



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA

ELABORACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO PARA REDUCIR LAS
DESCARGAS ELÉCTRICAS ANTE EL PROBLEMA DE PRESENCIA DE ENERGÍA
ESTÁTICA EN CONSTRUCCIONES CIVILES DE EDIFICACIONES

Tutor

MSc. MAX ALMEIDA FRANCO

Autores

GABRIEL SEBASTIÁN BELTRÁN RODRÍGUEZ

DIEGO ARMANDO COTTO ASSAN

Guayaquil, 2018

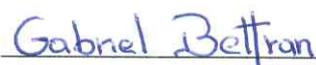
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los/Las estudiantes/egresados(as) GABRIEL SEBASTIÁN BELTRÁN RODRÍGUEZ y DIEGO ARMANDO COTTO ASSAN, declaro (amos) bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente a los/las suscritos(as) y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos nuestros derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar la Elaboración del proceso constructivo para reducir las descargas eléctricas ante el problema de presencia de energía estática en construcciones civiles de edificaciones

Autor(es)(as):



Gabriel Sebastián Beltrán Rodríguez

C.I. 1204263741



Diego Armando Cotto Assan

C.I. 0603718248

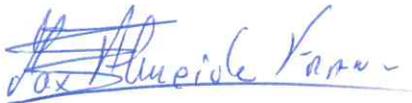
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor(a) del Proyecto de Investigación ELABORACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO PARA REDUCIR LAS DESCARGAS ELÉCTRICAS ANTE EL PROBLEMA DE PRESENCIA DE ENERGÍA ESTÁTICA EN CONSTRUCCIONES CIVILES DE EDIFICACIONES, nombrado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Administración de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y analizado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “TEMA ELABORACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO PARA REDUCIR LAS DESCARGAS ELÉCTRICAS ANTE EL PROBLEMA DE PRESENCIA DE ENERGÍA ESTÁTICA EN CONSTRUCCIONES CIVILES DE EDIFICACIONES”, presentado por los estudiantes GABRIEL SEBASTIÁN BELTRÁN RODRÍGUEZ y DIEGO ARMANDO COTTO ASSAN como requisito previo a la aprobación de la investigación para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación

Firma:



MAX DARIO ALMEIDA FRANCO

C.I. 090670698-1

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por haberme guiado por el camino de la
rectitud, armonía y colaboración;
en segundo lugar, a cada uno de los que son parte de mi familia a
mis madres TIA Sandra Poslígua Alcívar y MI ABUELA Bolívia
que con sus cuidados y atenciones han sido esa taza de café, pedazo
de pan, abrigo, abrazos y cobija en mis amanecidas de estudio. “Este
hijo es más mío que tuyo”.
a mi PADRE Luis Adolfo Cotto Alcívar que me enseñó que “la
verdad te hará libre siempre”,
a mis primos y a todos mis tíos; por siempre haber confiado y
brindado apoyo incondicional.
a mis compañeros porque en esta batalla grupal hemos logrado
salir victoriosos,
y finalmente a mi director de tesis, profesor y amigo quién nos
apoyó en todo momento desde el inicio de nuestra carrera, Ing. Max
Almeida Franco.

Estudiantes hay muchos,
pero los buenos se forjan con apoyo.

Diego Armando Cotto Assán

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a todos mis maestros,
porque ellos me enseñaron a valorar los estudios
y a superarme cada día,
también agradezco a mis padres porque ellos estuvieron
apoyándome en los momentos más difíciles de mi vida,
a mi novia, por todo su apoyo incondicional,
a mis compañeros con los que compartí mis años de estudiante, en
esa lucha constante por alcanzar nuestras metas,
al Ing. Max Almeida Franco, por todo su apoyo durante todos
estos años de estudio, quien aparte de haber sido un gran profesor,
fue un excelente amigo.
Y finalmente doy gracias por la vida, la salud y el amor brindado
por todos mis seres queridos.
Estoy seguro que mis metas planteadas darán fruto en el futuro y
por ende me debo esforzar cada día para ser una mejor persona y un
gran profesional.

Gabriel Sebastián Beltrán Rodríguez

DEDICATORIA

Los autores Beltrán Rodríguez Gabriel Sebastián y Cotto Assán Diego Armando dedicamos esta tesis a nuestros profesores.

Tesis que ha sido el resultado de haber confiado en nuestra idea, de haber puesto fe en la capacidad para lograr sostenerla, y ahora que está culminada, solo podemos disfrutar de tan merecido éxito.

Dedicada también para los ingenieros civiles, aportar con un grano de arena en esa parihuela del conocimiento, para la concretera de la práctica y fundición de nuevas ideas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|------|
| CARATULA | i |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES | iii |
| CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR..... | iv |
| AGRADECIMIENTO..... | v |
| DEDICATORIA | vii |
| Índice de Contenido | viii |
| Índice de Ilustraciones..... | xi |
| Índice de Tablas | xi |
| Índice de Gráficos | xii |
| Resumen..... | 1 |
| CAPITULO # I..... | 3 |
| 1.1 TEMA..... | 3 |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 5 |
| 1.4 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA | 5 |
| 1.5 OBJETIVO GENERAL: | 5 |
| 1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:..... | 5 |
| 1.7 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 6 |
| 1.8 DELIMITACIÓN O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN | 7 |
| 1.9 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN | 7 |
| CAPITULO # II | 8 |
| FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN | 8 |

| | |
|---|----|
| Antecedentes de la Investigación: | 8 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 10 |
| 2.1 Efecto triboeléctrico..... | 10 |
| 2.2 Humedad relativa del ambiente | 10 |
| 2.3 Pisos | 10 |
| 2.4 Resistividad eléctrica | 12 |
| 2.5 Conexión a tierra..... | 14 |
| 2.6 Riesgo en sitios inflamables: | 15 |
| 2.7 Medidas de Prevención..... | 15 |
| MARCO TEÓRICO REFERENCIAL..... | 17 |
| Lipoatrofia Semi-Circular..... | 17 |
| MARCO LEGAL..... | 19 |
| MARCO CONCEPTUAL..... | 25 |
| CAPITULO # III..... | 29 |
| 3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 29 |
| 3.2. FUNDAMENTACIÓN DEL TIPO DE LA INVESTIGACIÓN | 29 |
| 3.3. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN..... | 30 |
| 3.4. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN | 31 |
| 3.5. DATOS DE POBLACIÓN Y MUESTRA..... | 34 |
| 3.6. FUENTES Y RECURSOS DE LA INVESTIGACIÓN | 35 |
| 3.7. PROCESAMIENTO, PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS.. | 38 |
| Voltaje:..... | 39 |
| Límites máximos y mínimos: | 42 |

| | |
|---|------|
| Investigación de procesos constructivos existentes en el mercado: | 47 |
| Pisos y conexión a tierra: | 49 |
| Resistencia a la tierra | 50 |
| 3.8. PERFIL DE DESCARGA:..... | 52 |
| Materiales del mercado:..... | 53 |
| Selección final del material: | 54 |
| Prueba de resistividad: | 55 |
| 3.9. CONCLUSIONES PRELIMINARES..... | 56 |
| CAPITULO # IV | 63 |
| PROPUESTA..... | 63 |
| JUSTIFICACIÓN:..... | 63 |
| OBJETIVO GENERAL: | 63 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS: | 63 |
| LISTADO DE CONTENIDO Y ESQUEMA DE LA PROPUESTA | 64 |
| DESARROLLO DE LA PROPUESTA | 64 |
| VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA | 83 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:..... | 86 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 88 |
| ANEXOS..... | xiii |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1. Termómetro, Higrómetro Digital con Pantalla LCD S-DHT SMART ELECTRIC. | 36 |
| Ilustración 2. Medidor de Estática Marca: SIMCO FMX-003..... | 36 |
| Ilustración 3. Comprobador de Resistencia de Aislamiento de 10 kV Megger S1-1054/2. | 37 |
| Ilustración 4. Sistema multifuncional de pruebas primarias para la puesta en servicio y el mantenimiento de subestaciones CPC-100..... | 38 |
| Ilustración 5. Pintura epóxica..... | 48 |
| Ilustración 6. Tapete disipativo | 48 |
| Ilustración 7. Pisos BVG..... | 49 |
| Ilustración 8. Representación esquemática de la prueba de resistencia a la tierra. | 50 |
| Ilustración 9. Representación esquemática de la prueba conductividad del perfil. | 55 |
| Ilustración 10. Dimensiones del perfil conductor a tierra de acero inoxidable..... | 59 |
| Ilustración 11. Plano con Puntos Estratégicos Recomendados para Colocar Perfil de Conducción. | 85 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Resistividad (ρ) a temperatura 20-25° Centígrados. | 13 |
| Tabla 2. Table 250.66 Grounding Electrode Conductor for Alternating-Current Systems. | 14 |
| Tabla 3 Proof Test/Use Voltage Relationship..... | 19 |
| Tabla 4 Etapas de recolección de datos..... | 32 |
| Tabla 5 Datos de temperatura y humedad del lugar donde se tomaron las pruebas. | 39 |
| Tabla 6 Personas que han sufrido descargas en el interior de las oficinas..... | 41 |
| Tabla 7 Personas que no han sufrido descargas en el interior de las oficinas..... | 42 |

| | |
|---|----|
| Tabla 8 Datos de media de voltaje. | 42 |
| Tabla 9 Valores de la prueba de resistencia del piso a tierra. | 52 |
| Tabla 10 Valores de la prueba de Resistividad. | 56 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1. Datos de Voltajes obtenidos en medición a encuestados (CNEL EP UN GYE, 2017). | 43 |
| Gráfico 2. Datos de Voltajes con respecto a rangos de edad (CNEL EP UN GYE, 2017). | 44 |
| Gráfico 3. Datos de Voltajes con respecto a rangos de estatura (CNEL EP UN GYE, 2017). | 45 |
| Gráfico 4. Datos de Voltajes con respecto a rangos de peso (CNEL EP UN GYE, 2017)..... | 46 |
| Gráfico 5. Datos de Voltajes con respecto al tipo de vestimenta (CNEL EP UN GYE, 2017). | 46 |
| Gráfico 6. Datos de Voltajes con respecto al tipo de calzado (CNEL EP UN GYE, 2017). ... | 47 |

RESUMEN.

La presente tesis tiene como finalidad la elaboración de un proceso constructivo que permita disipar la energía estática dentro de las edificaciones, ya que es un problema muy común que se presenta hoy en día en edificaciones de ambientes no controlados como son oficinas, centros comerciales, hoteles, entre otros, donde el aspecto arquitectónico juega el papel principal, y estas energías no son consideradas al momento del diseño. Para alcanzar el objetivo de la tesis se empieza revisando los antecedentes y registros sobre el fenómeno de la energía estática, tomando los conceptos de varios autores donde se indican las razones por la cual se produce y cuáles son sus efectos, de forma que se pueda estudiar el fenómeno, investigar y obtener una alternativa de solución que sean aplicados de manera correctiva en edificaciones existentes con una fácil instalación ante situaciones complejas, que sea imperceptible para los transeúntes, que sea funcional y a bajo costo.

Posteriormente se describe el sistema que se va a utilizar para disipar la energía estática donde se indica las pruebas de laboratorio que se realizaron, como es la prueba de resistencia eléctrica y los materiales que se requiere para su construcción, de igual manera se describe los estudios que se realizaron y los métodos de obtención de datos para determinar los rangos de voltaje con el que se encuentran cargadas las personas en un ambiente donde exista la presencia de energía estática, en este caso en la oficina principal del Edificio Múltiple 2 de la Corporación Eléctrica Nacional CNEL EP UN GYE. Las mediciones de voltajes realizadas determinan que hay niveles por encima de lo que indica el estudio del marco referencial, el cual ya se le atribuye que estas podrían afectar la salud, y a pesar de no ser tan altos para que los usuarios perciban la molesta descarga eléctrica.

Con estos niveles referenciales se procedió con la construcción de un perfil metálico que va a ser el medio de descarga y sometido a pruebas con el fin de analizar la conductividad, perfil que por dimensiones se ajustan a las necesidades, pero con consideraciones arquitectónicas previas para su instalación que se detallan en el contenido de esta tesis.

CAPITULO # I

1.1 TEMA

Elaboración del proceso constructivo para reducir las descargas eléctricas ante el problema de presencia de energía estática en construcciones civiles de edificaciones.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Guayaquil, durante la última década ha crecido el sector de la construcción en diversas áreas como; edificaciones civiles, centros comerciales, centros integrados, infraestructura privada de inversión y resguardo de bienes. Lo mencionado ha generado incremento a una economía sustentable y en crecimiento, manteniendo actualmente un superávit de aumento en infraestructura.

Hoy por hoy dichas construcciones como centro integrado de oficinas u cualquier otro de gran envergadura están presentando descargas eléctricas producidas en las personas que los transitan por la presencia de energía estática. Este problema se empieza a manifestar de manera más frecuente debido al tipo de materiales que se usan en una construcción, los mismos que son elegidos por criterios estéticos, y en el más común de los casos por su valor económico; La gran mayoría de estos materiales son de tipo sintéticos, aislantes y grandes generadores de electricidad estática.

La Corporación Nacional Eléctrica, Unidad de Negocios Guayaquil (CNEL EP UN GYE) ha ido expandiendo sus puntos de atención en varios sectores de Guayaquil y las construcciones se ajustan a ser centros integrados de atención con características técnicas modernas, sin embargo estos sectores por no estar incluidos dentro de una clasificación de ambiente controlado, no se ha tomado en cuenta por los riesgos de accidentes que los usuarios de las oficinas podrían sufrir por descargas eléctricas en el interior de dichas edificaciones, creando un ambiente de incomodidad

debido al reflejo involuntario, luego del choque eléctrico provocando golpes, cortes e incluso caídas. Existen también riesgos en la salud de los usuarios que se incrementan si se está cerca de equipos electrónicos y si el ambiente se encuentra a bajas temperaturas por la climatización que no se ha tomado en consideración al momento de la construcción.

En la oficina principal del Edificio Múltiple 2 de la Corporación Eléctrica Nacional CNEL EP UN GYE se han presentado accidentes laborales con el personal que trabaja en su interior, debido a que han percibido una descarga de energía al tocar partes metálicas como manijas de puertas, filos de ventanas, perchas y escritorios. Se han registrado caídas de escaleras por parte del personal de limpieza, como también del personal de mantenimiento y oficinistas con golpes e incluso cortes en la piel.

