adecuados para evitar la entrada de polvo por la canalización en el encerramiento a prueba de ignición. Se permite utilizar uno de los siguientes medios:

- 1) Un sello eficaz y permanente.
- 2) Una canalización horizontal de 3 m de largo.
- 3) Una canalización vertical no menor a 1.5 m de largo que se prolongue hacia abajo desde el encerramiento a prueba de ignición.

Cuando la canalización comunique con un encerramiento que deba ser a prueba de ignición de polvos con otro ubicado en un lugar no clasificado, no serán necesarios sellos.

Los accesorios de sellado deben ser accesibles. No se requiere que los sellos sean a prueba de explosión¹³.

Los tres medios explicados anteriormente se muestran de manera clara en la siguiente gráfica:

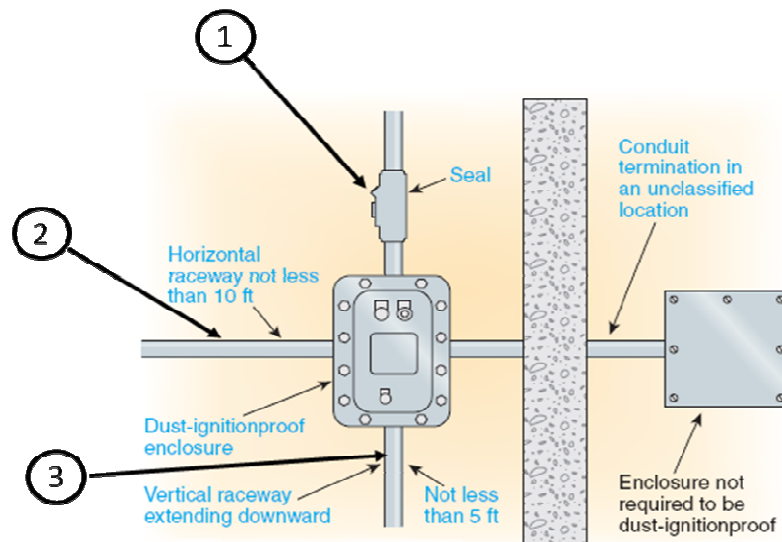


Figura 45. Métodos de sellado para instalaciones Clase II.

6.2.3.4. INTERRUPTORES, INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS, CONTROLADORES DE MOTORES Y FUSIBLES

Para zonas Clase II División 1 se requiere lo siguiente:

- **Tipo requerido:** Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores, fusibles, incluidos pulsadores, relés y dispositivos similares instalados para interrumpir el paso de la corriente

¹³ La masilla eléctrica se considera un método de sellado

durante el funcionamiento normal o donde pueda haber polvos combustibles de una naturaleza eléctricamente conductiva deben estar instalados en encerramientos aprobados a prueba de ignición de polvos.

- **Seccionadores (interruptores de separación):** Los interruptores de separación y desconectores que no contengan fusibles y no estén destinados para interrumpir el paso de corriente ni donde pueda haber polvos eléctricamente conductivos, deben estar dotados de encerramientos metálicos herméticos, diseñados para minimizar la entrada de polvo y además:
 - Deben estar equipados con tapas telescópicas, con accesorios de cierre o con otro medio eficaz que evite el escape de chispas o de material ardiendo.
 - No deben tener aberturas (como agujeros para tornillos de fijación) a través de las cuales, una vez determinada la instalación, puedan escapar chispas o material ardiendo o a través de las cuales se puedan comenzar la ignición de materiales combustibles adyacentes.
- **Polvos metálicos:** En lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio y bronce-aluminio u otros metales peligrosos de características similares, los fusibles, interruptores, controladores de motores e interruptores automáticos deben estar en encerramientos aprobados específicamente para esos lugares.

Los encerramientos de fusibles, interruptores, interruptores automáticos y controladores de motores instalados en lugares Clase II División 2, incluidos los pulsadores, relés y dispositivos similares, deben ser herméticos al polvo.



