



## PROPUESTA DE NORMA PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN HOSPITALES

Ing. Gabriel Duarte Zaracho – Ing. Juan Gómez Núñez

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN – FACULTAD POLITÉCNICA

PARAGUAY

### RESUMEN

Las informaciones obtenidas en este trabajo de investigación son para promover la utilización de una norma para instalaciones eléctricas en hospitales el cual fue obtenido luego de un estudio sobre las normas vigentes y actuales, realizadas en el Instituto Nacional de Tecnología y Normalización (INTN) y a consultores especializados en instalaciones especiales.

Se realiza un breve análisis a la disciplina de la electropatología para dar a conocer los efectos de la corriente eléctrica en los seres humanos y de la incidencia grave de una descarga eléctrica si ocurriese.

La seguridad para equipos electromédicos que se debe de tener para evitar las energías liberadas durante su funcionamiento, realizando un plan adecuado de mantenimiento, ofreciendo instalaciones que garanticen equipotencialidad en todas las dependencias dando un camino adecuado a posibles corrientes de fuga.

Estas corrientes de fuga pueden ser controladas mediante la implementación de un transformador de aislamiento donde la corriente de fuga de la cubierta y a tierra de la misma puedan ser censadas y de este modo obtener una protección para los pacientes que puedan ser excepcionalmente sensibles a la corriente eléctrica de fuga.

Implementar además métodos para evitar perturbaciones electromagnéticas que afecten la lectura de equipos sensibles que estén chequeando signos vitales de pacientes en estado crítico, agregando a la instalación del recinto el blindaje correspondiente.

La obligatoriedad de prever alimentación de energía eléctrica de emergencia, para cumplir con el suministro de energía a la instalación completa.

De todo lo expuesto llegar a concienciar a profesionales y autoridades de la importancia de la utilización de una norma para desechar la vulnerabilidad de nuestros hospitales y fomentar el diseño correcto y seguro de instalaciones eléctricas.

### PALABRAS CLAVES

Instalaciones eléctricas en hospitales, electropatología, seguridad para equipos electromédicos, equipotencialidad, transformador de aislamiento, perturbaciones electromagnéticas, alimentación de energía eléctrica de emergencia, vulnerabilidad.

## 1 OBJETIVO

En instituciones de asistencia médica es difícil evitar que se produzcan contactos conductivos o capacitivos entre el cuerpo del paciente y algún objeto puesto a tierra, bien sea por contacto accidental o por instrumentos conectados directamente por el paciente. A partir de esto se presenta un problema especial con los pacientes que están sometidos a procedimientos invasivos quienes pueden quedar electrocutados con corrientes tan bajas que es necesario establecer una mayor protección en el diseño de las instalaciones.

Teniendo presente estas situaciones “silenciosas” que ocurre día a día en los hospitales, trazamos ciertos objetivos de donde comenzar como la investigación de la existencia de normas nacionales vigentes afines a instalaciones eléctricas especiales, y si no hubiese tales realizar una recopilación de normas internacionales y reglamentaciones nacionales. Además de crear conciencia de los efectos de la corriente eléctrica en los seres humanos y de los factores que inciden en la gravedad de un choque eléctrico, mediante la redacción de una norma paraguaya en instalaciones eléctricas para hospitales.

### 1.1 Justificación del problema

El hecho de no existir una norma ni reglamentaciones para las instalaciones eléctricas hospitalarias en nuestro país.

### 1.2 Finalidad del proyecto

Brindar una guía para la elaboración de los proyectos de instalaciones eléctricas en hospitales, incentivando así a todos los hospitales del país ya sean públicos o privados a la adopción de la norma en el momento del diseño de los hospitales, logrando en lo posible la adecuación de sus instalaciones eléctricas actuales y futuras.

### 1.3 Beneficiarios

Puede asegurarse que de manera directa serán favorecidos con este proyecto la ciudadanía y los propios hospitales quienes contarán con instalaciones más seguras y ordenadas. Y de manera indirecta los profesionales proyectistas quienes tendrán una fundamentación para guiarse y resguardarse en el momento del diseño.

## 2 DEFINICIÓN DE NORMA

Es un documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que proporciona, a efectos de un uso común y repetido, directrices o pautas destinadas a actividades o a sus resultados.