La CNEL EP UN GYE ha hecho una inspección del sistema eléctrico de sus instalaciones; revisando las puestas a tierra y dando mantenimiento al cableado de las conexiones eléctricas y a pesar de esto persiste la situación, colocar un piso disipativo no es una opción debido a que tiene un alto costo, implicaría reubicar al personal y no se cuenta con un espacio disponible además de contar los días de paralización que implicaría el cambio del piso completo.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué procedimiento constructivo de obra civil se puede aplicar para reducir la carga electrostática existente en el interior de una edificación?

1.4 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué hace que estas edificaciones presenten el fenómeno de energía electrostática en el ambiente?

¿Por qué una persona que recibe una descarga eléctrica y otras no, si ambas se encuentran en el mismo ambiente?

¿Determinar los niveles de voltaje de una persona para que sufra una descarga electrostática en un ambiente no controlado?

¿Qué método constructivo se puede utilizar para disipar energía electrostática en el interior de una edificación de obra civil de ambiente no controlado?

1.5 OBJETIVO GENERAL:

Elaborar el proceso constructivo en obra civil funcional, y estético para reducir las descargas eléctricas ante el problema de presencia de energía estática en el interior de edificaciones de ambientes no controlados.

1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Determinar el valor de voltaje promedio necesario para que una persona se la considere cargada electrostáticamente y sea propenso a sentir una descarga electrostática dentro de un ambiente no controlado.
- ✓ Investigar los procesos constructivos existentes en el mercado que sirven para reducir la acumulación de energía electrostática en un ambiente no controlado.

- ✓ Diseñar un canal de descarga electrostática óptimo a bajo costo que sea imperceptible al transeúnte y de fácil instalación sin afectar la estética de la edificación.
- ✓ Establecer parámetros generales de construcción civil para un canal de descarga electrostática.

1.7 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Los Ingenieros civiles al momento de construir un ambiente controlado como por ejemplo quirófanos, centros de cómputo, centros de monitoreo, torres de control, etc. mediante un criterio técnico recomiendan los tipos de pisos que debe utilizarse con el fin de reducir la fricción o colocar las señales de advertencia que indique el tipo de calzado apropiado con el que se debe circular en estas edificaciones. Esto sirve para reducir las posibilidades de que se genere energía estática o a su vez disiparla. Cuándo el ambiente no es controlado como por ejemplo hoteles, oficinas, centros comerciales donde predomina la estética, éstas energías no son tomadas en consideración debido a que no hay equipos electrónicos que proteger, olvidando una parte fundamental que son las personas.

Muy pocas veces se construye una oficina tomando la precaución de descargar estas energías, sino en el momento que se manifiesta es que empiezan a ponerle atención, tomando medidas de mitigación en el ambiente o peor aun optando por el cambio total del tipo de piso, sin contar los días de paralización o reubicación del personal.

Ante la necesidad de reducir las descargas electrostáticas los propietarios de las edificaciones invierten sus fondos en readecuar sus instalaciones eléctricas, evitar corrientes parásitas y mantenimiento eléctrico de su sistema, sin lograr una solución. En ocasiones adquieren equipos ionizadores de alto costo y mantenimiento.

Por tal motivo se desea estudiar el fenómeno, investigar y obtener una alternativa de solución que sean aplicados de manera correctiva en edificaciones existentes con una fácil instalación ante situaciones complejas, que sea imperceptible para los transeúntes, que sea funcional y a bajo costo. Además, que pueda ser considerado una medida preventiva de accidentes y riesgos para la salud durante los procesos constructivos en una edificación nueva.

1.8 DELIMITACIÓN O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se va a desarrollar en un ambiente no controlado, dentro de las instalaciones de CNEL EP UN GYE (Empresa Eléctrica de la Ciudad de Guayaquil); está ubicado en la Av. Dr. Emilio Romero y calle Primera, detrás del C.C. City Mall., parroquia Tarqui al norte de la ciudad de Guayaquil.

Periodo: JULIO A NOVIEMBRE 2017.

Área de estudio: Construcciones civiles.

1.9 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Si se aplica un perfil con alta conductividad conectado a tierra, en los pisos de características aislantes en un ambiente no controlado y en pequeñas cantidades, se podría reducir la energía electrostática que se produce en su interior.

CAPITULO # II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

Antecedentes de la Investigación:

El Departamento de Servicios Institucionales de CNEL EP UN GYE atiende los requerimientos logísticos de la compañía que incluyen: limpieza, mantenimiento preventivo y correctivo de todas las edificaciones que pertenecen a la institución, como son los centros integrados de oficinas, agencias, bodegas, centros médicos y demás. Desde hace dos años atrás se tienen registros de quejas relacionadas con descargas eléctricas que son percibidas por el personal que labora dentro de ciertas oficinas, en específico la oficina principal del edificio Múltiple 2, mientras abren la puerta.

Por otro lado el Dpto. de Seguridad Industrial mostró un leve historial de accidentes por caídas, golpes y cortes que se han presentado en el personal, pero que no existe un reporte oficial, solamente el hecho de que las personas accidentadas alegan haber recibido una descarga eléctrica perdiendo el equilibrio, soltando cajas o resbalando por escaleras, o a su vez por movimientos involuntarios producidos por el choque eléctrico, se han cortado con filos de puertas de aluminio, tornillos de sillas, puntas de escritorios, etc.

Dentro de la compañía se cuenta con personal capacitado en cuanto a lo que instalaciones eléctricas se refiere, el mismo que procedió con la revisión del cableado, sistema de puesta a tierra, inspección en los equipos y determinaron que no existía problema alguno, y dejando sentado que la situación era producida por la energía estática del interior.

La energía estática puede estar en todas partes ya que es un fenómeno que se origina cuando se frota 2 materiales poco conductivos o aislantes generando una fricción entre ellos, por

ejemplo “un peine o una barra de plástico adquieren la curiosidad de atraer otros objetos después de frotarlos con una prenda de lana.” (Tippens, 2007, p. 463)

Entendiendo esta teoría, se presume que la generación de energía electrostática es debido al tipo de piso que existe y al rozamiento que se produce al caminar sobre este.

Los usuarios de manera empírica han colocado cintas aislantes en las manijas de las puertas para evitar sentir el efecto de descarga al querer salir o entrar del lugar.

Debido a todo lo mencionado con anterioridad, la empresa realizó un estudio de mercado para adquisición de pisos conductivos, contactando a los proveedores y estos indicaron que en la metodología de trabajo se debía suspender las actividades del lugar durante el proceso de cambio total del piso existente, además de un alto costo de inversión.

Para poder efectuar este proceso constructivo de remodelación del piso, se tiene los siguientes inconvenientes:

- No se cuenta con un espacio físico para re-ubicar al personal
- No es posible suspender las actividades por la atención y los requerimientos diarios
- Los costos son elevados debido a que se debe mantener la armonía estética por la arquitectura del edificio.

Al no contar con un proceso constructivo que sea sencillo, de fácil instalación, a bajo costo y sobre todo funcional, se decidió realizar el estudio investigativo para crear un proceso que se ajuste a las necesidades actualmente de CNEL EP UN GYE pero que pueda ser aplicado en edificaciones en situaciones similares que se encuentran en un ambiente no controlado.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Efecto triboeléctrico

“En 1832 Michael Faraday demostró que electricidad inducida desde un imán, la electricidad producida por una batería, y la electricidad estática son todas iguales.” (Soriano, 2011, p. 31)

Dentro del fenómeno de la electricidad estática existe el efecto triboeléctrico, que es la electrificación que sienten las personas al tocar algún objeto u otra persona que se encuentre cargada con energía estática. El efecto no siempre será el mismo porque se debe contemplar algunas características como por ejemplo el tipo de material, la temperatura entre otros.

La humedad del ambiente puede ayudar a que este efecto se reduzca, ya que ayuda a liberar los electrones de nuestro cuerpo.

2.2 Humedad relativa del ambiente

En España según el Real Decreto 486/1997: Seguridad y salud en los lugares de trabajo. Anexo III: Condiciones ambientales indica: “En los locales de trabajo cerrados... La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70%, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50%.” (Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, s.f)

2.3 Pisos

Son utilizados en construcciones, dándoles un acabado y terminación a la obra, la superficie de los pisos tiende a desgastarse debido al movimiento de los cuerpos móviles que pasan sobre este. También puede ser afectada por otros agentes externos.

No en todas las obras se puede aplicar el mismo tipo de piso debido a que cada obra cuenta con necesidades diferentes y las propiedades de los pisos van a variar, pero es muy importante

que todos los pisos tengan gran resistencia al desgaste, que brinden facilidad de limpieza, tengan bajo costo de mantenimiento, durabilidad y resistencia al fuego.

2.3.1 Pisos Aislantes:

Existen muchas empresas que fabrican estos pisos con sus respectivas especificaciones siempre basando sus diseños como lo indica el punto (1.) del marco legal. Uno de estos pisos es el Piso Modular Aislante fabricado de polímeros termoplásticos que se adaptan a cualquier superficie y se pueden usar en subestaciones, embarcaciones marítimas, y todo lo relacionado en estas áreas; sin importar cuál sea el espesor de la capa del pavimento, la resistencia a tierra estará en rangos de entre 10^{10} a 10^{13} ohmios (Ω) o superiores.

2.3.2 Pisos Anti-estáticos.

Son pisos cuyas características físicas trabajan en la relación de la fricción de uso sin que estos provoquen una generación de energía estática, que son muy comúnmente a base de neopreno que de cierta forma disminuyen o no permite la formación de energía estática en su superficie, estos tipos de pisos no tienen una conexión a tierra de manera directa.

Cuando poseen una conexión directa a tierra, estos, de acuerdo a la resistencia de conducción eléctrica se pueden clasificar en dos tipos:

2.3.3 Pisos conductivos (ECF) (Electro Static Discharge).

Este tipo de pisos se los conoce, porque dentro de su proceso de fabricación han incluido materiales en conformidad a la norma del punto (2.) del marco legal, lo que significa que es un piso cuyo material de pavimento tiene una resistencia de un rango entre $2,5 \times 10^4$ y 1.0×10^6 ohmios (Ω).

2.3.4 Pisos disipativos (ESD) (*Electrically Conductive Flooring*).

Este tipo de pisos se los conoce por que dentro de su proceso de fabricación han incluido materiales en conformidad a la norma del punto (2.) del marco legal, indicando que es un piso cuyo material de pavimento tiene una resistencia de un rango entre 1×10^6 y 1×10^9 ohmios (Ω).

Generalmente resultan de una mezcla de polímeros sintéticos, estos pisos van acompañados de dispositivos que permiten su conexión a la línea a tierra o algún tomacorriente. Estos pisos evitan que se produzcan descargas electrostáticas porque disipan a medida que se genera.

El piso de interés de esta investigación es el comercial, cuyo acabado cumple con características de decoración arquitectónica y que no cumplen con las recomendaciones de seguridad electrostática, como generalmente pasa en los procesos constructivos actuales.

2.4 Resistividad eléctrica

Los materiales sólidos tienen la facilidad de transmisión de corriente de eléctrica por que la ley de Ohm hace una relación entre la corriente (I) y el voltaje aplicado (V). (Callister, 1996, p. 612)

Formula 1: " $V = I \cdot R$ " (Callister, 1996, p. 612).

R = resistencia del material a través del cual pasa la corriente. Las unidades de

V = voltios (v).

I = amperios (amp).

R = ohmios (Ω).

"La resistividad, ρ , es independiente de la geometría de la muestra y está relacionada con R."

(Callister, 1996, p. 612)

Formula 2: " $\rho = \frac{R \cdot A}{L}$ " (Callister, 1996, p. 612)

L = distancia entre los dos puntos en que se mide el voltaje.

A = es el área de la sección perpendicular a la dirección de la corriente.

“Las unidades de ρ son ohmios-metro (Ω -m). A partir de la expresión de la ley de Ohm y de la ecuación de la resistividad.” (Callister, 1996, p. 612)

Formula 3: " $\rho = \frac{V \cdot A}{I \cdot L}$ " (Callister, 1996, p. 612)

La clasificación de los materiales según su resistividad está dada por la siguiente tabla:

Tabla 1
Resistividad (ρ) a temperatura 20-25° Centígrados.

| CONDUCTORES | | | SEMICONDUCTORES | |
|-------------|-------------|-----------------------|------------------|----------------------|
| Metales | Plata | $1,47 \times 10^{-8}$ | Grafito | $3,5 \times 10^{-5}$ |
| | Cobre | $1,72 \times 10^{-8}$ | Germanio | 0,6 |
| | Oro | $2,44 \times 10^{-8}$ | Silicio (puro) | 2300 |
| | Aluminio | $2,75 \times 10^{-8}$ | AISLANTES | |
| | Tungteno | $52,5 \times 10^{-8}$ | Ámbar | 5×10^{14} |
| | Acero | 20×10^{-8} | Vidrio | $10^{10} - 10^{14}$ |
| | Plomo | 22×10^{-8} | Lucita | $> \times 10^{13}$ |
| Aleaciones | Mercurio | 95×10^{-8} | Mica | $10^{11} - 10^{15}$ |
| | Manganina | 44×10^{-8} | Cuarzo (Fundido) | 75×10^{16} |
| | Constantán | 49×10^{-8} | Azufre | 10^{15} |
| | Nikelcromio | 100×10^{-8} | Teflón | $> \times 10^{13}$ |
| | | | Madera | $10^8 - 10^{11}$ |

(Callister, 1994).

2.4.1 Conductividad eléctrica:

Los materiales conductores permiten transmitir la electricidad de un punto a otro por la baja resistencia que presenta a esta acción, “un objeto hecho de un material conductor permitirá que se transfiera una carga a través de toda la superficie del objeto” (Espada, 2016, 22 de Julio).

Los materiales tienen un carácter eléctrico, el mismo está especificado mediante conductividad eléctrica

Formula 4: " $\sigma = \frac{1}{\rho}$ " (Callister, 1996, p. 612)

2.5 Conexión a tierra

La puesta a tierra es un sistema que permite el paso de electricidad desde el circuito eléctrico hasta una toma de tierra a través de conductores de electricidad y permite que en las partes metálicas de la instalación no se produzca diferencia de potencial que sean peligrosas, este sistema también ayuda a que las corrientes de fuga que pertenecen a los receptores electrónicos como las corriente que producen la atmósfera pasen a tierra. (Maila, 2017)

La sección mínima requerida debe guardar relación con la sección del conductor mayor de la acometida en la siguiente tabla:

Tabla 2.