Figura 46. Estación de control de arranque-parada para uso en zonas Clase II.

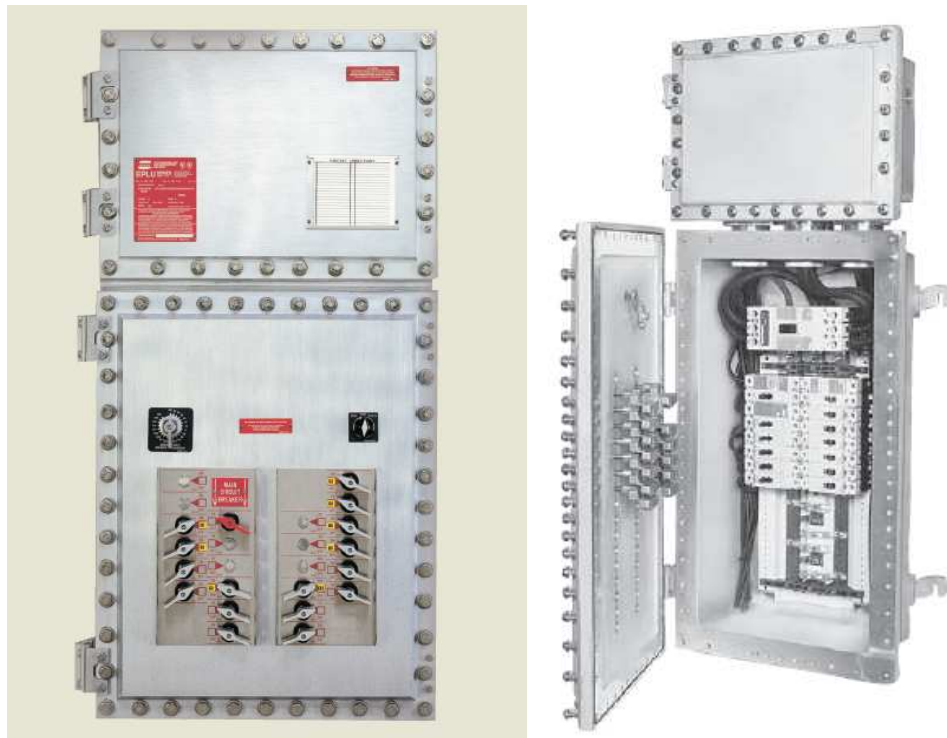


Figura 47. Tablero de breakers para uso en zonas Clase II.

6.2.3.5. MOTORES Y GENERADORES

Los motores y generadores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares Clase II División 1, deben estar:

- 1) Aprobados para lugares Clase II División 1.

- 2) Totalmente encerrados ventilados por ductos, que cumplan las instalaciones de temperatura.

Aquellos que se instalen en lugares Clase II División 2 deben estar totalmente cerrados sin ventilar, totalmente cerrados ventilados por ductos, totalmente cerrados refrigerados por aire y agua, totalmente cerrados refrigerados por ventilador o con encerramientos a prueba de ignición de polvos cuya temperatura máxima exterior a plena carga cumpla lo establecido en la tabla de temperatura, en funcionamiento normal al aire libre (sin que se haya depositado una capa de polvo) y no deben tener aberturas externas.

6.2.3.6. DUCTOS DE VENTILACIÓN PARA MOTORES Y GENERADORES

Los ductos de ventilación para motores, generadores, otras máquinas eléctricas rotativas o para encerramiento de equipos eléctricos, deben ser metálicos de un espesor no menor a 0.5 mm (0.021 pulgadas) o de un material no combustible y deben cumplir las siguientes condiciones:

- 1) Estar conectados directamente a una fuente de aire limpio fuera del edificio.
- 2) Tener rejillas en sus extremos exteriores para evitar la entrada de pájaros o de animales pequeños.
- 3) Estar protegidos contra daños físicos, oxidación u otras influencias corrosivas.

