

**Faragauss: tecnología del siglo XXI para el siglo XXI**



PROYECTO:

## *Protección contra descargas atmosféricas*

by AWD

## O bjetivo

La infraestructura de la planta industrial debe mantener su ciclo de vida útil, misma que solamente es posible sostenerlo con un excelente y sistemático mantenimiento.

Este mantenimiento debe de comprender los siguientes conceptos:

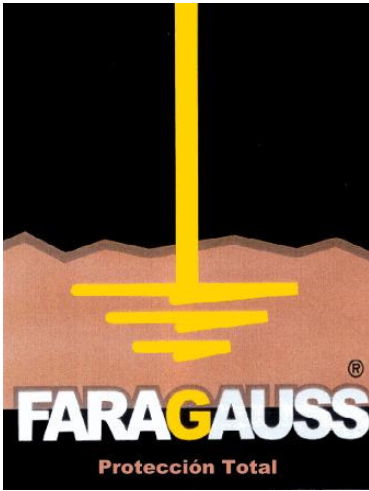
- a) Protección del concreto exterior contra microorganismos.
- b) Reparación de fisuras o fracturas que se observan, dependiendo del tipo o de su riesgo.
- c) Protección catódica del acero de refuerzo.
- d) Protección catódica de las partes metálicas que conforman la nave industrial.
- e) Protección contra descargas atmosféricas.
- f) Protección contra inducciones electromagnéticas.

## P rotecciones electromecánicas

Unas de las principales protecciones que la Nave industrial debe mantener, se determinan en forma concentrada en dos tipos:

1. Impulsos electromagnéticos naturales o descargas atmosféricas.
2. Protecciones catódicas.

Calle Del Cromlech No. 658, Col. Altamira. Zapopan, Jalisco. CP 45160. Tel/Fax: 0133 3833-3834. e-mail: Lcano@mail.udg.mx



**Faragauss: tecnología del siglo XXI para el siglo XXI**



## Impulsos electromagnéticos naturales o descargas atmosféricas

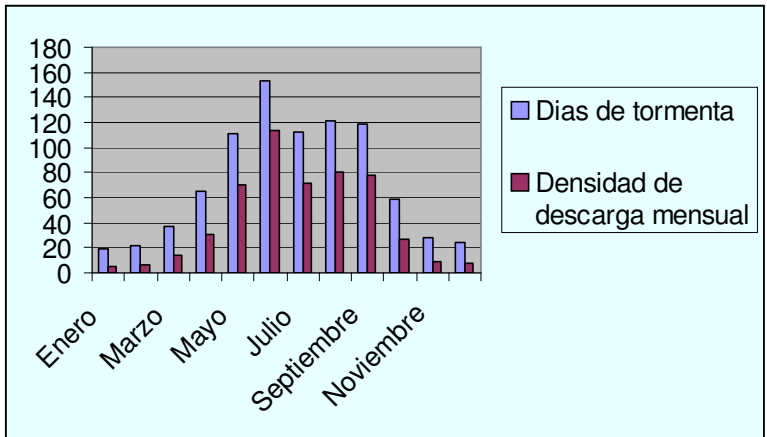
Las descargas atmosféricas son uno de los fenómenos naturales más espectaculares, impredecibles y destructores.

Pico de intensidad (KA)	CAMPO MAGNÉTICO ESTÁTICO EN A/m		
	A 10 m del rayo	A 100 m del rayo	A 10 km del rayo
10	$1.6 \times 10^2$	16	$1.9 \times 10^{-2}$
20	$3.2 \times 10^2$	32	$3.8 \times 10^{-2}$
30	$4.8 \times 10^2$	48	$5.8 \times 10^{-2}$
70	$1.1 \times 10^3$	$1.1 \times 10^2$	$13 \times 10^{-2}$
100	$1.6 \times 10^3$	$1.6 \times 10^2$	$19 \times 10^{-2}$
140	$2.2 \times 10^3$	$2.2 \times 10^2$	$27 \times 10^{-2}$
200	$3.2 \times 10^3$	$3.2 \times 10^2$	$38 \times 10^{-2}$

Campo magnético estático en amperios/metro en función de la intensidad del rayo, medido a distintas distancias del punto de caída.