Table 250.66 Grounding Electrode Conductor for Alternating-Current Systems.

| Size of Largest Ungrounded Service-Entrance Conductor or Equivalent Area for Parallel Conductors (AWG/kcmil) | | Size of Grounding Electrode Conductor (AWG/kcmil) | |
|--|----------------------------------|---|----------------------------------|
| Copper | Aluminum or Copper-Clad Aluminum | Copper | Aluminum or Copper-Clad Aluminum |
| 2 or smaller | 1/0 or smaller | 8 | 6 |
| 1 or 1/0 | 2/0 or 3/0 | 6 | 4 |
| 2/0 or 3/0 | 4/0 or 250 | 4 | 2 |
| Over 3/0 through 350 | Over 250 through 500 | 2 | 1/0 |
| Over 350 through 600 | Over 500 through 900 | 1/0 | 3/0 |
| Over 600 through 1100 | Over 900 through 1750 | 2/0 | 4/0 |
| Over 1100 | Over 1750 | 3/0 | 250 |

Fuente: 250-66 del NEC.

En un inmueble de interés social o viviendas suburbanas, la sección mínima deberá ser como indica el NATSIM para conductor de puesta a tierra será No. 10 AWG de cobre.

2.6 Riesgo en sitios inflamables:

El parámetro que determina la peligrosidad de una chispa es la cantidad de energía liberada cuando esta tiene lugar, que se manifiesta en forma de radiaciones ópticas, ionización y calor; este último factor es generalmente el desencadenante de la combustión: cuando las chispas se producen en una atmósfera inflamable de gases y/o vapores, es relativamente fácil que se inicie el incendio, porque la energía liberada suele ser superior a la energía mínima de inflamación (EMI) o energía de activación (eA) de la mezcla gas/vapor + aire. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015, p. 12)

2.7 Medidas de Prevención

Lo ideal es que se pueda eliminar toda posibilidad de que se genere electricidad estática en las edificaciones, pero en ciertos casos puede ser imposible por lo que es necesario disipar el exceso de carga electrostática antes de que llegue a alcanzar un nivel de peligro en la que pueda generar una descarga violenta, esta descarga si se genera en un lugar donde exista presencia de sustancias inflamables podría causar una explosión como se había mencionado con anterioridad.

Se debe tener en consideración algunas medidas preventivas para minimizar la generación de energía estática y evitar sus riesgos.

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2015), en Riesgos debido a la electricidad estática, indica que para controlar la ignición se debe tener en cuentas las siguientes medidas:

- ✓ Tener un buen sistema de puesta a tierra.
- ✓ Realizar una unión equipotencial.

- ✓ Llevar un control de la humedad del ambiente mediante humidificadores.
- ✓ Aumentar la conductividad del aire implementando equipos de ionización del aire en lugares estratégicos de trabajos.
- ✓ Uso de ropa adecuada confeccionada con tejidos antiestáticos, de igual forma el calzado de preferencia con suela de cuero, y evitar el uso de ropa confeccionada con material sintético.
- ✓ Controlar la velocidad de todo proceso que se realice de forma que se evite el exceso de fricción, disipando la generación de cargas electrostáticas.
- ✓ Todo elemento inmobiliario o elementos de oficina tienen que estar elaborados con materiales antiestáticos.
- ✓ Instalar suelos con propiedades conductivas que permitan disipar la energía estática.
- ✓ Todo equipo de trabajo que esté sometido a fricción debe contar con un tratamiento antiestático.
- ✓ Uso de productos antiestáticos los cuales vienen en presentación de aerosol que permite eliminar la estática de las prendas de vestir y ciertos equipos que son propensos a la atracción del polvo por el efecto electromagnético.

De igual manera en los lugares de trabajo es importante contemplar las siguientes medidas:

- ✓ Brindar charlas que permitan capacitar a los trabajadores sobre el tema.
- ✓ Dar claras instrucciones de trabajo para evitar que se produzcan accidentes.
- ✓ Todas las condiciones de trabajo deben estar bajo control.
- ✓ Implementar la respectiva señalización en las diferentes áreas de trabajo.

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Lipoatrofia Semi-Circular

Uno de los principales puntos a tener en cuenta es que “el cuerpo humano no es buen conductor como los materiales que se utilizan habitualmente en los sistemas de conducción eléctrica, pero al tener una alta proporción de agua con sales disueltas, se considera que conduce relativamente bien la corriente eléctrica.” (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015, p. 19)

En España la Dra. Gloria Cruceta en una conferencia acerca de la Lipoatrofia Semicircular relacionada con los Edificios realizada en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Barcelona. El 30-octubre-07 explicó que los casos de Lipoatrofia Semicircular se manifiestan especialmente en edificaciones nuevas que poseen un ambiente seco, esto da a lugar que las cargas eléctricas se almacenen en los objetos. Concluyendo que "La aparición de la LS se combinan los factores: presencia de campos electromagnéticos (cables y ordenadores) y humedad relativa baja en la zona de trabajo." (Dra. Cruceta, 2008)

La liportrofia semi-circular se puede considerar una enfermedad benigna pero que se puede curar, es muy común que se presente en mujeres jóvenes de un promedio de 25 a 30 años, este factor se debe a que la presencia de energía estática en oficinas es muy común, la misma que combinada a otros factores y ciertas actividades suelen influir esta enfermedad, ya que no existen estudios científicos o clínicos que brinden una conclusión definitiva , lo que no permite determinar un nivel de voltaje exacto para medir la cantidad de energía estática que se requiere para que esta influya directamente en el desarrollo de esta enfermedad.

Algunos de los factores que se han podido identificar son:

- La presión continúa de la zona afectada contra los escritorios u otros elementos de oficinas.
- Presencia de mobiliarios de elaborados de materiales sintéticos los mismos que pueden generar energía estática.
- Se asocia con edificios herméticos, por lo que no existe ventilación natural por medio de ventanas.
- Por la presencia de gran número de equipos electrónicos como fotocopiadoras, computadoras, impresoras etc.
- Por la presencia de estructuras metálicas como pueden ser mesas donde incluyen cableados integrados.

Esta información es muy importante ya que se han realizado estudios mencionados en su página oficial SEGLA, indicando que "el umbral de sensibilidad del cuerpo humano oscila entre los 2.500 y 3.000 Voltios (2.5KV y 3 KV)". (Dra. Cruceta, 2008)

Uno de los problemas adicionales es la concentración de energía estática en lugares donde pueda existir presencia de gases como lo son los patios de comidas en los centros comerciales.

MARCO LEGAL.

1. Especificación estándar para estereras aislantes de goma ASTM D 178-01

(Standard Specification for Rubber Insulating Matting).

Todos los materiales aislantes de goma se deben someter a pruebas como indica la Especificación ASTM D 178-01.

La clasificación de voltaje de CA (rms) del equipo de protección designa el voltaje de diseño nominal máximo del energizado sistema que puede ser trabajado con seguridad. El voltaje de diseño nominal es igual a:

- a. La fase a fase en circuitos multifásicos ó
- b. La tensión de fase a tierra en circuitos monofásicos conectados a tierra.

Tabla 3
Proof Test/Use Voltage Relationship

| Class of | Nominal Maximum | AC Proof-Test | DC Proof-Test |
|------------|-----------------|---------------|---------------|
| Insulating | Use Voltage A | Voltage, | Voltage, |
| Matting | Phase-Phase | rms V | avg, V |
| | ac rms, max | | |
| 0 | 1000 | 5000 | 20000 |
| 1 | 7500 | 10000 | 40000 |
| 2 | 17000 | 20000 | 50000 |
| 3 | 26500 | 30000 | 60000 |
| 4 | 36000 | 40000 | 70000 |

A excepción de los equipos de Clase O, el voltaje máximo de uso se basa en la siguiente fórmula:
Tensión de uso máxima (tensión de diseño nominal máxima) 0,95 prueba de CA a prueba voltaje - 2000

Este método de prueba no pretende ser un criterio de riesgo de incendio. El peligro de incendio creado por los materiales depende de la forma y el uso final del material. La evaluación del peligro de incendio incluye, entre otros factores, la facilidad de ignición, la velocidad de combustión, la propagación de la llama, la contribución del combustible, la intensidad de la

combustión y los productos de la combustión. En nuestro desarrollo lo importante es la clasificación de voltaje de diseño nominal máximo del energizado sistema que puede ser trabajado con seguridad del equipo de protección.

2. Método de prueba estándar para la resistencia eléctrica de pisos resilientes conductivos y disipativos estáticos ASTM-F150-98 (Standard Test Method for Electrical Resistance of Conductive and Static Dissipative Resilient Flooring).

Esta norma emitida por la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM) describe los procedimientos para clasificar cubiertas de suelo elásticas en forma de baldosas u hojas pisos con respecto a su comportamiento electrostático. Las cubiertas del piso se dividen en los siguientes grupos:

- Pisos conductivos

$$2.5 \times 10^4 \Omega < RE < 10^6 \Omega$$

- Pisos disipadores de estática

$$1,0 \times 10^6 \Omega < RE < 1 \times 10^9$$

La medición se lleva a cabo con una sonda que pesa 2,27 kg (5 libras) con un diámetro de 6,35 cm (2,5 pulgadas). Los valores individuales pueden estar más allá de este rango siempre que como los valores medios cumplen los requisitos.

Los pisos disipadores conductivos y estáticos (pisos de control estático) sirven como un medio conveniente de conectar eléctricamente personas y objetos para evitar la acumulación de cargas electrostáticas.

Un piso de control estático se especifica sobre la base de valores de resistencia controlados. La superficie del piso proporciona un camino de conductividad eléctrica moderada entre todas

las personas y el equipo que hace contacto con el piso para evitar la acumulación de cargas electrostáticas peligrosas.

El calzado de control estático deberá usarse junto con el piso para que el piso funcione de manera efectiva con el personal.

La resistencia de algunos materiales del piso cambia con la edad.

Los pisos de dichos materiales deben tener una resistencia inicial lo suficientemente baja o lo suficientemente alta para permitir el aumento o disminución de la resistencia con la edad sin exceder los límites prescritos en las especificaciones del producto.

3. Métodos de prueba estándar para aplicaciones específicas - Resistencia eléctrica de pisos y pisos instalados DIN IEC 61340-4-1 (VDE 0300 part 4-1) (Standard test methods for specific applications - Electrical resistance of floor coverings and installed floors.)

Esta norma estipula las técnicas de prueba para determinar la resistencia eléctrica en todos los tipos de cubiertas de pisos y pisos tendidos. Hasta 2002, los pisos clasificados estándar en tres áreas:

- Pisos eléctricamente conductores (ECF)

$$RE < 1 \times 10^6 \Omega$$

- Suelos disipativos (DIF)

$$1 \times 10^6 \Omega < RE < 1 \times 10^9 \Omega$$

- Pisos de Astatic (ASF)

$$\text{Carga} < 2 \text{ kV}$$

La medición se lleva a cabo con una sonda que pesa 5 kg con un diámetro de 5 cm.

La última versión de este estándar no clasifica los tipos de pisos; solo el real describe la técnica de prueba, la sonda debe pesar 2,5 kg y tener una superficie de contacto de 65 mm de diámetro en superficies duras e inflexibles.

4. Norma IEC- 61340. (Métodos de prueba estándar para aplicaciones específicas - Resistencia eléctrica de pisos y pisos terminados).

- a) “Las pruebas en suelos terminados bajo condiciones ambientales no controladas pueden ser utilizado para determinar una instalación correcta o como parte de un sistema de verificación en progreso”.
- b) “Especifica los métodos de prueba para la determinación de resistencia eléctrica de todos los tipos de pisos y revestimientos de pisos terminados con resistencia a la tierra, resistencia punto a punto y resistencia vertical entre $10^4 \Omega$ y $10^{13} \Omega$.”
- c) “Evaluaciones de laboratorio llevadas a cabo en condiciones ambientales controlado puede utilizarse para fines de clasificación o control de calidad.”

5. Norma Técnica Ecuatoriana como la IEC 60228 (conductores de cables aislados, 2004)

Esta Norma Nacional especifica las áreas de sección transversal nominales, en el rango de 0,5 mm² a 2500 mm², para los conductores de los cables y cordones eléctricos de potencia de un amplio rango de tipos. También se incluyen los requisitos para los números y calibres de cables y los valores de resistencias. Estos conductores incluyen conductores con cobre sólido y cableado, aluminio y aleación de aluminio para cables para instalaciones fijas y conductores de cobre para conductores flexibles. Esta norma no aplica a conductores destinados a telecomunicaciones.

La aplicación de esta norma a un tipo particular de cable se indica en la norma aplicable a ese tipo de cable.

A menos que se indique lo contrario en el capítulo correspondiente, esta norma se aplica a los conductores en cables terminados y no en un conductor fabricado o previsto para la inclusión en un cable.

6. (NATSIM, 2012) Normas de acometidas, cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad.

Estas normas y disposiciones se aplicarán a todos los elementos y dispositivos de conducción, transformación, medición, control, cuartos de transformación y demás elementos de los circuitos que transportan la energía eléctrica desde las redes del distribuidor.

Las normas son de uso general y obligatorio. En caso de presentarse situaciones no contenidas o no contempladas en estas, serán sometidas a consideración del distribuidor.

El distribuidor no estará obligado a suministrar servicio de energía eléctrica cuando se incumplan las disposiciones de las presentes normas.

Las Normas de Acometidas, Cuartos de Transformación y Sistemas de Medición para el Suministro de Electricidad (NATSIM) fueron elaboradas para el cumplimiento a lo establecido en el Art. 18 del Reglamento de Suministro de Electricidad.

Las normas contenidas en el NATSIM son de aplicación obligatoria en el área de concesión del Distribuidor de suministro de electricidad y deberán cumplirse en todas las instalaciones nuevas, ampliaciones y/o modificaciones de las instalaciones existentes.

7. Norma reglas generales para la ejecución de revestimientos con baldosas cerámicas por adherencia UNE-138002 editada por la Asociación Española de Normalización.

Esta norma define la calidad de los revestimientos con baldosas cerámicas y tiene por objeto establecer las reglas generales y procesos asociados para el diseño, selección de materiales, preparación, instalación, entrega y mantenimiento de uso de los sistemas cerámicos que se deben

contemplar para garantizar su calidad y durabilidad, así como sus presentaciones técnicas y estéticas.

El ámbito de aplicación de esta norma se establece con carácter general para todo tipo de revestimiento realizado con baldosas cerámicas (en todas sus variantes), instalado por adherencia directa mediante materiales de agarre y sobre todo tipo de soportes apropiados para recibir dichos revestimientos.