### 2.1 Objetivos de toda Norma

- Proteger la vida y los bienes materiales.
- Mejorar la calidad de las instalaciones.
- Lograr el mayor grado de orden.
- Proporcionar suficiente seguridad del servicio de energía eléctrica.
- Evitar interferencias electromagnéticas entre los equipos y sistemas.
- Evitar acciones o situaciones peligrosas.

### 2.2 Conocimientos básicos de la electropatología.

“Esta disciplina estudia los efectos de la corriente eléctrica, potencialmente peligrosa que pueden producir lesiones en el organismo, así como el tipo de accidente que causan. Las consecuencias del paso de la corriente por el cuerpo humano pueden ocasionar desde una simple molestia hasta la muerte, dependiendo del tipo de contacto. Los accidentes con origen eléctrico pueden ser producidos por: contacto directo (bipolar o fase-fase, fase-neutro, fase-tierra), contactos indirectos

(inducción, contacto con masa energizada, tensión de paso, tensión de contacto, tensión transferida), impactos de rayos, fulguración, explosiones, incendios, sobrecorrientes y sobretensiones.

Los seres humanos expuestos a riesgo eléctrico, se clasifican en individuos tipo A y tipo B.

➤ **Individuo tipo A:** toda persona que lleva conductores eléctricos que terminan en el corazón, para este tipo de paciente se considera que la corriente máxima segura es de  $80\mu\text{A}$ .

➤ **Individuos tipo B:** aquellos que están en contacto con equipos eléctricos y que no llevan conductores al corazón. Se estima como máxima corriente segura, 24mA para un tiempo prolongado.

### 2.3 Efectos de la corriente eléctrica en los seres humanos.

Cuando circula corriente por el organismo, siempre se presentan en mayor o menor grado tres efectos: nervioso, químico y calorífico y sus resultados son: La electrocución se produce cuando la persona fallece debido al paso de la corriente por su cuerpo. Existen dos causas básicas de electrocución: la suspensión respiratoria y la paralización del corazón.

**2.3.1. La fibrilación ventricular** consiste en el movimiento anárquico del corazón, el cual no sigue su ritmo normal y deja de enviar sangre a los distintos órganos. El corazón es un músculo y la parte más vital de nuestro cuerpo.

**2.3.2 La tetanización muscular** es la anulación de la capacidad del control muscular, la rigidez incontrolada de los músculos como consecuencia del paso de la energía eléctrica.

**2.3.3 El estado fisiopatológico de shock** (que no debe traducirse como choque) presenta efectos circulatorios y respiratorios simultáneamente.

**2.3.4 La asfixia** se produce cuando el paso de la corriente afecta al centro nervioso que regula la función respiratoria, ocasionando el paro respiratorio. Casi siempre por contracción del diafragma.

**2.3.5 Las quemaduras o necrosis eléctrica**, se producen por la energía liberada al paso de la corriente (calentamiento por efecto Joule). Las quemaduras profundas pueden llegar a ser mortales.

**2.3.6 El bloqueo renal** o paralización de la acción metabólica de los riñones, producido por los efectos tóxicos de las quemaduras o mioglobinuria.

**2.3.7** Otros efectos colaterales tales como fracturas, conjuntivitis, contracciones, golpes, aumento de la presión sanguínea, arritmias, fallas en la respiración, dolores sordos, paro temporal del corazón, etc. Pueden producirse, sin ser mortales.

## 3 PUNTOS RESALTANTES DE LA PROPUESTA DE NORMA

### 3.1 Importancia en la seguridad de los equipos electromédicos

Cuando se prepara instalaciones eléctricas adecuadas evitamos dejar en posibles descargas eléctricas a cuatro aspectos bien definidos por la Norma que se mencionan a continuación

**3.1.1 Al paciente:** quienes son sometidos a chequeos de signos vitales en procedimientos del tipo invasivo y que están en contacto directo con el equipo energizado mediante el transductor.

**3.1.2 Al operador:** el equipo presenta un peligro también para la persona quien manipula el equipo para su funcionamiento.

**3.1.3 Al personal circundante:** el personal médico o de sanidad corre un riesgo también al estar en un entorno de equipos energizados.