En los lugares Clase II División 1, los ductos de ventilación, incluidas sus conexiones con los motores o con los encerramientos a prueba de ignición de polvos para otros equipos, deben ser herméticos al polvo en toda su longitud.

En las tuberías metálicas, los cordones (costuras) y uniones deben cumplir con una de las siguientes condiciones:

- 1) Estar grafados y soldados.
- 2) Estar sujetos con pernos y soldados.
- 3) Estar soldados.
- 4) Estar protegidos contra la entrada del polvo por cualquier otro medio igualmente efectivo.

En los lugares Clase II División 2, los ductos de ventilación y sus conexiones deben ser suficientemente herméticos como para evitar la entrada de cantidades apreciables de polvo en los equipos o encerramientos ventilados y para evitar la salida de chispas, llamas o material ardiendo que pueda incendiar el polvo acumulado o los materiales combustibles que pueda haber a su alrededor. En los ductos metálicos se permiten las costuras de cierre y uniones grafadas o soldadas; cuando se necesaria cierta flexibilidad, como en la conexión con los motores, se permiten juntas de dilatación herméticamente ajustadas.

6.2.3.7. EQUIPOS DE ALUMBRADO

Para lugares Clase II División 1 se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Equipos aprobados: Cada equipo debe estar aprobado para lugares Clase II División 1 y debe llevar claramente rotulada la potencia máxima de la bombilla, en vatios, para la cual está aprobado. En lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, bronce-aluminio u otros metales peligrosos de

características similares, todos los equipos fijos o portátiles de alumbrado y sus equipos auxiliares deben estar aprobados para esos lugares específicos.

Daños físicos: Cada equipos debe estar protegido contra daños físicos bien sea por su ubicación o mediante rejillas protectoras.



Figura 48. Rejillas protectoras para lámparas usadas en zonas Clase II

Equipos colgante: Los equipos colgantes deben estar suspendidos de tramos de tubo Conduit metálico rígido (tipo Rigid) roscado NPT, de tramos de tubo Conduit intermedio de acero (tipo IMC) roscado NPT, de cadenas con accesorios aprobados o por cualquier otro medio aprobado. Los tramos rígidos de más de 0.3 m de largo se deben apuntalar eficaz y permanentemente para evitar su desplazamiento lateral, a no más 0.3 m sobre el extremo inferior del tramo o tener cierta flexibilidad en forma de un accesorio o conector flexible aprobado para ese lugar, instalado a ni más de 0.3 m del punto de unión a la caja o accesorio de soporte.

Las uniones roscadas deben llevar tornillos de ajustes u otros medios eficaces para impedir que se aflojen. Cuando el alambrado ubicado entre la caja de salida o accesorio y el equipo colgante no esté encerrado en un tubo Conduit, se debe utilizar un cordón flexible aprobado para uso pesado e instalar sellos adecuados en el lugar por donde el cable entre en los equipos y en la caja de salida o accesorio. El cable o cordón flexible no se debe utilizar como medio de soporte del equipo.