PROYECTO:

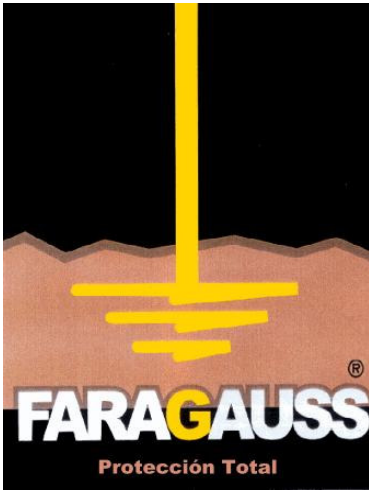
## *Protección contra descargas atmosféricas*



Las medidas de protección para los efectos de las descargas atmosféricas, son costosas, sin embargo, este costo debe de estar proporcional con la

**by AWD**

Calle Del Cromlech No. 658, Col. Altamira. Zapopan, Jalisco. CP 45160. Tel/Fax: 0133 3833-3834. e-mail: Lcano@mail.udg.mx



Faragauss: tecnología del siglo XXI para el siglo XXI



PROYECTO:

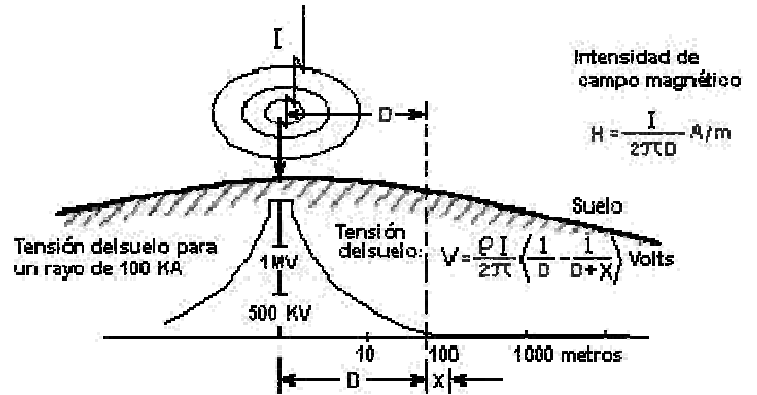
*Protección contra descargas atmosféricas*

by AWD

destrucción que se puede esperar si no se toma las precauciones debidas.

En los equipos electrónicos, la influencia de las sobre tensiones originadas por las descargas atmosféricas pueden destruirlos en un caso extremo, o por lo menos provocarían falsos funcionamientos.

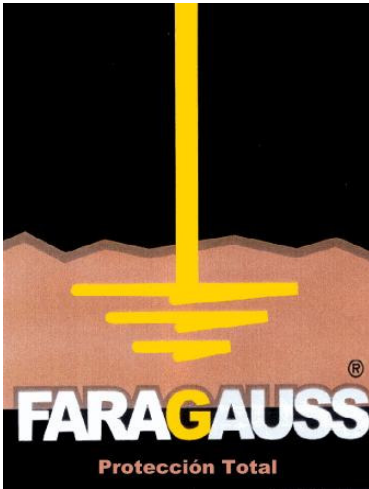
La falta de elementos altamente conductores y eficientes para canalizar estas descargas a tierra (con una muy baja impedancia) lo que en la actualidad conocemos como un sistema de pararrayos, puede provocar daños importantes a estructuras o equipos.



Así mismo, debido a las descompensaciones bruscas de los campos eléctricos por un lado, y por otro al fenómeno de inducción electromagnética originada por los desplazamientos de una gran magnitud de carga eléctrica, se producen daños a instalaciones cercanas.

Una estructura de concreto armado que no cuente con un eficiente sistema de pararrayos para canalizar la descarga atmosférica a tierra, está expuesta a lo siguiente:

- a) Si el acero de refuerzo de esta estructura tiene la continuidad física en su arreglo según el diseño hasta la cimentación, la descarga atmosférica al presentarse puede destruir algunas secciones de la estructura, principalmente entre el punto en donde se



**Faragauss: tecnología del siglo XXI para el siglo XXI**



**PROYECTO:**

## ***Protección contra descargas atmosféricas***

**by AWD**

recibe la descarga (el impacto) y la estructura metálica mas próxima.