**3.1.4 A los equipos electromédicos:** estos también deben de preverse su ubicación final ya que al tener desprotegidos los equipos corren riesgos de averías y daños mayores.

### **3.2 Grupos de aplicación de salas para uso médico.**

**3.2.1 Sala tipo 0:** Éstas son salas para uso médico, donde se asegura, con respecto a la utilización de conformidad con las disposiciones, que:

- No se emplean aparatos electromédicos, o
- Durante el examen o el tratamiento, los pacientes no entran en contacto con equipos electromédicos, o se utilizan equipos que están permitidos para la aplicación hasta incluso fuera de las salas para uso médico, según las indicaciones de los manuales que acompañan a los aparatos, o

- Se operan equipos electromédicos que se alimentan exclusivamente de fuentes de energía eléctrica instaladas en los mismos equipos.

**3.2.2 Sala tipo 1:** Éstas son salas para uso médico, donde se utilizan equipos electromédicos conectados a la red, con los cuales o con cuyas partes de aplicación, los pacientes entran en contacto durante el examen o tratamiento. Al presentarse un primer contacto a masa o a tierra, o un corte de la red general, puede efectuarse su desconexión, sin que por ello se ponga en peligro a los pacientes. Los exámenes y tratamientos de los pacientes pueden interrumpirse y repetirse.

**3.2.3 Sala tipo 2:** Éstas son salas para uso médico, donde se utilizan equipos electromédicos conectados a la red, que sirven para intervenciones quirúrgicas o para medidas de interés vital. Al parecer un primer contacto a masa o a tierra, o un corte de la red general, estos equipos deben poder seguir operando, ya que los exámenes o los tratamientos no pueden interrumpirse y repetirse, sin que impliquen un daño a los pacientes.

### **3.3 Aplicación del Sistema IT – Características nominales.**

**3.3.1 Tensión de salida:** La tensión de salida de un transformador de aislamiento para uso médico, utilizado como parte de la instalación o como un elemento separado de un equipo, no excederá de 250 V. En caso de transformador trifásico, el secundario tendrá conexión en triángulo para asegurar su utilización en monofásico y trifásico.

**3.3.2 Potencia de salida:** potencia nominal del transformador no debe ser menor que 3,15 kVA y no mayor que 8 kVA.

**3.3.3 Corriente de fuga del bobinado secundario:** La corriente de fuga a tierra del bobinado secundario de un transformador de aislamiento para uso médico se deberá limitar a 0,5 mA en condición de primer defecto.

**3.3.4 Corriente de fuga de las cubiertas y del transformador:** La corriente de fuga de las cubiertas y la corriente de fuga a tierra de un transformador de aislamiento para uso médico se deberá limitar a 0,5 mA.

**3.3.5 Protección general:** El circuito primario y los secundarios de todo transformador de aislamiento para uso médico estarán adecuadamente protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos. Esta protección se realizará mediante interruptores automáticos con disparo de tiempo inverso para las sobrecargas y dispositivos instantáneo para cortocircuitos. Los dispositivos de protección se elegirán de modo que no perjudique la continuidad de la alimentación del primario, mediante dispositivo de coordinación selectiva con el interruptor principal del cuadro de mando.

### 3.4 Medidas contra perturbaciones electromagnéticas.

3.4.1 Dado el caso, puede ser necesario ejecutar estas medidas posteriormente, a fin de acondicionar la utilización en forma reglamentaria.

- Salas de EEG, salas de ECG y salas de EMG en hospitales,
- Salas de examen intensivo,
- Salas de cuidados intensivos,
- Salas para cateterismo cardiaco,
- Salas de operaciones.

3.4.2 En el lugar donde se encuentra el paciente, la inducción a 50 Hz no debe superar los siguientes valores:

- BSS = 0,2 $\mu$  Tesla para EEG (Electroencefalograma).
- BSS = 0,4 $\mu$  Tesla para ECG (Electrocardiograma).