MARCO CONCEPTUAL.

Átomo.- Se conoce como la más pequeña unidad de partículas que existe siendo sustancia simple. En griego su término significa “no divisible”.

Aislantes.- Son materiales que presentan gran resistencia a que las cargas que lo forman se desplacen y los conductores tienen cargas libres que pueden moverse con facilidad.

Acumulación estática.- Dado que cualquier material puede producir cargas electrostáticas, también puede acumularlas; sin embargo, esta acumulación será significativa cuando permanezca en el tiempo.

Ambientes controlados.- Un ambiente controlado es un área que cuenta con rigurosos estándares de limpieza y controlando factores importantes como la climatización, la humedad del ambiente, y procesos de filtración para mejorar la calidad del aire.

Ambientes No controlados.- Los ambientes no controlados no cuentan con rigurosos estándares de construcción que se requieren en los ambientes controlados, y se puede considerar estos como un centro comercial, oficinas, industrias, residencias, etc. Un ambiente no controlado está propenso a sufrir problemas de estática.

Carga o Carga eléctrica.- Es una propiedad que se produce cuando se relacionan sus partículas subatómicas unas con otras mediante una interacción electromagnética que se produce con las cargas positivas y negativas de la partícula.

Conductividad eléctrica.- Es propiedad física que disponen aquellos objetos capaces de transmitir la electricidad.

Conexión a tierra.- La puesta a tierra es un sistema que permite el paso de electricidad desde el circuito eléctrico hasta una toma de tierra a través de conductores de electricidad y permite que

en las partes metálicas de la instalación no se produzca diferencias de potencial que sean peligrosas.

Disipación eléctrica.- Una vez que unos pocos electrones comienzan a moverse a través de ese hueco de aire, el aire se calienta y se hace más conductor, de modo que cada vez será más fácil que más electrones salten el aire y se haga virtualmente conductor, produciendo en ese momento una chispa por un intercambio de energía.

Emporado.- La acción de colocar porcelana en polvo con diferentes colores para el sellado de azulejos y todo tipo de cerámicos, siempre y cuando sean juntas de hasta 3mm de profundidad.

Electricidad estática.- Es el exceso de carga eléctrica ya sea positiva o negativa, acumulada en un aislante o conductor.

Electrón.- Es una partícula elemental que constituye uno de los componentes fundamentales del átomo y se encuentra cargada negativamente.

Electrostática.- Es la rama de la física que se encarga de estudiar las interacciones entre cuerpos en reposo que se encuentran cargados eléctricamente.

Efecto triboeléctrico.- Es un tipo de electrificación causado por el contacto con otro material (por ejemplo, el frotamiento directo). La polaridad y la magnitud de las cargas producidas se diferencian según los materiales, la aspereza superficial, la temperatura, la tensión, y otras características.

Humidificación del ambiente.- Se define como la regularización de la humedad relativa del ambiente con el fin de disminuir el riesgo de presencia de cargas electrostáticas.

Ionización.- Ionización es un concepto que se utiliza en el ámbito de la química para nombrar al proceso y hace referencia a la disociación una molécula en diferentes iones o a la transformación de una molécula o de un átomo en un ion.

Lipoatrofia semicircular.- Es una enfermedad cutánea sin causa conocida. Se trata de una condición médica de baja ocurrencia, caracterizada clínicamente por una depresión en una zona corporal, que comúnmente se observa en la cara anterior lateral de los muslos.

Materiales conductores.- Los materiales conductores permiten transmitir la electricidad de un punto a otro por la baja resistencia que presenta a esta acción.

Materiales aislantes.- A diferencia de los materiales conductores, los aislantes no permiten el paso de los electrones entre átomos y de igual manera entre moléculas debido a la resistencia que presentan estos materiales ante este efecto.

NATSIM.- Normas de Acometidas, Cuartos de Transformadores y Sistemas de Medición para el Suministro de Electricidad

Polvo Conductor.- Se denomina a la partícula de cualquier material, cuya resistividad eléctrica sea igual o inferior a $100 \Omega \cdot m$. Si esta resistividad eléctrica llega a alcanzar niveles superiores a $100 \Omega \cdot m$, se lo conoce como polvo no conductor.

Protón.- Se conoce como partícula subatómica estas se encuentran con carga eléctrica positiva que están dentro de los átomos en su núcleo atómico.

Resistencia eléctrica de un material.- Resistencia eléctrica es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado, atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones.

Resistividad.- Resistencia proporcional de un material conductor según su longitud y anchura.

Tensión eléctrica o diferencia de potencial.- También se la conoce como voltaje y es una magnitud física que se encarga de cuantificar la diferencia de potencial eléctrico que existe entre 2 puntos.

Unión equipotencial.- Sistema que permite conectar eléctricamente todas las partes metálicas expuestas de tal manera que se forme una trayectoria conductora, así asegurando la continuidad eléctrica y en caso de que se imponga alguna corriente, esta pueda ser conducida de manera segura.

Pisos Aislantes.- Estos pisos son muy resistentes al alto tráfico de personas o maquinarias móviles sin afectar las propiedades aislantes del piso los cuales son antiderrapantes previniendo así posibles resbalones.

Pisos Anti-estáticos.- Son pisos cuyas características físicas trabajan en la relación de la fricción de uso sin que estos provoquen una generación de energía estática, por lo general son a base de neopreno que de cierta forma disminuyen o no permite la formación de energía estática en su superficie, estos tipos de pisos no tienen una conexión a tierra directa.

Cuando poseen una conexión directa a tierra, que de acuerdo a la resistencia de conducción eléctrica se pueden clasificar en dos tipos:

Pisos conductivos (ECF) (Electro Static Discharge).- Son cuyo material de pavimento tiene una resistencia de un rango entre $2,5 \times 10^4$ y 1.0×10^6 ohmios (Ω). Y cuentan con una conexión a tierra para la descarga.

Pisos disipativos (ESD) (Electrically Conductive Flooring).- Son pisos cuyo material de pavimento tiene una resistencia de un rango entre 1×10^6 y 1×10^9 ohmios (Ω).

CAPITULO # III

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Este proceso de investigación requiere de implantar los criterios metodológicos con los cuales se realizará, y por lo que se van a determinar la confiabilidad y validez de la recolección de la información durante la elaboración de un proceso constructivo para reducir las descargas eléctricas ante el problema de presencia de energía estática en construcciones civiles de edificaciones.

3.2. FUNDAMENTACIÓN DEL TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

Los estudios exploratorios sirven para familiarizarnos con fenómenos realmente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto a un contexto más particular, investigar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias o sugerir afirmaciones o postulados. (Díaz, 2009, p. 180)

Los estudios descriptivos pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren; en esta clase de estudios el investigador debe ser capaz de definir, o al menos visualizar, qué se medirá (conceptos, variables, componentes) y sobre qué o quienes se recolectaron los datos. (Heredia, s.f)

Las investigaciones explicativas tienen una mejor estructura, indicando sus propósitos, haciendo referencia con un mejor entendimiento.

La naturaleza de nuestra investigación aplicada es en el campo de la ingeniería civil y es de carácter descriptivo y experimental, se ha dividido en 2 etapas que son:

DESCRIPTIVA: Se analizará el comportamiento del voltaje en las personas que se encuentran dentro de la oficina principal del edificio múltiple 2 de CNEL EP UN GYE, con el fin

de ver el comportamiento de la energía estática en relación a la característica física y el tipo de vestimenta que utiliza el personal que labora en su interior.

EXPERIMENTAL: Se analizará los materiales de los perfiles disponibles en el mercado que permita escoger el más óptimo para resolver nuestro problema, estos materiales se deben ajustar a parámetros económicos, durabilidad, funcional y estético.

3.3. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La combinación entre los enfoques cuantitativos y cualitativos se puede dar en varios niveles. La mezcla puede ir desde cualificar datos cuantitativos o cuantificar datos cualitativos hasta incorporar ambos enfoques en un mismo estudio. De acuerdo con Greene y Caracelli. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006)

El enfoque de la investigación es de categoría mixta, se tiene una parte cuantitativa que está direccionada a las características del cuerpo humano como edad, peso y altura en relación con el voltaje almacenado. Por otra parte, se tiene la cualitativa, enfocada al tipo de vestimenta requerida por la institución (uniforme) que ajusta a la característica del material en la ropa y calzado, se sabe que un cuerpo cargado electrostáticamente tiene una oscilación de 2.500 y 3.000 Voltios, por lo que se quiere comprobar en qué rangos se encuentran y cuantificar la tendencia. La investigación de campo estará sujeta a las siguientes variables:

- ✓ Diferencia de Potencial (Voltaje)
 - ✓ Temperatura Ambiente
 - ✓ Temperatura Interior de las oficinas
 - ✓ Humedad relativa en el interior de las oficinas
- Datos cuantitativos que han sido obtenidos en caso de que exista una relación directa al estado físico de los participantes:

- ✓ Talla
- ✓ Peso
- ✓ Edad
- Datos cualitativos que han sido obtenidos en caso de que exista una relación directa al estado físico de los participantes:
 - ✓ Material de Ropa
 - ✓ Calzado
 - ✓ Tipo de Sensación
 - ✓ Conocimiento
- Pruebas eléctricas EXPERIMENTALES serán realizadas con equipos de medición y con certificación de calibración:
 - ✓ Resistencia de Conducción
 - ✓ Resistencia de Aislamiento
 - ✓ Conductividad del perfil metálico

3.4. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Observación:

La observación es una técnica fundamental para el método científico.

“Observar supone una conducta deliberada del observador, cuyos objetivos van en la línea de recoger datos en base a los cuales poder formular o verificar hipótesis” (Fernández Ballesteros, 1992, p. 135)

Se procederá a realizar un recorrido por las instalaciones de la CNEL EP UN GYE, con el fin de observar detalles que permitan escoger el lugar ideal para realizar las pruebas técnicas, se

tomará como guía el informe del historial de accidentes otorgado por el Dpto. de Seguridad Industrial de la compañía.

Encuesta:

La encuesta es una técnica de recolección de datos, es decir una forma concreta, particular y práctica de un procedimiento de investigación. Se enmarca en los diseños no experimentales de investigación empírica propios de la estrategia cuantitativa, ya que permite estructurar y cuantificar los datos encontrados y generalizar los resultados a toda la población estudiada.

(Kuznik, Hurtado & Espinal, 2010, p.317)

Se realizarán fichas con las preguntas establecidas y serán entregados al transeúnte o al personal administrativo que acepte participar en el programa de investigación, previo a una presentación de una credencial que se lo identifique como estudiante de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte.

Técnica de Recolección de Datos (Se realizará en 3 etapas):

Tabla 4

Etapas de recolección de datos.

| ETAPA: | VARIABLES | TIPO |
|----------------------|---|--------------|
| 1)AMBIENTE | Temperatura Ambiente | Cuantitativa |
| | Temperatura Interior | Cuantitativa |
| | Humedad Relativa | Cuantitativa |
| 2)ENCUESTA | Altura | Cuantitativa |
| | Edad | Cuantitativa |
| | Peso | Cuantitativa |
| | Material de Ropa | Cualitativa |
| | Calzado | Cualitativa |
| | Pregunta 1: ¿Ha sufrido una descarga electrostática? | Cuantitativa |
| | Pregunta 2: ¿Sabe usted si la energía electrostática es perjudicial para la salud? | Cuantitativa |
| 3)PRUEBAS ELÉCTRICAS | Resistencia de Conducción | Experimental |
| | Resistencia de Aislamiento | Experimental |
| | Conductividad del Perfil Metálico | Experimental |

Los datos serán obtenidos durante los días laborables de la semana, debido a que la probabilidad de acumulación de personas es más alta en el interior del edificio por el horario establecido por la empresa, además serán realizados durante la tarde ya que las personas que laboran en campo retornan al interior de las oficinas después de su ruta.

Pruebas eléctricas:

Con el objetivo de cumplir con la norma de resistencia eléctrica de pisos y pisos terminados del punto (3.) del marco legal, se toma como referencia el apartado (b.).

Y en base al apartado (c.), lo que se quiere es clasificar el piso común por instalación de placas de cerámica, tener un criterio de su resistencia óhmica y su tipo.

Debido a que no se cuenta una autorización para romper el piso, además no se permite instalar una puesta a tierra de la oficina del edificio múltiple 2 de CNEL EP UN GYE, se optará por construir una maqueta y simular la instalación a tierra, para medir el nivel de resistencia.

Las pruebas serán realizadas bajo la supervisión del Ing. Eléctrico Carlos Gavilánez Ramos, Gerente General de la compañía MACRONIVEL S.A. dedicada a pruebas, análisis de resultados en media y alta tensión.

Plan de análisis de datos:

Una vez realizada la recopilación de los datos a través la medición del ambiente, encuesta y pruebas eléctricas, el siguiente paso será realizar el análisis individual de las variables. Este análisis permitirá de una manera sencilla visualizar la descripción del comportamiento con los resultados de los datos, y optar por un proceso constructivo adecuado aplicando algunas técnicas y métodos.

• Dentro de este análisis individual utilizaremos los siguientes métodos gráficos:

- ✓ Diagrama de curvas

- **Y los siguientes métodos analíticos:**

- ✓ Medidas de tendencia central: media, mediana y moda.
- ✓ Medidas de dispersión: varianza, desviación estándar y rango (máximo y mínimo)
- ✓ Cálculo de resistencia a la tierra.
- ✓ Cálculo de resistencia punto a punto.
 - Perfil a perfil
 - Perfil-conductor
 - Conductor-conductor

3.5. DATOS DE POBLACIÓN Y MUESTRA

La obtención de datos de las variables está establecida mediante una población calculada de un universo de 808 personas que laboran en la Planta Norte, debido a que es una planta que presenta el problema latente en el interior de sus oficinas, en especial la principal del edificio múltiple 2 detalladas de la siguiente manera:

- 254 personas permanentes (Administrativas)
- 554 personas ambulatorias (de Campo, Contratistas, Público en general).

$$n = \frac{N\sigma^2 Z\alpha^2}{e^2(N-1) + \sigma^2 Z\alpha^2}$$

Dónde: n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

σ = Desviación estándar de la población, que generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

$Z\alpha$: Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,64 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,33, para nuestro estudio hemos tomado 1,64.