- b) Considerando la continuidad del acero de refuerzo o estructura metálica desde el punto de impacto y la cimentación, la descarga atmosférica se disipará a tierra en la cimentación propia, provocando serias vibraciones de alta frecuencia, con consecuencias tales como la separación del acero del concreto y posibles fracturas en el concreto.

En resumen, es importante que una descarga atmosférica se debe conducir por un medio alterno adecuado y evitar que sea la propia estructura de concreto armado o metálica la que opere para su disipación.

### **Protecciones catódicas.**

Para una estructura como la de la nave industrial de planta, resulta importante e indispensable un sistema de protección catódica que garantice su vida útil de diseño.

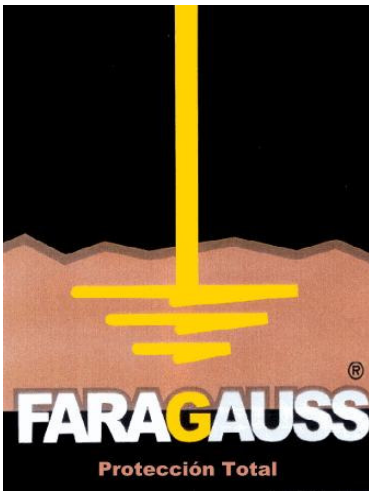
Ante esta problemática se deben considerar dos conceptos básicos:

- a) Medio ambiente de trabajo.
- b) Tipo de material que conforma la estructura de la nave industrial.

El medio ambiente de trabajo resulta relevante toda vez que de su valor contaminante, depende el diseño de los materiales a utilizar, así como el de los sistemas a aplicar para su protección total.

No debemos olvidar que el medio ambiente está conformado en el caso específico de la nave industrial por dos agresivos agentes inductores.

Calle Del Cromlech No. 658, Col. Altamira. Zapopan, Jalisco. CP 45160. Tel/Fax: 0133 3833-3834. e-mail: Lcano@mail.udg.mx



**Faragauss: tecnología del siglo XXI para el siglo XXI**



**PROYECTO:**

## ***Protección contra descargas atmosféricas***

**by AWD**

1. Los aparatos sensibles y delicados en su entorno y que dependen de los gradientes de potencial.
2. De inducciones electromagnéticas provocadas principalmente por la contaminación de EMI (Interferencia Electromagnética) y RFI (Interferencia de Radiofrecuencia).

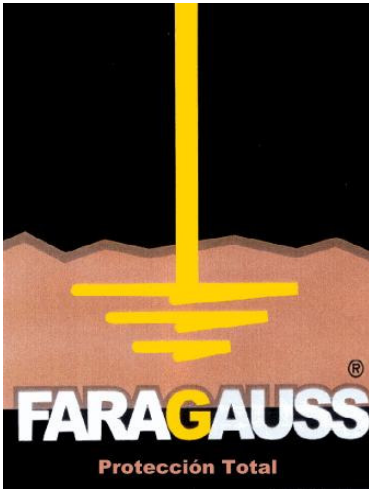
Con la presencia de estos dos elementos tenemos expuesta a la nave una agresión severa y constante de contaminación electroquímica con las consecuencias de corrosión progresiva, así mismo, la presencia de cargas electrostáticas tanto en las componentes metálicas exteriores como en el acero de refuerzo de la propia estructura.

### **Soluciones**

Considerando los puntos anteriores las soluciones más efectivas basadas en una normativa superior a la NOM-001-SEDE-1999 y el NEC 1996 se tienen las siguientes alternativas:

1. Los mástiles deberán contar con un sistema de pararrayos, que integre un conductor aislado en su trayectoria entre el punto de impacto (varilla o punta pararrayos) y el dispositivo de disipación de esta energía.
2. El conductor aislado deberá ser un conductor de cobre y/o aluminio cal. 250 MCM.
3. Este conductor deberá tener una protección mecánica para evitar daños en su aislamiento.