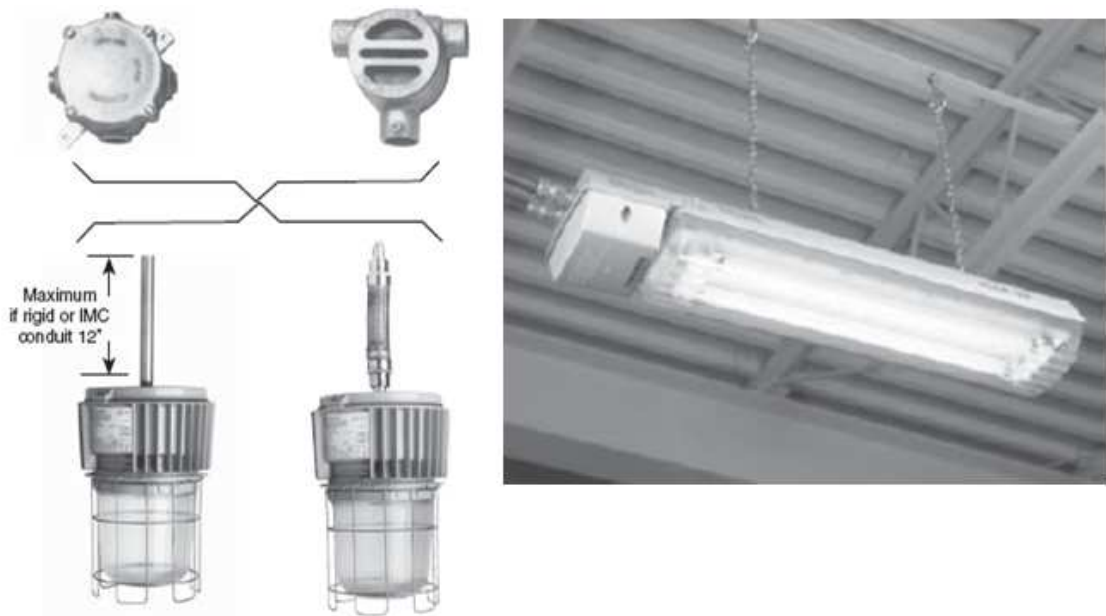


Figura 49. Métodos de instalación para lámparas colgantes, en áreas Clase II División 1.

Soportes: Las cajas, conjuntos de cajas o accesorios utilizados como soporte de los equipos de alumbrado, deben estar aprobados para su uso en lugares Clase II.

En lugares Clase II División 2 se debe considerar lo siguiente:

Equipos portátiles de alumbrado: Los equipos portátiles de alumbrado deben estar aprobados para usarlos en lugares Clase II y estar claramente rotulados con la potencia mínima, en vatios, de las bombillas para las cuales están aprobados.

Equipos fijos: Los equipos fijos de alumbrado, cuando no son de un tipo aprobado para lugares Clase II, deben proporcionar encerramientos para bombillas y portabombillas que deben estar diseñados para reducir al mínimo el depósito de polvo sobre las bombillas y para evitar que escapen chispas, material ardiendo o metal caliente. Cada equipo debe estar claramente rotulado con la potencia máxima, en vatios, sin superar una determinada temperatura en sus superficies expuestas bajo condiciones normales de uso, esto de acuerdo con lo dicho en el artículo 500-5 parte f) de la NTC 2050.

Daños físicos: Los equipos de alumbrado fijos deben estar protegidos contra daños físicos bien sea por su ubicación o por medio de protectores adecuados.

Equipos colgantes: Los equipos colgantes deben estar suspendidos de tramos de tubo Conduit de metal rígido (tipo Rigid) roscado NPT, de tramos de tubo intermedio de acero (tipo IMC) roscado NPT, de cadenas con accesorios aprobados o por cualquier otro medio aprobado. Los tramos rígidos de más de 0.3 m de largo se deben asegurar eficaz y permanentemente para evitar su desplazamiento lateral, a no más de 0.3 m sobre el extremo inferior del tramo o debe tener cierta flexibilidad en forma de accesorio aprobado o un conector flexible para ese lugar, instalado a no más de 0.3 m del punto de unión a la caja o accesorio de soporte.

Cuando al alumbrado ubicado entre la caja de salida o accesorio y el artefacto colgante no esté encerrado en tubo Conduit, se debe utilizar un cordón flexible aprobado para uso pesado. El cable o cordón flexible no se debe utilizar como medio de soporte para un artefacto.

Bombillas de descarga: Los equipos de encendido y control de las bombillas de descarga deben cumplir lo establecido para esta clase con referencia a que sea hermética al polvo y con la temperatura.