3.4.3 Distancia mínima entre conductores y líneas multifilares de la instalación eléctrica de potencia y los lugares de los pacientes a proteger:

Sección nominal de Conductor (Cu)	Distancia mínima
10 a 70 mm <sup>2</sup>	3 m
95 a 185 mm <sup>2</sup>	6 m
> 185 mm <sup>2</sup>	9 m

Fuente: *Asociación Electrotécnica Argentina AEA N° 90364 sección 710.*

### 3.5 Implementación del uso correcto de barrajes equipotenciales

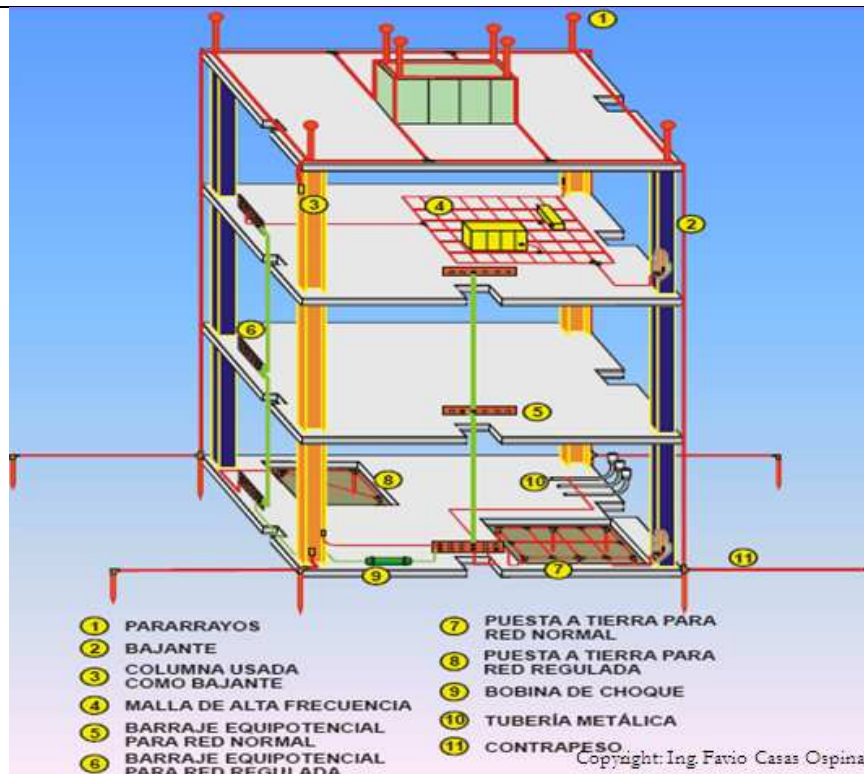
“Es una platina de cobre pre taladrada, con dimensiones y separaciones de pernos y huecos, según su ubicación, se clasifican en barrajes principales (BPT) y barrajes secundarios (BST) y deben ceñirse a lo siguiente:

3.5.1 Deben ser especificados de acuerdo con los requisitos de aplicación y teniendo en consideración futuros crecimientos, sus dimensiones mínimas son de 5mm de espesor x 50mm de ancho y longitud variable. Es preferible pero no imprescindible que sea recubierto con níquel. Debe estar aislado de su soporte con una separación mínima de 25mm.

3.5.2 El barraje puede especificarse de manera general, como parámetro de soportabilidad hasta 180 A/mm<sup>2</sup> durante un segundo.

3.6 Puntos importantes a tener en cuenta en el momento del diseño de un sistema de protección contra descargas atmosféricas y sistemas de puesta a tierra (resumido en el siguiente dibujo):

IX SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ  
13, 14 y 15 de Octubre de 2010



### 3.7 Implementación de suministros de energía eléctrica de emergencia SEEE.

3.7.1 SEEE con tiempo de conmutación de más de 15s, se consigue a través de grupos electrógenos conmutados por tableros automáticos de transferencia, aplicados a los artefactos y equipos eléctricos de uso común.

3.7.2 SEEE con tiempo de conmutación de hasta 15s, se consigue a través de los bancos de baterías conmutados por tableros automáticos de transferencia, aplicados a las centrales telefónicas y los servidores de sistemas informáticos, ya que hoy en día todo edificio moderno cuenta con ello.

3.7.3 SEEE con tiempo de conmutación de hasta 0,5s, se consigue a través de las UPSs conmutados de manera online con captación inmediata de ausencia de energía eléctrica, aplicados a las salas de tipo 2.