Calle Del Cromlech No. 658, Col. Altamira. Zapopan, Jalisco. CP 45160. Tel/Fax: 0133 3833-3834. e-mail: Lcano@mail.udg.mx



**Faragauss: tecnología del siglo XXI para el siglo XXI**



**PROYECTO:**

## ***Protección contra descargas atmosféricas***

**by AWD**

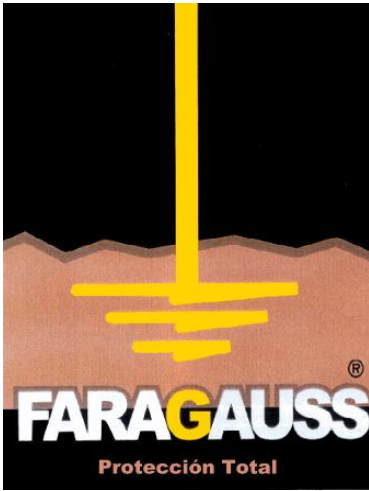
4. La trayectoria del cableado entre la punta y el dispositivo de disipación de energía, no deberá tener deflexiones o cambios de dirección de más de 45°, es decir, deberá tener una trayectoria más cercana a una vertical.
5. El dispositivo de disipación de energía a tierra, deberá tener protección propia contra la corrosión para evitar su degradación inmediata, y deberá ser de un material altamente conductor y que cuyo valor de impedancia una vez instalado y conectado como un sistema completo, no sea mayor a 2  $\Omega$  (OHMS).

Así mismo este valor de impedancia máximo, deberá ser permanente en cualquier época del año y durante 5 años como mínimo a partir de su instalación.

Este dispositivo deberá tener protección mecánica y suficiente para que no sea extraído manualmente.

6. El acondicionamiento del entorno del dispositivo de disipación de energía a tierra, en caso de ser necesario no deberá ser un producto contaminante, asimismo no deberá contar con mantenimiento ó sustitución de cualquiera de sus componentes por lo menos en un lapso de 10 años a partir de su instalación.
7. El sistema para descargas atmosféricas una vez puesto en servicio, deberá emitir un cono ionizante de polaridad negativa desde la punta, con una altura de por lo menos 100 m y con una base circular de radio en la punta de 75 m, así mismo no deberá llevar fuente alterna que requiera mantenimiento para mantener la polaridad.
8. Este sistema de descargas atmosféricas, deberá garantizar que en caso de la presencia de este fenómeno natural, el

Calle Del Cromlech No. 658, Col. Altamira. Zapopan, Jalisco. CP 45160. Tel/Fax: 0133 3833-3834. e-mail: Lcano@mail.udg.mx



**Faragauss: tecnología del siglo XXI para el siglo XXI**



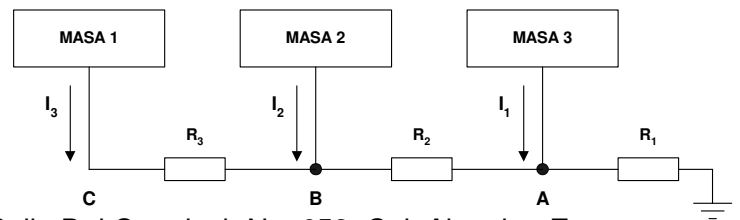
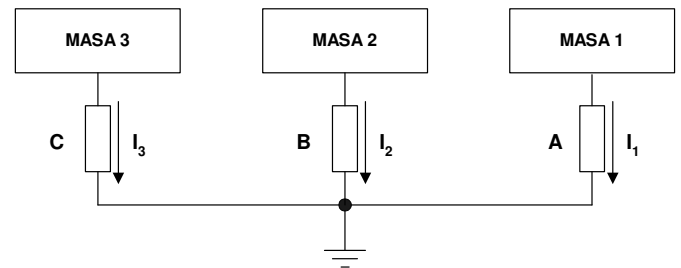
PROYECTO:

## *Protección contra descargas atmosféricas*

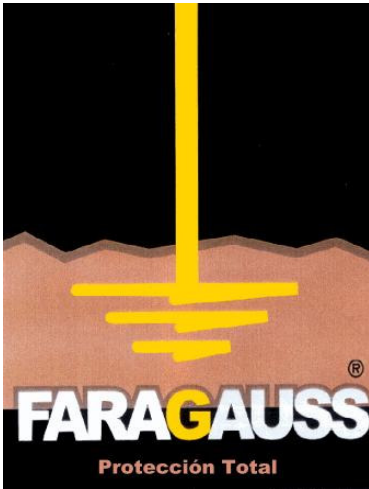
by AWD

acero de construcción y las partes metálicas de la nave industrial no deberán participar mayoritariamente en la disipación de su energía a tierra.