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que a criterio nuestro hemos tomado 0,06.

$$n = \frac{808 \times (0,5)^2 \times (1,64)^2}{0,06^2(808 - 1) + ((0,5)^2 \times (1,64)^2)}$$

$$n = 151,86$$

Con un nivel de confianza del 95% y un error del 6%, lo que nos da una población de 152 personas.

3.6. FUENTES Y RECURSOS DE LA INVESTIGACIÓN

La fuente que basa nuestra investigación está descrita en el marco referencial de esta investigación. Sin embargo, se decidió utilizar equipos calibrados para corroborar si el desarrollo de nuestra investigación se encuentra dentro de estos parámetros establecidos por dichas fuentes.

EQUIPOS DE PRUEBA UTILIZADOS:

Termómetro, Higrómetro digital con pantalla LCD S-DHT SMART ELECTRIC.

El equipo permite medir temperaturas que se encuentran entre -50°C y 70°C, el cual también nos muestra la humedad y el tiempo de manera simultánea.

Permite colocar la fecha en su función de calendario. Nos da una de la humedad con el 1%RH (Humedad Relativa) con una precisión del + / - 5%RH.



Ilustración 1. Termómetro, Higrómetro Digital con Pantalla LCD S-DHT SMART ELECTRIC.

Medidor de estática Marca: SIMCO FMX-003.

El FMX-003 mide tensiones estáticas de $\pm 22\text{kV}$ (22.000 V). Mostradas simultáneamente en formato numérico y gráfico de barras. Encendido / apagado, ajuste de cero, Ion Balance (IB) y toda la operación es mediante botón. El circuito del FMX-003 ha sido diseñado para realizar mediciones en las zonas mediante la ionización del aire.



Ilustración 2. Medidor de Estática Marca: SIMCO FMX-003.

Comprobador de Resistencia de Aislamiento de 10 kV Megger S1-1054/2

El S1-1054/2 es un comprobador de aislamiento de 10 kV controlado por un microprocesador con una capacidad de medición de hasta 15 TΩ. El dispositivo realiza pruebas automáticas y cuenta con funciones de almacenamiento y recuperación de datos. Las pruebas de índice de polarización y descarga dieléctrica se realizan de modo automático.



Ilustración 3. Comprobador de Resistencia de Aislamiento de 10 kV Megger S1-1054/2.

Sistema multifuncional de pruebas primarias para la puesta en servicio y el mantenimiento de subestaciones CPC-100.

La potente unidad de prueba proporciona hasta 800 A o 2 kV (2 kA o 12 kV con accesorios) con hasta 5 kVA en un rango de frecuencias de 15 Hz a 400 Hz o 400 ACC.

Con la unidad CPC 100, se pueden realizar pruebas eléctricas en varios activos:

Niveles de Conducción, Transformadores de corriente, Transformadores de tensión, Transformadores de potencia, Líneas eléctricas, Cables de alta tensión (AT), Sistemas de puesta a tierra, Máquinas rotativas, Sistemas GIS, Celdas e interruptores de potencia, Instalaciones IEC 61850, Relés de protección.



Ilustración 4. Sistema multifuncional de pruebas primarias para la puesta en servicio y el mantenimiento de subestaciones CPC-100.

3.7. PROCESAMIENTO, PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Ambiente:

Se debe conocer el tipo de ambiente con el que se está trabajando, para saber los parámetros reales de la oficina, colocándose en el espacio exterior e interior de la edificación con el

Termómetro, Higrómetro Digital con Pantalla LCD S-DHT SMART ELECTRIC.

Se escogió 3 días para la medición total de la muestra, debido a que era necesario continuar con un número mayor de días ya que durante la época del año en la ciudad de Guayaquil que se tomó las mediciones no existía una variación considerable. Recordemos que el mes de julio es verano y lo único que se pretendía es demostrar que a pesar de que el Decreto Real 486/1997 de España recomienda humedad relativa inferior al 50%, y nos encontramos en un promedio del 44%.

Para dar inicio cada día de medición con hora fija de 15:00, se tuvo que esperar que el equipo se auto-calibre y empiece a registrar las medidas de humedad y temperatura.

Se escogió este horario ya que el personal retorna del período para almorzar y tiempo suficiente para que las personas de campo retornen a la oficina, para proceder con la encuesta y la medición del voltaje en sus cuerpos, de los cuales se tomaron los siguientes datos:

Tabla 5

Datos de temperatura y humedad del lugar donde se tomaron las pruebas.

| FECHA: | Temperatura Ambiente | Humedad Relativa | Temperatura Interior | Humedad Relativa |
|-------------------------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------|
| lunes, 3 de julio de 2017 | 29,5° | 45% | 25,5° | 45% |
| martes, 4 de julio de 2017 | 29,8° | 45% | 25,7° | 47% |
| miércoles, 5 de julio de 2017 | 30,2° | 42% | 26,3° | 48% |

Voltaje:

Una vez analizado el comportamiento del ambiente y la temperatura, queda analizar el material de la vestimenta y el calzado, en este caso lo favorable es que las personas que van a circular en el interior constan con uniformes exigidos por la compañía y tenemos de dos tipos:

- Uniforme de campo (Jean, Camisa, Botas dieléctricas).



Foto 1. Uniforme compuesto de Jean, Camisa, Botas dieléctricas.

- Uniforme de oficina (Zapatos de suela de cuero y poliéstireno).



Foto 2. Uniforme compuesto de Zapatos de suela de cuero y poliéstireno.

Para llevar a cabo la recolección de datos, se decidió utilizar la encuesta como técnica de investigación con el objetivo de recaudar información (VER ANEXO 1) y de manera simultánea se hizo la medición del voltaje empleando como recurso el *medidor de Estática Marca: SIMCO FMX-003*.

La encuesta se la realiza a una muestra de 152 personas y fue registrada en una ficha plenamente fechada y numerada; además, constaba con la información física de la persona a medir como su talla, peso y edad.

Las fichas con los datos y preguntas fueron entregadas a cada persona para que coloque su información personal como nombre, número de cédula; una vez llena la ficha se procedió a tomar la lectura del voltaje con el medidor de estática y anotado en la parte superior izquierda.



Foto 3. Toma de Datos con el Medidor de Estática (SIMCO FMX-003).

Datos Obtenidos:

Tabla 6

Personas que han sufrido descargas en el interior de las oficinas.

| Rango Edades | Rango | Altura | Rango | Peso | Materiales de Ropa | Calzado | |
|--------------|-------|-----------|-------|-------|--------------------|----------------------|----------------------|
| 0-19 | 1 | 1,50-1,59 | 25 | 0-59 | 6 | Jean-Algodón 9 | Botas dieléctricas 9 |
| 20-29 | 38 | 1,60-1,69 | 28 | 60-69 | 38 | Poliéster-Algodón 79 | Cuero 51 |
| 30-39 | 32 | 1,70-1,79 | 31 | 70-79 | 31 | | Poliuretano 25 |
| 40-49 | 12 | >1,80 | 1 | 80-89 | 6 | | |
| 50-59 | 2 | | | >90 | 4 | | |
| Total | 85 | Total | 85 | Total | 85 | Total | 85 |

Datos de variables de la encuesta tabulada en rango de valores (CNEL EP UN GYE, 2017).

Tabla 7

Personas que no han sufrido descargas en el interior de las oficinas.

| Rango Edades | Rango | Altura | Rango | Peso | Materiales de Ropa | | Calzado | | |
|--------------|-------|-----------|-------|-------|--------------------|-------------------|---------|--------------------|----|
| 0-19 | 0 | 1,50-1,59 | 16 | 0-59 | 4 | Jean-Algodón | 16 | Botas dieléctricas | 11 |
| 20-29 | 27 | 1,60-1,69 | 34 | 60-69 | 28 | Poliéster-Algodón | 51 | Cuero | 39 |
| 30-39 | 25 | 1,70-1,79 | 17 | 70-79 | 32 | | | Poliuretano | 17 |
| 40-49 | 12 | >1,80 | 0 | 80-89 | 3 | | | | |
| 50-59 | 3 | | | >90 | 0 | | | | |
| Total | 67 | Total | 67 | Total | 67 | Total | 67 | Total | 67 |

Datos de variables de la encuesta tabulada en rango de valores (CNEL EP UN GYE, 2017).

Límites máximos y mínimos:

Una vez tabulados los datos, se procedió a calcular la media, la desviación estándar, el límite mínimo y el límite máximo, cuyos valores son los siguientes:

Tabla 8

Datos de media de voltaje.

| Desviación Estándar Muestra | Límite Máximo | Límite Mínimo | Promedio |
|-----------------------------|---------------|---------------|-----------|
| 3,98320695 | -0,8910694 | -8,8574833 | 4,8742763 |

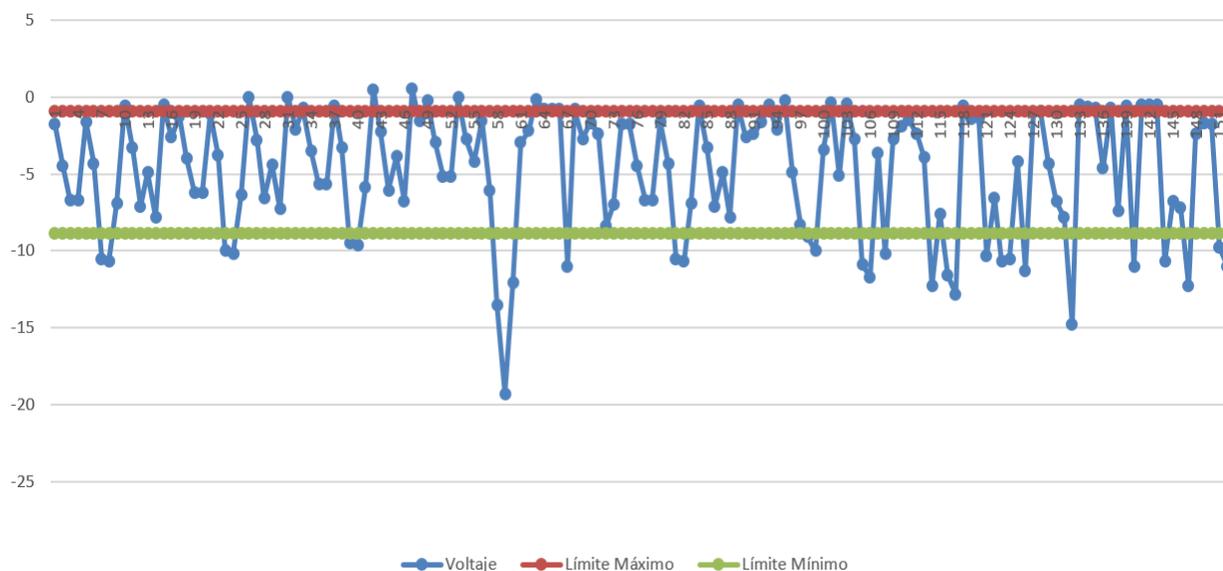


Gráfico 1. Datos de Voltajes obtenidos en medición a encuestados (CNEL EP UN GYE, 2017).

Para explicar el hecho de que valores por debajo del mínimo son niveles altos, es debido a que el equipo registra valores en negativos, es decir voltaje en corriente directa negativa, pero lo importante es su valor en magnitud.



Gráfico 2. Datos de Voltajes con respecto a rangos de edad (CNEL EP UN GYE, 2017).



Gráfico 3. Datos de Voltajes con respecto a rangos de estatura (CNEL EP UN GYE, 2017).

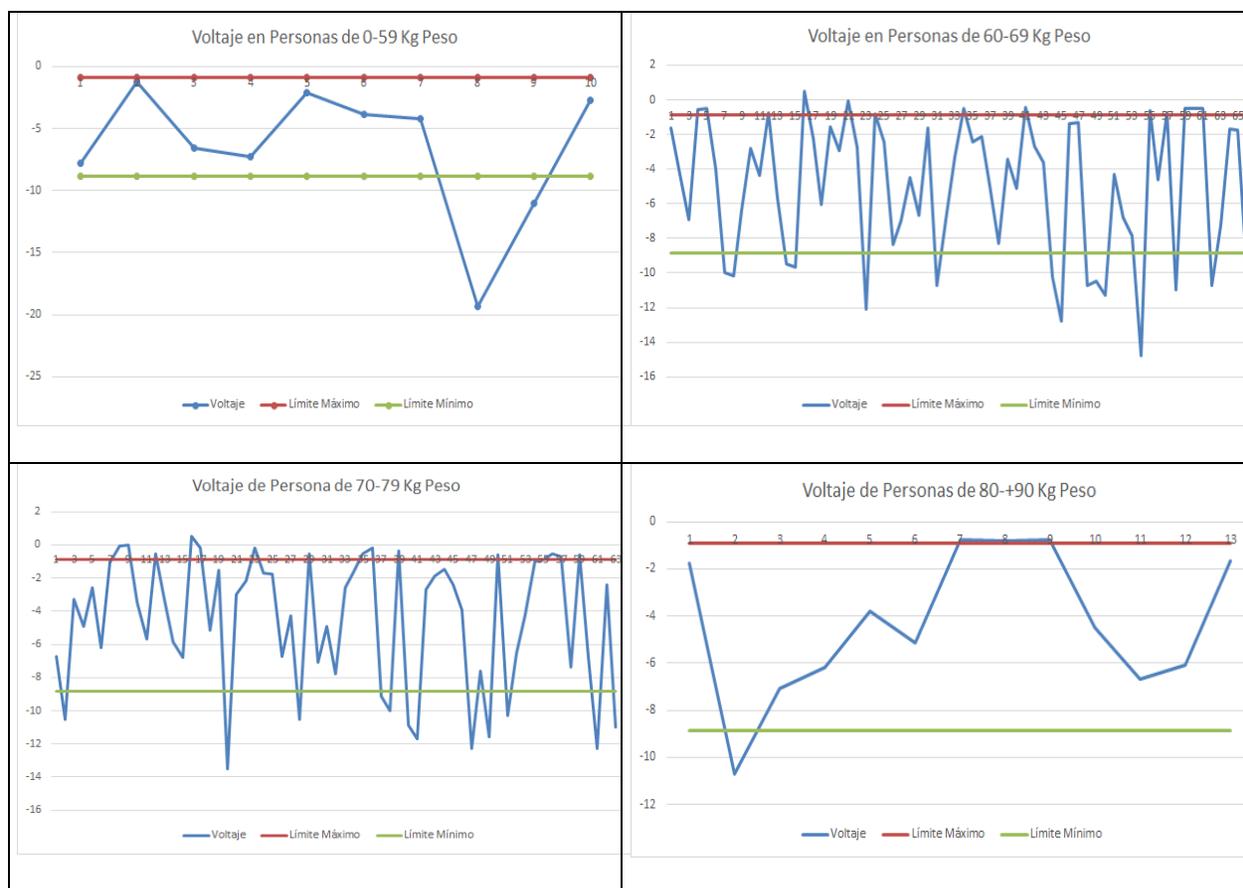


Gráfico 4. Datos de Voltajes con respecto a rangos de peso (CNEL EP UN GYE, 2017).