6.2.3.8. TOMACORRIENTES Y CLAVIJAS

En los lugares Clase II División 1, los tomacorrientes y clavijas deben ser de un tipo que permita conectar el conductor de puesta a tierra del cables o cordón flexible y estar aprobados para lugares Clase II.



Figura 50. Tomacorrientes con interruptor incluido para zonas Clase II División 1.

En los lugares Clase II División 2, los tomacorrientes y clavijas deben ser de un tipo que permita conectar el conductor de puesta a tierra del cable o cordón flexible y estar diseñados de tal modo que no se pueda conectar o desconectar al circuito de suministro mientras estén expuestas partes energizadas.



Figura 51. Tomacorriente para zonas Clase II División 2.

ANEXO A

MATERIAL	GRUPO	AIT		
		K	(° C)	° F
Acetaldehído	C*	448.15	175	347
Acetona	D*	738.15	465	869
Acetileno	A*	578.15	305	581
Acroleína (inhibida)	B (C)*	508.15	235	455
Alcohol alílico	C*	651.15	378	713
Amoniaco	D*	771.15	498	928
Benceno	D*	771.15	498	928
1.3 Butadieno	B (D)*	693.15	420	788
Butano	D*	561.15	288	550
1. Butanol	D*	616.15	343	650
2. Butanol	D*	678.15	405	761
Butilamina	D	585.15	312	594
Butileno	D	658.15	385	725
Clorobenceno	D	866.15	593	1099
Ciclohexano	D	518.15	245	473
Ciclohexano	D	517.15	244	471
Ciclopropano	D*	776.15	503	938
1,2 Dicloroetileno	D	733.15	460	860
Eter dietílico	C*	433.15	160	320
Dietilamina	C*	585.15	312	594
Di-Isobutileno	D*	664.15	391	736
Dimetilamina	C	673.15	400	752
Etano	D*	745.15	472	882
Etanol	D*	636.15	363	685
Acetato etílico	D*	700.15	427	800
Etilbenceno	D	705.15	432	810
Etileno	C*	723.15	450	842
Etilenimina	C*	593.15	320	608
Óxido de etileno	B (C)*	702.15	429	804
Etil mercaptan	C*	573.15	300	572
Formaldehído (Gas)	B	702.15	429	795
Gasolina	D*	553.15	280	536
Heptano	D*	477.15	204	399
Hepteno	D	477.15	204	399
Hexano	D*	498.15	225	437
Hexenos	D	518.15	245	473
Hidrógeno	B*	793.15	520	968
Isobutiraldehído	C	469.15	196	385
Isopreno	D*	493.15	220	428
Gas licuado de petróleo	D	678.15	405	761 - 842
Gas con más de 30% de hidrógeno en su volumen.	B*	793.15	520	968
Óxido de metililo	D*	617.15	344	652
Metano	D*	903.15	630	1166
Metanol	D*	658.15	385	725
Metil – etil – Cetona	D*	677.15	404	759
Metil isobutil Cetona	D*	713.15	440	840
Petróleo Nafta	D*	561.15	288	550
Octano	D*	479.15	206	403
Octeno	D	503.15	230	446
Pentano	D*	516.15	243	470
1 - Pentanol	D*	573.15	300	572
Propano	D*	723.15	450	842
Propileno	D*	728.15	455	851
Óxido de propileno	B (C)*	722.15	449	840
n-Propil éter	C*	488.15	215	419
Nitrato de propileno	B*	448.15	175	347
Tolueno	D*	753.15	480	896
Dimetilhidrazina asimétrica (UDMM-1, Dimetilhidrazina)	C*	522.15	249	480
Xilenos	D*	737.15	464	867

Figura 52. Clasificación de grupos y temperatura de autoignición (AIT) de gases y vapores de líquidos inflamables con un punto de ignición menor que 311 °K (37.8 °C)

Ácido acético	D*	737.15	464	867
Acetato t-Butil	D			
Acetano	C	652.15	379	715
Petróleo	D	483.15-680.15	210 - 407	410 - 765
Kerosina	D	483.15	210	410
Morfolina	C*	583.15	310	590
Nafta (alquitrán de huella)	D*	550.15	277	531
Hidrazina	C	296.15	23	79

* Materiales que son clasificados por prueba.