### 3.8 Utilización de dispositivos de protección contra sobretensión e interruptor diferencial en los tableros.

➤ La conexión correcta de dispositivos de protección contra sobrecorrientes se realiza en paralelo a la carga principal y se dimensiona de acuerdo a la potencia de consumición.

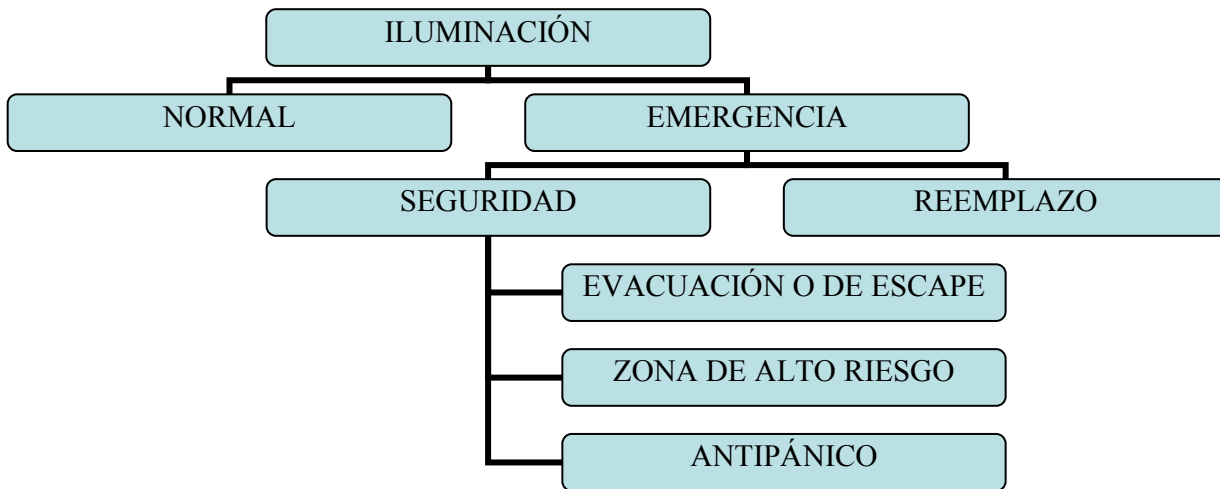
➤ Colocación de interruptores diferenciales en los tableros y circuitos de alimentación directa de las tomas corrientes, con protección contra contactos directos con una corriente nominal diferencial menor o igual a 30mA con respuesta de actuación de 30ms y con protección contra riesgos de incendio con una corriente nominal diferencial menor o igual a 300mA con respuesta de actuación de 50ms.

### 3.9 Iluminación correcta en locales de pública concurrencia.

IX SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ  
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

- En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad.
- En todo cambio de dirección en una ruta de evacuación.
- En toda intersección de pasillos con la ruta de evacuación.
- Cerca de cada cambio de nivel, comienzos y fines de escaleras y rampas.
- En recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.

### 3.9.1 Organigrama de iluminación.



Fuente: *Asociación Electrotécnica Argentina AEA-Artículo 718.2.8 sección 718.*

### 3.10 Recomendaciones

- Formar un departamento de equipos electromédicos.
- Realizar programas de formación y adiestramiento del personal técnico.
- Trazar un calendario y verificación de los equipos electromédicos.
- Eliminar el régimen de conexión tipo sistema TN-C de toda instalación eléctrica.
- Implementación de SEEE con tiempo de conmutación de hasta 0,5s en las salas tipo2
- Colocar luces de emergencia y antipánico en lugares de pública concurrencia.
- Tener presente el uso de requisitos normativos en el momento del diseño de toda instalación eléctrica.