9. Este sistema para descargas atmosféricas, deberá soportar por lo menos tensiones de **5 KV** y corrientes de **6 KA** 25 ms.
10. Considerando que son varios mástiles, el sistema de descargas atmosféricas para cada uno deberá ser individual, pero equipotenciales entre ellos, sin que esto permita que al activarse cualquiera de ellos influya en el otro sistema.
11. Se deberá realizar un bondeo de interconexión de masas (metálicas) para mantener una constante de confinamiento a tierra de descargas electrostáticas, sin que la puesta a tierra de la punta pararrayo del mástil en el momento de confinar una descarga atmosférica, introduzca en las masas sobrevoltajes peligrosos tanto para los equipos y maquinaria industrial como para los humanos. Así mismo, dicho bondeo deberá hacer trabajar a los mástiles, y acero de refuerzo de la planta como una verdadera jaula de Faraday, para deprimir de la inducción electromagnética y la radiofrecuencia.



Calle Del Cromlech No. 658, Col. Altamira. Zapopan, Jalisco. CP 45160. Tel/Fax: 0133 3833-3834. e-mail: Lcano@mail.udg.mx



**Faragauss: tecnología del siglo XXI para el siglo XXI**



PROYECTO:

## ***Protección contra descargas atmosféricas***

**by AWD**

12. Las masas (metal no energizado) deberán tener una protección catódica de polaridad predominantemente negativa, sin fuente externa y que no requiera mantenimiento durante 10 años por lo menos.

Además deberá proteger el sistema anticorrosivo aplicado a las estructuras metálicas, sin que se tenga que aplicar o dar mantenimiento en por lo menos 5 años.

13. El sistema o sistemas necesarios que se instalen deberán aprobar el capítulo 110-2 de la NOM-001-SEDE-1999.
14. Las componentes que conforman estos sistemas deberán tener garantía de calidad contra fallas de fabricación de por lo menos 5 años.
15. La instalación deberá ser conceptuada para trabajar como no atendida, previniendo lo necesario para evitar hasta donde sea posible su destrucción.
16. La instalación deberá contar con garantía de por lo menos 3 años contra vicios ocultos.

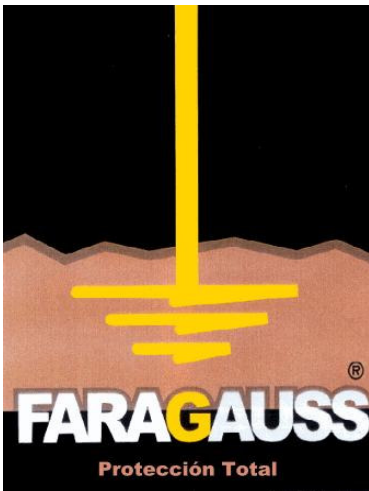
### 1. Equipos

#### 1.1 Sistema Pararrayos.

##### 1.1.1 Puntas para recibir el impacto de las descargas atmosféricas.

- a) Deben ser de una longitud que rebase la altura máxima. Altura de 70 cm mínimo.
- b) Debe tener un aislamiento en condiciones ambientales de la zona de 100 Megaohms como mínimo, entre la punta y el soporte de ésta.