Continuación Figura 52

MATERIAL	GRUPO	AIT		
		K	(° C)	° F
Anilina	D	888.15	615	1139
Cloruro de Bencil	D	858.15	585	1085
t-Butil Tolueno	D			
Ciclohexanol	D	573.15	300	572
Éter	C	514.15	241	465
Dodeceno	D	528.15	255	491
Acetato	C	613.15	340	645
Hexanol	D	336.15	63	145
Metilciclohexanol	D	569.15	296	565
Nitrobenzeno	D	755.15	482	900
Tetrahidroneftaleno	D	658.15	385	725
Vinil Tolueno	D	767.15	494	921

Figura 53. Clasificación de grupos y temperatura de autoignición (AIT) de vapores de líquidos seleccionados con su punto de ignición de 333 °K (60 °C) o mayores, pero menor de 366 °K (93 °C)

CONCLUSIONES

- Uno de los aspectos más importantes al seleccionar el equipamiento adecuado a ser utilizado en un proceso determinado es realizar un minucioso estudio del área, siendo no solo trabajo del ingeniero electricista, sino de un equipo interdisciplinar, dando lugar a una exacta ubicación de los equipos dentro de la clasificación descrita en este trabajo. Esta actividad trae como beneficio una serie de ventajas en cuanto a seguridad, durabilidad y confiabilidad de los equipos instalados.
- En el proceso de recolección de información, con referencia al tema de instalaciones eléctricas en áreas clasificadas, para el desarrollo de este trabajo se observó que los argumentos utilizados para la clasificación de áreas peligrosas en la industria están normalizadas a nivel internacional, observando que los criterios utilizados en normas provenientes de diferentes países como México, EEUU, entre otros, coinciden perfectamente con la norma aplicada en nuestro país. Debido a esto, la selección de equipamiento bien sea para el ramo eléctrico o para instrumentación se hace confiable basados en que si el instrumento posee certificación que se apega a estas normas, puede ser utilizado de forma segura en cualquier proceso con características que cumplan las especificaciones dadas en la norma para la clasificación de áreas.
- No necesariamente por la presencia de un elemento combustible en el ambiente se puede generar un explosión, adicional a esta condición se deben presentar las condiciones adecuadas para que exista una ignición, como la cantidad de aire presente en el ambiente y la temperatura a la cual este entra en ignición, las cuales varían dependiendo al material presente o a la mezcla de materiales presentes en la atmosfera peligrosa. Es por esto que es necesario conocer la naturaleza de los compuestos químicos que se manejan en los procesos de las industrias y pueden estar presentes en el ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Código Eléctrico Colombiano. Primera Actualización. Santafé de Bogotá D.C.: ICONTEC, 2002. 1041p. NTC 2050.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas para el uso de equipo eléctrico en áreas clasificadas. Santafé de Bogotá D.C. ICONTEC, 1992. 150p.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍAS. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE. Resolución Número 180466 de 2 de Abril de 2007. Santafé de Bogotá D.C.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. National Electrical Code Handbook. NEC, 2005. 822p. Quincy, Massachusetts, Estados Unidos de América. NFPA 70.

COOPER CROUSE - HINDS. Code Digest, NEC. 2005.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. Estándar API–RP–500, Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division I and Division 2. Segunda Edición, 1997.

PETROLEOS MEXICANOS. Norma NRF-036-PEMEX-2003 Clasificación de áreas peligrosas y selección de equipo eléctrico, Mayo de 2003. Revisión 0. 92p.