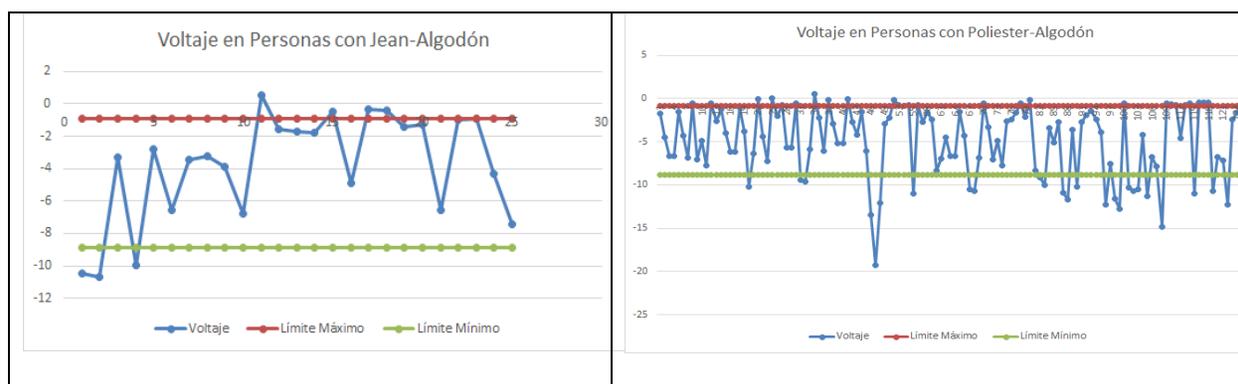


Gráfico 5. Datos de Voltajes con respecto al tipo de vestimenta (CNEL EP UN GYE, 2017).

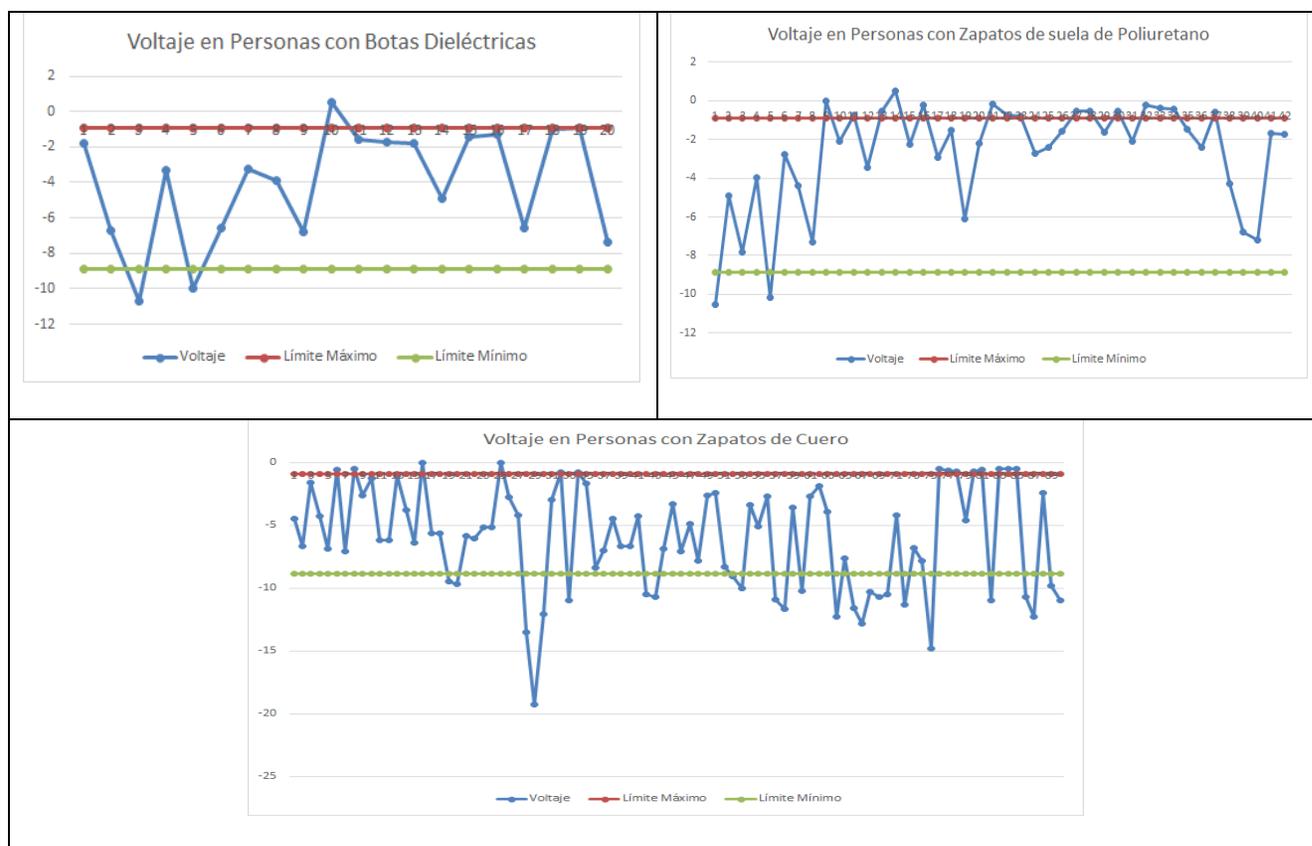


Gráfico 6. Datos de Voltajes con respecto al tipo de calzado (CNEL EP UN GYE, 2017).

Investigación de procesos constructivos existentes en el mercado:

Se hizo una investigación a nivel nacional y se encontró 2 tipos de procesos (Alfombras y pisos BVG), el tema está un poco monopolizado debido a que no se encontraron muchos proveedores de pisos conductivos con técnicas de especialización.

Adicionalmente en el exterior hemos encontrado un proceso a base de pintura epóxica, que ya se está haciendo el estudio de mercado para ser lanzado aquí en el país, mientras tanto, el lugar de más fácil acceso al producto es Colombia y con un costo aproximado de \$800 dólares la caneca.

Los 3 procesos nombrados son los siguientes:

1) **Pintura epóxica.**- consiste en una pintura hecha a base de resinas, con la particularidad de que poseen filamentos microscópicos autonivelantes de grafito que se colocan en posición vertical haciendo de conductor entre el calzado y la puesta a tierra. La desventaja de este tipo de pisos es que su apariencia es básicamente como una pintura esmaltada sobre la capa superior del suelo, con un resultado final no muy vistoso, con mucho brillo y sonido en el desplazamiento sobre su superficie, y con una gama muy pequeña de colores.



Ilustración 5. Pintura epóxica

2) **Alfombras o tapetes disipativos.**- son alfombras hecho de aleaciones a base de polímeros cuyo resultado es que su frotamiento no genera cargas que puedan pasar al ambiente, sin embargo la desventaja de estas alfombras es que sólo son utilizadas en lugares como a la entrada de una puerta o al pie de una fotocopiadora cuándo el ambiente no es controlado.

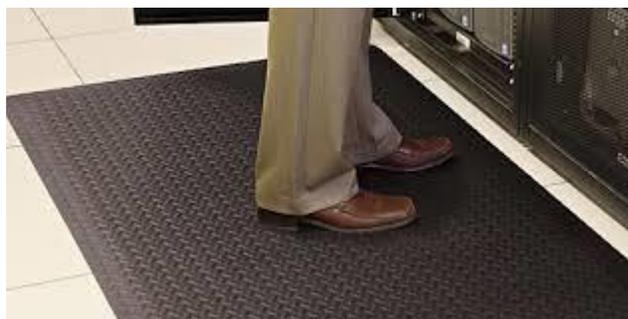


Ilustración 6. Tapete disipativo

3) Pisos BVG.- es la combinación de los sistemas anteriores, son pisos que son a base de polímeros con baja BVG (generación de voltaje corporal) en la que ofrecen es protección exclusiva para equipos electrónicos del edificio, debidamente aterrizados mediante un cableado de conexión.



Ilustración 7. Pisos BVG

Pisos y conexión a tierra:

Nuestra maqueta está fabricada con placas de cerámica, esto ayuda a poder generalizar entre que rangos de resistencia se encuentran y poder tener una idea por similitud si el piso que se tiene dentro de la oficina principal del edificio múltiple 2 de CNEL EP UN GYE, puede ser conductivo, disipativo o aislante.

Como se había indicado con anterioridad en la norma en el apartado (a.) del punto (3.) del marco legal, nos encontramos en un caso de ambiente no controlado.

Por lo tanto, se realizan las siguientes pruebas:

Resistencia a la tierra

Para llevar a cabo con esta prueba se utiliza el equipo Megger S1-1054/2, cuyo objetivo fue inducir un voltaje de 1000 VDC directamente colocado a la baldosa a una distancia de 1 metro desde el punto de electrodo de prueba hasta el punto conectado a tierra como se muestra en la *ilustración 8*.

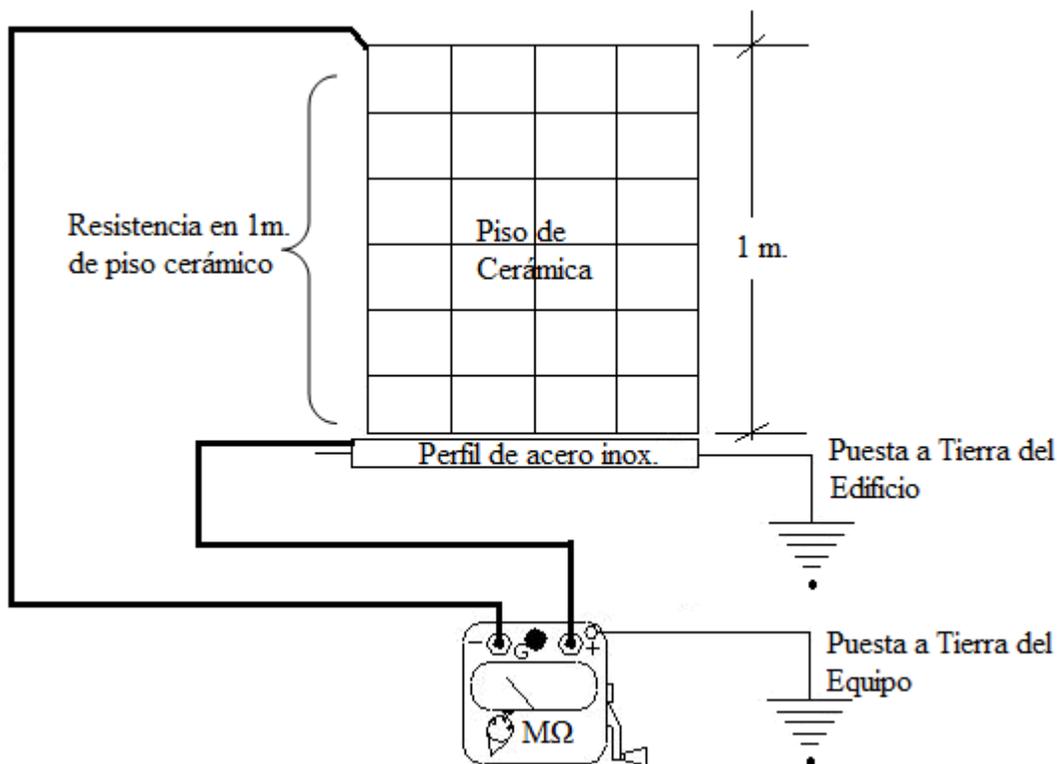


Ilustración 8. Representación esquemática de la prueba de resistencia a la tierra.

Se sobrepasa los 100VDC que indica la norma del punto (2.) del marco legal, con el fin de ver el comportamiento a niveles extremos, sin olvidar que los niveles medidos de estática que provocan efecto triboeléctrico sobrepasan los 30.000 VDC y que los áridos del mortero son minerales por lo que pueden ir disminuyendo los valores de resistencia al momento de la prueba.

Se procedió a conectar el equipo tal y como se muestra en la foto:



Foto 4. Conexión del equipo Megger desde Punto de Baldosa a Puesta a Tierra.

Debido a que nuestro perfil estará conectado a tierra, se decidió dividir la prueba en dos partes:

- 1) Punto a puesta a tierra.
- 2) Punto al perfil conectado a tierra.

Los resultados obtenidos en una medición cada período de tiempo tal como se encuentra en la tabla siguiente:

Tabla 9
Valores de la prueba de resistencia del piso a tierra.

| Tiempo | Punto a Tierra | Punto a Perfil |
|--------|---------------------------|---------------------------|
| 15" | $10 \times 10^6 \Omega$ | $6,14 \times 10^6 \Omega$ |
| 30" | $6,79 \times 10^6 \Omega$ | $7,22 \times 10^6 \Omega$ |
| 45" | $7,7 \times 10^6 \Omega$ | $7,86 \times 10^6 \Omega$ |
| 1´ | $8,5 \times 10^6 \Omega$ | $8,74 \times 10^6 \Omega$ |
| 2´ | $11,6 \times 10^6 \Omega$ | $11,8 \times 10^6 \Omega$ |
| 3´ | $15 \times 10^6 \Omega$ | $14,1 \times 10^6 \Omega$ |
| 4´ | $17,4 \times 10^6 \Omega$ | $15,7 \times 10^6 \Omega$ |
| 5´ | $19,2 \times 10^6 \Omega$ | $17,2 \times 10^6 \Omega$ |
| 6´ | $20,3 \times 10^6 \Omega$ | $18,3 \times 10^6 \Omega$ |
| 7´ | $20,9 \times 10^6 \Omega$ | $19,5 \times 10^6 \Omega$ |
| 8´ | $21,7 \times 10^6 \Omega$ | $20,5 \times 10^6 \Omega$ |
| 9´ | $21,4 \times 10^6 \Omega$ | $21,2 \times 10^6 \Omega$ |
| 10´ | $22,4 \times 10^6 \Omega$ | $21,9 \times 10^6 \Omega$ |

Estos datos fueron obtenidos mediante un equipo Megger S1-1054/2.