Calle Del Cromlech No. 658, Col. Altamira. Zapopan, Jalisco. CP 45160. Tel/Fax: 0133 3833-3834. e-mail: Lcano@mail.udg.mx



**Faragauss: tecnología del siglo XXI para el siglo XXI**



PROYECTO:

## *Protección contra descargas atmosféricas*

by AWD

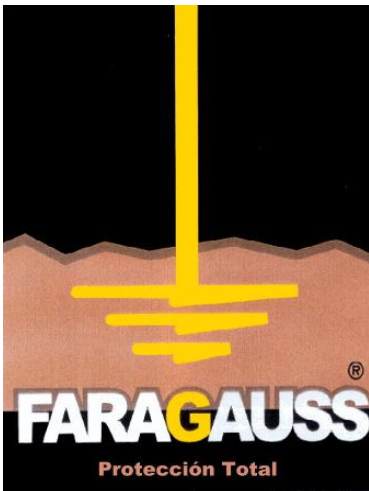
- c) Deberá tener una resistencia óhmica máxima de 1 Ohm/m.
- d) El único contacto efectivo (continuidad eléctrica) debe ser el conductor a tierra.

### *1.1.2. Acoplamiento entre masa metálica y el sistema de descargas atmosféricas a tierra.*

- a) El acoplamiento entre la punta pararrayos y el electrodo de disipación de energía a tierra se debe realizar a través de un conductor aislado a de cobre y/o aluminio cal. 250 MCM.
- b) Además del conductor de aluminio se debe tener un acoplamiento entre la masa metálica o acero de refuerzo de la nave industrial con el sistema de descargas atmosféricas, de tal manera que en el momento de operar el sistema de descargas atmosféricas y acero de refuerzo con las estructuras metálicas del edificio, no energicen o participen en la disipación de esta energía.
- c) El sistema de pararrayos debe mantener una impedancia total permanente durante 5 años por lo menos después de su puesta en servicio de 2 Ohm/m.
- d) Todas las conexiones que se realicen en las partes metálicas deben efectuarse a través de conectores metálicos de alta eficiencia y que garanticen una efectiva y confiable conexión entre la parte metálica y el conector, debiendo además ser compatible con los materiales utilizados.

Solamente en las conexiones entre el conductor aislado y el acero de refuerzo se debe realizar un contacto mecánico y soldado, utilizando soldadura eficiente y

Calle Del Cromlech No. 658, Col. Altamira. Zapopan, Jalisco. CP 45160. Tel/Fax: 0133 3833-3834. e-mail: Lcano@mail.udg.mx



**Faragauss: tecnología del siglo XXI para el siglo XXI**



## PROYECTO:

# *Protección contra descargas atmosféricas*

by AWD

específica para una unión confiable entre cobre y acero de refuerzo.

- e) El electrodo de disipación de energía del sistema, debe ser de un material de alta conductividad que mantenga una resistencia a la corrosión de por lo menos 10 años después de su puesta en servicio ya sea por si propio o a través de un medio protector que no varíe o baje la resistencia de contacto con su entorno o tierra.

En caso de requerir alguna componente para mejorar la resistencia entre el electrodo o dispositivo y la tierra (suelo o subsuelo) no deberá ser contaminante ni productos de origen químico.

Así mismo, este material adicional para mejorar el entorno del electrodo o dispositivo, no deberá reponerse o dar mantenimiento en menos de 10 años después de su puesta en servicio.

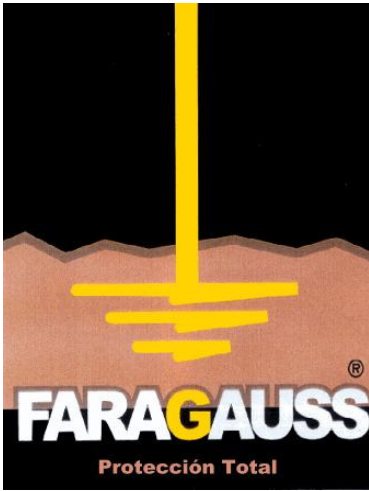
- f) El sistema de descargas atmosféricas deberá bloquear o regresar a tierra cualquier corriente o impulso geoelectromagnético de origen natural o artificial que se presente en la cercanía o en la misma nave, y que traiga como consecuencia la participación del acero de refuerzo y partes metálicas en la propia disipación de estas corrientes.