IX SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ  
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

#### 4 CONCLUSIONES

Este trabajo de investigación da énfasis a crear conciencia de la importancia del uso de requisitos normativos para el diseño, ejecución y el ejercicio de los controles necesarios sobre las instalaciones eléctricas en hospitales, de modo a conseguir la aplicación ordenada de disposiciones comunes y directrices que solo una norma puede dar a los profesionales como guía para llegar a realizar las instalaciones según su destino y uso. También resaltar la seriedad de los efectos que produce la corriente eléctrica en el cuerpo humano, pues como se había mencionado nuestro cuerpo posee valores limitados para el paso de la corriente eléctrica, lo cual debe de tenerse muy en cuenta para evitar los efectos dañinos al organismo e inclusive la muerte, que ha sido mencionado en la electropatología y dentro de esta propuesta normativa misma. Se deben adoptar las medidas pre cautivas y preventivas para resolver las diferentes situaciones que comprenden la presencia del personal de sanidad y del paciente, para evitar la derivación del paciente a tierra y consecuentemente del paso de una corriente de fuga indeseable que involuntariamente se de a través de una persona u objeto. Para ello es de suma importancia la colocación del sistema IT de monitoreo permanente de la impedancia del sistema y no solamente del monitoreo por resistencia, pues ésta ignora las fallas capacitivas, ya que la composición natural de la piel humana es de la epidermis (externa) con comportamiento resistivo, y el de la dermis (interna) con comportamiento capacitivo.

Este sistema IT esta compuesto por el transformador de aislamiento, un monitor permanente de impedancia y el barraje equipotencial, que están aglomerados en un tablero de lectura permanente con agregado de la alarma visual y sonora. La implementación obligatoria de fuentes de energía eléctrica de emergencia a través de grupos electrógenos, bancos de baterías y de UPSs, conmutadas por tableros automáticos que permitan la transferencia de la carga en ausencia del suministro de la energía eléctrica de la red. La atención de los requisitos para instalaciones en locales especiales para evitar las perturbaciones de los campos eléctricos y magnéticos, como también establecer la compatibilidad electromagnética, ya que en las dependencias de estos locales especiales se encuentran los equipos electromédicos que cumplen la asistencia vital a los pacientes. Un agregado de simbologías propias utilizadas en la práctica medica para el correspondiente adiestramiento, comportamiento y advertencia de zonas de riesgo de contaminación en distintos ámbitos. Un efectivo sistema de protección contra descargas eléctricas atmosféricas que brinden el blindaje correspondiente a tan delicados equipos y con su correspondiente implicancia ya que muchos de estos son el soporte vital de los pacientes. Y finalmente la implementación obligatoria de barrajes equipotenciales en todos los pisos y sus correspondientes dependencias, con bajantes conectados a estas y por consiguiente la derivación a un sólido sistema de puesta a tierra, para garantizar la instalación completa del recinto





---

## BIBLIOGRAFIA

Asociación Brasileña de Normas Técnicas – ABNT / NBR 12914: Símbolos gráficos propios para aplicar en equipamientos eléctricos utilizados en la práctica médica.

Asociación Brasileña de Normas Técnicas – ABNT / NBR 5419: Protección de estructuras contra descargas atmosféricas / Río de Janeiro / Brasil / 2001.

Asociación Electrotécnica Argentina – AEA. Curso de Protección de las personas contra choques eléctricos. Asociación Electrotécnica Argentina – AEA.

Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles. Sección 710: Locales para usos médicos. Asociación Electrotécnica Argentina – AEA 90364. Sección 718: Lugares y locales de pública concurrencia.

Casas Ospina, Favio / Tierras / Santa Fe de Bogotá / INCOTEC.

Código Eléctrico Colombiano NTC 2050 – Sección 517: Instituciones de asistencia médica / Santa Fe de Bogotá / INCOTEC / 2002.

Material didáctico / Asignatura Instalaciones III / Ingeniería en Electricidad / Facultad Politécnica / UNA.

Norma mexicana / Instalaciones en lugares de atención de la salud / Artículo 517.

Unión de Normas Españolas – UNE 20-901-95: Seguridad de aparatos electromédicos para su utilización por personal administrativo, médico y de enfermería.

Unión de Normas Españolas – UNE 20-611-79: Aspectos básicos del concepto de seguridad del equipo eléctrico utilizado en la práctica médica.

Unión de Normas Españolas – UNE 20-615-78: Sistemas con transformador de aislamiento para uso médico y sus dispositivos de control y protección.

<http://www.cadieel.org.ar/PDF/Laminas> en pdf de Carlos Oscar Soler.

[http://www.procobreperu.org/c\\_puestatierra.pdf](http://www.procobreperu.org/c_puestatierra.pdf) puesta a tierra.