3.8. PERFIL DE DESCARGA:

Inicialmente se tenía en mente que las juntas de separación (empore) sean reemplazadas por grafito en polvo, creando así una malla con tan sólo retirarla y colocar la masilla a base de grafito; el detalle fue que no se consiguió ningún aglutinante que no disminuya la propiedad conductiva del polvo.

Se probó con resinas que habitualmente son utilizadas en el campo de la pintura, para aprovechar y ver los colores resultantes de la mezcla, incluso se añadió óxido de titanio puro, pero el resultado final no satisfacía nuestra necesidad, debido a los motivos siguientes:

- No se logró eliminar el color negro intenso del grafito, mientras más gris se tornaba, menos conducción había.
- Debido a la granulometría y la presencia del agua en su superficie, este se desprendía en pequeñas porciones, ensuciando la baldosa.
- El desgaste era muy abrasivo, generaba que las juntas sean profundas y por ende ya no había posibilidades que el calzado logre un buen contacto.

Materiales del mercado:

Se delimitó la gama de materiales posibles, presentes en el mercado, y consideramos aquellos metales de acuerdo a su propiedad de conducción eléctrica, los perfiles que habitualmente se usan para junta de pisos son de 3 tipos:

- Aluminio
- Cobre
- Acero galvanizado

Aluminio.-

Los perfiles de aluminio tienen una amplia variedad de modelos y tamaños, los fabricantes colocan una película de pintura o recubrimiento que no permite que actúe como conductor, salvo se retire la capa de imprimación cuya tarea no es sencilla, se intentó con solventes químicos para retirar pintura como es el caso del diluyente o removedores de pintura sintéticos; se probó también con ácidos a base de agua, cítricos y clorhídricos logrando retirarla pero el acabado final del perfil se corroe o deteriora, quitando el brillo del material.

Cobre.-

Los perfiles para la junta de pisos hechos de cobre son decorativos, pero tienen el inconveniente que son muy finos, el área de contacto con el calzado es pequeña, a pesar de ser un buen conductor éste debería sobresalir el nivel del piso para poder cumplir con la función de canal de descarga, sin contar el temor de las personas al pisarlo por ser asociado directamente a la electricidad.

Acero galvanizado.-

El acero no es el mejor de los conductores, su capa galvanizada sirve como un canal de descarga, pero este tipo de perfil fue descartado debido a que no está diseñado para un tráfico

elevado, la película de recubrimiento se desprende del acero dejando como resultado un perfil en pésimas condiciones y con baja conductividad.

Selección final del material:

Pensando en las dos maneras de disipar la energía estática que son por contacto e inducción, se optó por hacer uso de una combinación con el propósito de aumentar la conductividad y los materiales escogidos son: el acero inoxidable, cobre y grafito en polvo.

Según la Tabla 6. El Acero inoxidable tiene una resistencia de $20 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$, el cobre tiene una de $1.72 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ y el grafito tiene una resistencia de $3.5 \times 10^{-5} \Omega \cdot m$. Aparte de esta propiedad, los materiales fueron escogidos debido a que tienen propiedades tanto físicas como químicas útiles para nuestro propósito de disipación y que son materiales son de fácil acceso.

Propiedades:

- **Acero Inoxidable:**

Este acero ha sido escogido por tener gran resistencia al impacto sin sufrir deformaciones, no se raya con facilidad manteniendo su brillo, si se lo diseña este serviría perfectamente como junta de dilatación y tiene un buen aspecto visual combinando con la decoración del lugar.

- **Cobre:**

Este metal ha sido escogido para ser el alma de conducción del perfil, debido a su maleabilidad en forma de cable, este puede unirse mecánicamente mediante un perno de sujeción directamente al perfil de acero inoxidable.

- **Grafito en Polvo:**

Es un semimetal y debido a esto implica a que tiene una facilidad de donar o adquirir electrones, esta propiedad eléctrica lo hace favorable para la disipación por inducción.

Prueba de resistividad:

Para saber la resistividad de los materiales que en conjunto darán forma a nuestro canal de disipación, se hizo uso de un sistema multifuncional de pruebas CPC-100 con el objetivo de aplicar una tensión al electrodo y medir la corriente resultante que circula a través del perfil metálico que hemos construido. El equipo consta de una fuente generadora y dos medidores, uno de corriente y otro de voltaje; la representación esquemática de la prueba se puede apreciar por la siguiente ilustración:

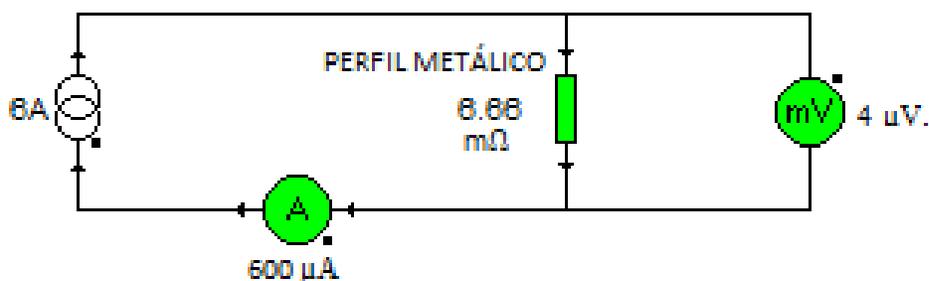


Ilustración 9. Representación esquemática de la prueba conductividad del perfil.

El tipo de alimentación que se escogió fue una fuente de corriente que inducirá 6 Amp. en el electrodo, a su vez se midió los puntos extremos del perfil metálico con un voltímetro y un amperímetro que viene incluido en el equipo, en la pantalla se pudo visualizar directamente el valor de resistencia que tiene nuestro perfil.

Para saber si existía variación en la conductividad se decidió tomar 3 datos correspondientes a los puntos de conexión, debido a que los 3 materiales formaron un solo cuerpo se procedió a medir la resistividad en los extremos del perfil, la segunda consistía en medir la resistividad desde el extremo del perfil hacia el conductor (alma de cobre), y el tercero consistía en la medición entre los extremos del conductor.

Los datos obtenidos del equipo fueron:

Tabla 10

Valores de la prueba de Resistividad.

| EXTREMOS DE PERFIL | | PERFIL-CONDUCTOR | | EXTREMOS DE CONDUCTOR | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Resistencia: | T 1 | Resistencia: | T 1 | Resistencia: | T 1 |
| Fecha/hora: | 27/10/2017 16:24 | Fecha/hora: | 27/10/2017 15:53 | Fecha/hora: | 27/10/2017 15:18 |
| Sobrecarga: | SÍ | Sobrecarga: | SÍ | Sobrecarga: | SÍ |
| Evaluación: | n/a | Evaluación: | n/a | Evaluación: | n/a |
| Rango: | DC 6A | Rango: | DC 6A | Rango: | DC 6A |
| I pru.: | 6,0A | I pru.: | 6,0A | I pru.: | 6,0A |
| R mín: | 0,0000333Ω | R mín: | 0,0000333Ω | R mín: | 0,0000333Ω |
| R máx: | 1,6666667Ω | R máx: | 1,6666667Ω | R máx: | 1,6666667Ω |
| Automático: | SÍ | Automático: | SÍ | Automático: | SÍ |
| V CC | NO | V CC | NO | V CC | NO |
| manual | | manual | | manual | |
| Resultado: | | Resultado: | | Resultado: | |
| I DC: | -0,000600A | I DC: | -0,00055A | I DC: | -0,00055A |
| V DC: | 0,0000004V | V DC: | 0,0000031V | V DC: | -0,000001V |
| R: | 0,00667Ω | R: | 0,00563636Ω | R: | 0,00181818Ω |

Se usos un sistema multifuncional de pruebas CPC-100.

3.9. CONCLUSIONES PRELIMINARES

Ambiente:

Los resultados de las mediciones humedad relativa y temperatura que se encuentran en la Tabla 1 muestran que estos valores son muy frecuentes en cualquier ambiente desarrollado en la ciudad de Guayaquil, el rango de temperatura interior de cualquier oficina de esta ciudad está muy ligado a la regularización del acondicionador de aire; por otro lado, la humedad relativa depende también de la climatización del lugar, es decir, que se puede estar hablando de una generalización basada en condiciones del interior de la oficina de CNEL EP UN GYE con cualquier medio de similares características de ambientes no controlados.

Voltaje:

El *Gráfico 1* revela que, de la muestra de 152 personas, el 19.7% es decir un total de 30 personas se encontraban por debajo del valor mínimo; el 19.7% adicional se encontraba por encima del valor máximo; Y el 60.5% con un total de 92 personas se encontraba entre el valor máximo y mínimo.

Esto quiere decir que el 60.5% tenía una carga entre 891 y 8.857 Voltios en su cuerpo, y que el 19.7% por debajo del mínimo se encontraban con cargas desde 9.100 hasta 19.300 Voltios. Estos valores son considerablemente altos para ser catalogado como electrostáticamente cargado en un ambiente no controlado.

A partir de análisis se procedió a realizar la diagramación de cada una de las variables tomando en cuenta los mismos límites, tanto el mínimo 891 voltios, como el máximo de 8.857 voltios. En todos los diagramas de datos de voltajes indicados desde el *Gráfico 1* hasta el *Grafico 6*, se puede constatar que el patrón de conducta de las variables cuantitativas de edad, estatura, peso y cualitativas en la descripción de la vestimenta y calzado no son factores determinantes para determinar por qué una persona que se encuentra en el mismo ambiente no sufre una descarga y otra sí. Sin embargo, si hay una tendencia o son más propensos a mantener una carga electrostática personas con material de ropa tipo poliéster-algodón, sus zapatos de cuero, y algo que si es definitivo es que su trabajo en las oficinas es de carácter permanente, de manera que la acumulación de energía en el cuerpo es inminente.

La importancia no es demostrar lo obvio, sino erradicar los mitos acerca de que una persona aislada no sufre de descargas electrostáticas. Del 100% que tenían botas dieléctricas, el 80% mantenían una carga entre 1.000 y 9.000 voltios, y así como un 10% superaba los 9.000 voltios.

Por lo tanto, si el calzado del personal es fabricado con un material aislante, no es lo mismo estar protegido ante un choque eléctrico en la que la corriente va a circular a través de nuestros cuerpos y otra muy distinta es que los cuerpos empiecen a acumular energía.

Pisos:

Según los datos obtenidos como se muestra en la Tabla 8, este tipo de pisos se clasifican dentro de la categoría de “Pisos disipativos”, la baldosa presenta un grado de resistencia con exponentes de $1 \times 10^6 \Omega$.

Entonces... ¿Cómo es que en el mercado se venden pisos disipativos en orden de la misma resistencia?, básica y fundamentalmente es por la conexión a tierra.

Un piso se categoriza como conductor o disipativo es debido al nivel de resistencia que posee, pero el encargado de disipar la energía es el medio utilizado para la descarga, es ese canal que va desde la persona cargada hasta el punto a tierra.

Teniendo un buen conductor y un buen sistema de puesta a tierra, se está garantizando una descarga absoluta, sin embargo:

¿De qué sirve tener una buena conexión si la persona no hace contacto con este medio?, es por esta razón que se habla del piso como la mejor opción; la descarga a través del calzado es imperceptible, el transeúnte no percibe que ya está evacuando electrones de su cuerpo a medida que lo ha ido generando con tan sólo de pararse sobre el perfil de descarga.

Aplicando la teoría de resistencia eléctrica de un material, en el caso más desfavorable tenemos que:

En 0.84 metros de perfil hay una resistencia de $6.67 \text{ m} \Omega$., por lo tanto, aplicando la fórmula del punto 1.4. Resistividad eléctrica, se obtiene:

$$\rho = 6.67 \times 10^{-3} \Omega * 0.84 \text{ m} = 5.6 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{m}$$

Y, en cuestión de conductividad se aplica la fórmula del punto 1.4.1. Conductividad eléctrica:

$$\sigma = \frac{1}{5.6 \times 10^{-3} \Omega \cdot m} = 178.48 (\Omega \cdot m)^{-1}$$

Perfil conductor:

Se hace referencia a la norma del punto (4.) del marco legal para los conductores que son a base de cobre puro, sin embargo, en el mercado se puede dar un sin número de aleaciones y esta prueba demuestra que el resultado de nuestro perfil muestra que trabaja como un *semiconductor*, a pesar de que en la teoría el acero inoxidable es un conductor.

Es por eso que la fabricación de este perfil tiene como ancho un total de 2 cm, espacio suficiente para que el calzado logre hacer contacto físico con el material.

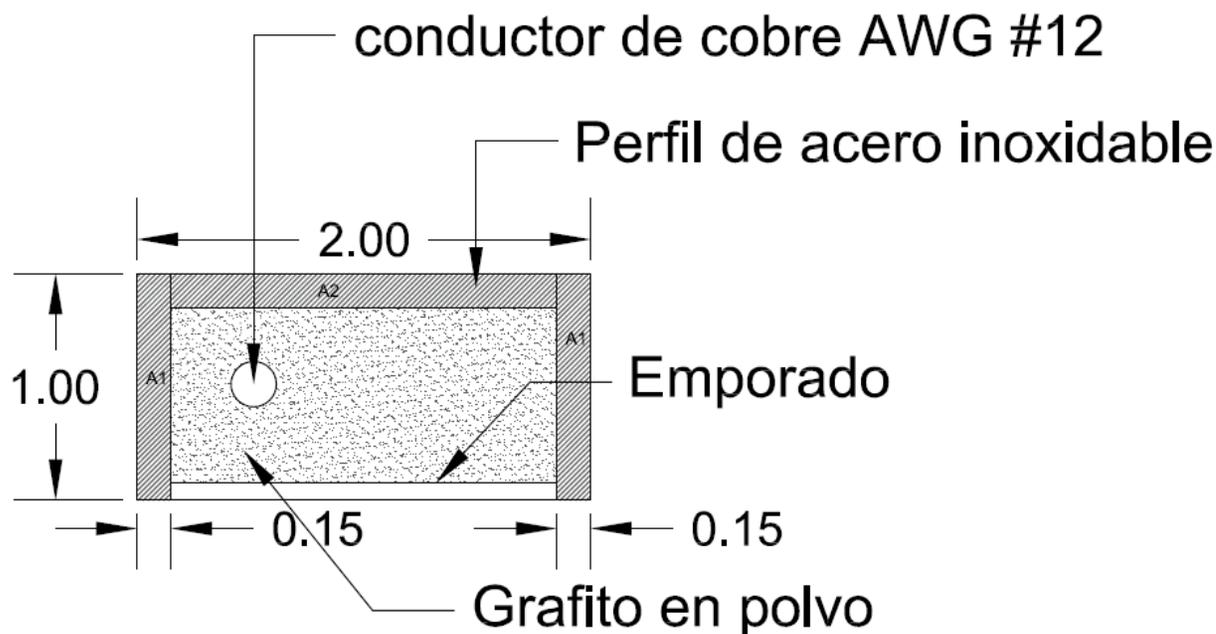


Ilustración 10. Dimensiones del perfil conductor a tierra de acero inoxidable.