## *1.2 Sistema de Protección Catódica.*

Este sistema deberá realizar las siguientes funciones:

- 1.2.1. Mantener el sistema de protección anticorrosiva que actualmente tiene aplicada la nave, en por lo menos 5 años después de su puesta en servicio.

Calle Del Cromlech No. 658, Col. Altamira. Zapopan, Jalisco. CP 45160. Tel/Fax: 0133 3833-3834. e-mail: Lcano@mail.udg.mx



**Faragauss: tecnología del siglo XXI para el siglo XXI**



PROYECTO:

## ***Protección contra descargas atmosféricas***

**by AWD**

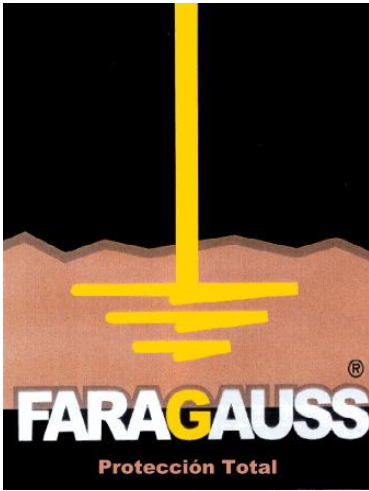
1.2.2. Drenar y deprimir las corrientes electrostáticas y de radiofrecuencia para cortar el efecto galvánico en el acero de refuerzo y componentes metálicas, así como la seguridad de descargas electrostáticas a seres humanos.

Así mismo, se deberá considerar lo siguiente:

- a) No deberá contener ánodos de sacrificio.
- b) No se permite el uso de equipos alternos que requieran el uso de electricidad como fuente principal de alimentación, ni mantenimiento a cualquiera de sus componentes, en por lo menos 5 años después de su puesta en servicio.
- c) Todas las interconexiones entre las partes a proteger, se deben realizar con conductores con aislamiento a 1000V de cobre y conectores de alta eficiencia de tipo mecánico, que garanticen el contacto efectivo y seguridad de acoplamiento mecánico.
- d) Todas las interconexiones entre el conductor y el acero de refuerzo deberán de ser soldadas, con aportación de una soldadura compatible y segura entre cobre y acero de refuerzo.
- e) Este sistema integrado deberá tener un valor de impedancia no mayor de 2 Ohms.
- f) Este sistema deberá ser conectado al sistema de descargas atmosféricas con el fin de formar un sistema de tierras equipotencial, sin que esto permita la participación de lo que se conecte al sistema de protección catódica al presentarse un impulso electromagnético de origen natural o artificial.

Este sistema deberá mantener una polaridad catódica permanente en las partes a proteger.

Calle Del Cromlech No. 658, Col. Altamira. Zapopan, Jalisco. CP 45160. Tel/Fax: 0133 3833-3834. e-mail: Lcano@mail.udg.mx



**Faragauss: tecnología del siglo XXI para el siglo XXI**



- g) El electrodo o dispositivo disipador de energía a tierra deberá ser igual al inciso f) del punto 1.1.2.
- h) El cableado deberá realizarse a través de cajas de conexión que contengan barras de alta conductividad y aisladas a esta caja, con un valor de aislamiento de por lo menos 100 ohms.
- i) Todos los gabinetes o cajas utilizados en estos sistemas deberán tener una protección anticorrosiva de tipo tropicalizado y sellados para evitar la posible introducción de roedores.
- j) Los conductores aislados deberán cablearse en ductos o tuberías del tipo conduit de pared gruesa.

Así mismo deberán llevar los soportes, abrazaderas, etc. necesarias para su correcta sujeción, así como los coples que se requieran. Todas estas partes auxiliares deberán tener la protección anticorrosiva necesaria para el ambiente que se tiene en el entorno de la planta .

- k) Los electrodos o dispositivos disipadores de energía, deberán de instalarse con las protecciones necesarias para evitar la sustracción fácil.

**PROYECTO:**

## ***Protección contra descargas atmosféricas***

**by AWD**

Calle Del Cromlech No. 658, Col. Altamira. Zapopan, Jalisco. CP 45160. Tel/Fax: 0133 3833-3834. e-mail: Lcano@mail.udg.mx