La designación de las dimensiones se sometió a cálculo para estimar si está en la capacidad de descargar bajo 30.000 voltios a 10 Amp. y determinar cuál es la distancia máxima de trabajo.

$$\text{Área (A1)} = b \times h = 0.01 \times 0.0015 = 1.5 \times 10^{-5} m^2$$

$$\text{Área } (A2) = b \times h = 0.017 \times 0.0015 = 2.55 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$\text{Área total } (At) = 2A1 + A2 = 2(1.5 \times 10^{-5} \text{ m}^2) + 2.55 \times 10^{-5} \text{ m}^2 = 5.55 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

Aplicando la fórmula 3, tenemos:

$$\rho = \frac{V \cdot A}{I \cdot L} \quad \therefore L = \frac{V \cdot A}{I \cdot \rho}$$

$$L = \frac{V \cdot A}{I \cdot \rho} = \frac{30.000 \cdot 5.55 \times 10^{-5} \text{ m}^2}{10 \cdot 5.6 \times 10^{-3} \text{ } \Omega \cdot \text{m}} = 29.73 \text{ m}$$

Resultado bastante favorable para ser un semiconductor, lo que implica que el perfil puede abarcar una distancia superior a los 25 metros lineales.

Conexión a tierra:

Para que nuestro perfil ejecute su trabajo de conductor es necesario que el constructor deba tomar una decisión con respecto a cómo va a ser la conexión del perfil metálico a tierra y estos pueden tener 3 opciones:

- Laterales. - Se puede optar por hacer la conexión entre perfiles mediante un empalmado lateral y paralelo a las paredes, lo cual formará una malla de interconexión tipo cuadrícula y esta a su vez se direccionará a una sola puesta a tierra que puede situarse en el exterior de la edificación.



Foto 5. Conexión del Perfil Metálico a Tierra Lateral.

- Incrustados. – Cada perfil de manera independiente debe ser aterrizado y que la malla de conexión a tierra se lo realice debajo de la plataforma del contrapiso, enterrando cada varilla por perfil en interconectándolas previamente.



Foto 6. Kit de puesta a tierra de MC- Bauchemie Incrustados en el Contrapiso.

Fuente: <http://www.mc-bauchemie.com/>

- Sistema eléctrico. – Conectar el perfil al sistema a tierra de las instalaciones eléctricas como tomacorrientes polarizados o cajas de paso, que pueden estar instalados a nivel del acabado del piso o con conexión vertical hacia las paredes.



Foto 7. Medición de Continuidad entre el Perfil y la Puesta a Tierra del Sistema Eléctrico.

CAPITULO # IV

PROPUESTA.

SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PISOS AISLANTES UTILIZANDO PERFILES
CONDUCTORES

JUSTIFICACIÓN:

Determinar si un área en construcción va a tener un alto grado de concentración de energía no es posible, pero si se puede adecuar una prevención constructiva en otras palabras construirlo a sabiendas de que necesitamos estar protegidos.

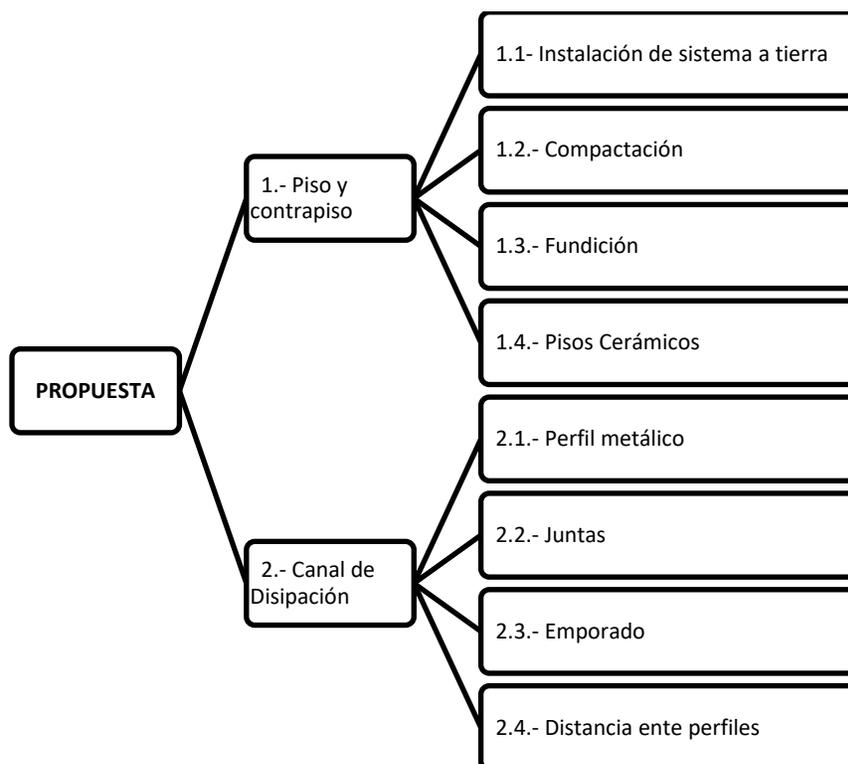
OBJETIVO GENERAL:

Hacer uso de perfiles metálicos de acero inoxidable con alma de cobre y grafito en polvo colocados en pisos aislantes para disipar energía electrostática de manera preventiva en construcciones nuevas o correctivas en construcciones ya realizadas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Evitar el reemplazo total del tipo de piso existente.
- No limitar al propietario al uso de pisos conductivos.
- Crear un ambiente preventivo para posibles efectos negativos en la salud de los usuarios del ambiente no controlado.
- Crear un ambiente seguro para efectos triboeléctricos en los usuarios del ambiente no controlado.

LISTADO DE CONTENIDO Y ESQUEMA DE LA PROPUESTA



DESARROLLO DE LA PROPUESTA

1. Piso y Contrapiso:

1.1 Instalación de sistema a tierra.

1.1.1 Cualquiera que sea el método de conexión del perfil que se escoja, se debe prever el mantenimiento de los conductores o del perfil; debe escoger, dependiendo del tráfico peatonal, las circunstancias en las que dicha área va a trabajar, la única condición importante es que la resistencia entre el polo de conexión a tierra y el terreno debe estar por debajo de 20Ω como indicará la sección “conexión del perfil a tierra” en el punto 2 (resistencia).

1.1.2 Para garantizar que el sistema de puesta a tierra esté dentro de los parámetros exigidos se recomienda lo siguiente:

- *Conductores.*

El conductor de la puesta a tierra deberá ser de cobre, macizo o cableado, desnudo o aislado, tal como lo indica la norma del punto (5.) del marco legal, que rige los sistemas eléctricos de la CNEL EP UN GYE.

- *Electrodos*

Los electrodos en la instalación de la puesta a tierra deben ser con varillas de cobre o Cooperweld de 5/8" de diámetro, con una longitud mínima de 6 pies de largo, enterrado a profundidad tal como se indica en las figuras 14 (VER ANEXO 2) y 15 (VER ANEXO 3) del (NATSIM, 2016).



Foto 8. Varilla de Cobre Enterrada a 6 Pies de Profundidad.

- *Trayectoria*

El cable para el conductor de la puesta a tierra se podrá instalar en la mampostería, estructura o poste de la edificación; en el caso de estar expuesto a sufrir algún tipo de daño, se lo debe proteger mediante tubería metálica. Ver figura 16 (VER ANEXO 4) del NATSIM.



Foto 9. Conductor a Tierra a través del Panel Principal de Breakers.

- *Conexión.*

El cable para el conductor de la puesta a tierra se deberá conectar al electrodo mediante el uso apropiado de abrazaderas, conectores o fundido. En el caso de los tableros de medidores, la conexión de la puesta a tierra debe estar colocada mediante terminales hacia la barra del neutro,

esta conexión debe ser utilizada exclusivamente para el sistema de aterrizamiento tal como se muestra en las figuras 27 del NATSIM (VER ANEXO 5).



Foto 10. Conector de Cable a Tierra con el Electrodo Mediante Fundición.

- *Malla en paralelo*

La parte más importante que el ingeniero civil o eléctrico a cargo que debe tener en cuenta para que nuestro perfil de descarga sea óptimo es la resistencia eléctrica del sistema de puesta a tierra que deberá ser inferior a 20 ohmios (Ω); en el caso de que el terreno no preste las medidas de resistencia adecuadas y este fuera mayor, deberán utilizarse 2 o más electrodos en la puesta a tierra formando una malla de conexión en paralelo.



Foto 11. Malla de Puesta a Tierra Conectando las Varillas de Cobre en Paralelo.

1.2 Compactación:

1.2.1 Previo a la compactación del terreno se procede a pasar los niveles en donde se va a indicar la cota determinada del piso que se va a trabajar. Es necesario utilizar una cuerda con el fin de tener la referencia de cota, fijar las cuerdas a un templado ideal que no provoque pandeo entre las estacas a unos cuantos centímetros por encima del terreno para determinar el punto más alto. Este será el punto de inicio que referenciará todo el contrapiso a nivelar.

1.2.2 Para que sea funcional hay que determinar hacia dónde se realizará la caída, recordando que es necesario considerar los líquidos ya sea por limpieza o derrame accidental, este debe estar en la facultad de brindar por gravedad una ayuda en el drenaje.



Foto 12. Referenciando las Cotas del Contrapiso y Colocación de Guías.

1.2.3 Dependiendo del área se puede usar un compactador de plancha que esté diseñado para ser usado en áreas confinadas, recomendando que genere entre 500 y 800 impactos/minuto, y con una fuerza de impacto aproximada que oscile entre 10 y 18 kN. También es importante conocer si se va a trabajar sobre grava, arcilla cohesiva y suelos finos, con la finalidad de evitar los asentamientos y proporcionar una base firme y sólida para la colocación del contrapiso.



Foto 13. Compactación del Terreno para el Contrapiso.

1.2.4 El objetivo de compactar y nivelar previo a la fundición del contrapiso es que en lo posterior la nivelación de acabado final no requiera de un desperdicio de material por trabajar sobre uno que tenga muchas irregularidades o deformaciones grandes.

1.3 Fundición:

1.3.1 Colocar hormigón de 210 o 240 Kg/cm² con una proporción de 1:2:3 o dependiendo de la resistencia que el Ing. Civil determine necesario, tomando en consideración que para 1 m³ de hormigón es necesario entre 7 u 8 sacos de cemento Pórtland puzolánico tipo “I” de 50Kg; 0,65 m³ de arena; 0,95 m³ de piedra o ripio; y 180 litros de agua.

1.3.2 Para lograr una medición acertada es necesario hacer uso de cajonetas (parihuelas) de 0,40x0,40x0,20 cm. Éstas deben estar llenas completamente y recordar que si la arena se encuentra húmeda se debe compensar la mezcla con menos cantidad de agua.

1.3.3 Para dar inicio al mezclado de los materiales en la concreteira, se debe revisar que esté totalmente limpia y que los materiales no contengan impurezas ni material orgánico, ya que si no se los retira pueden ocasionar fallas posteriores al contaminar la mezcla.

1.3.4 Colocar la mezcla según las cuerdas guías, empezando por el centro hacia los bordes, es necesario ayudarse con una regla de aluminio para poder nivelar tomando en consideración lo indicado en el paso 1.2.1 y 1. 2.2.



Foto 14. Fundición del Contrapiso.



Foto 15. Nivelado de la Mezcla Durante la Fundición.

1.3.5 Antes de verter la mezcla sobre el terreno, se debe comprobar la consistencia de la mezcla mediante el ensayo de asentamiento del cono de Abrams, que consiste en usar un molde con forma de cono truncado que se va relleno con la mezcla de hormigón en 3 capas del mismo alto, se compacta dando 25 golpes con la varilla lisa por capa, posterior a esto, se levanta el molde y se mide cuanto ha asentado la mezcla desde el punto central con respecto a la altura del cono. Esta medida puede oscilar entre 2 y 18 cm, que dependerá de la relación agua/cemento necesaria para nuestra obra tal y como muestra la foto 16.



Foto 16. Ensayo de Asentamiento por medio del Cono de Abrams.

1.3.6 Dejar fraguar el hormigón por al menos 10 días, recordando que el hormigón adquiere su resistencia a los 24 días, se debe cubrir el contrapiso con plásticos por lo menos 3 días y regar la superficie con abundante agua como mínimo un total de 7 días sin cubierta (aire libre) o menos si este no tiene contacto directo con el sol.



Foto 17. Regado del Contrapiso Durante el Fraguado.

1.3.7 En caso de que el contrapiso no tenga los niveles necesarios, se recomienda nivelar colocando mezcla y con una regla de aluminio lograr el objetivo sobre el contrapiso terminado, o también haciendo uso de morteros autonivelantes para espesores recomendados de entre 0,5-15 mm o cuándo poseen áridos añadidos de 15-

30mm. De preferencia realizar una fundición previa en las partes intermedias que sirva como referencia entre la cota del contrapiso y la cuerda guía.



Foto 18. Uso de Mortero Autonivelante Sobre el Contrapiso.

1.4 Pisos cerámicos:

1.4.1 Para colocar de una manera correcta el piso cerámico es necesario que la base sea sólida y sin imperfecciones, es decir, el contrapiso no debe presentar protuberancias debido a que el cerámico debe asentar uniformemente sobre su cara posterior completamente.

1.4.2 Se preparará un mortero 1:3 cemento-arena para posteriormente instalar la cerámica con separación 2 mm para placas de 20x20 cm. y de 3 mm para placas de 32x32cm promedio. Es recomendable que este mortero se prepare en la cantidad suficiente como para 20 minutos de trabajo, revisando que los recipientes estén libres de impureza y usando agua limpia, estos son factores a tener en cuenta ya que de lo contrario podría reducir la adherencia del producto. No se debe combinar una mezcla nueva con otra ya reposada con un tiempo superior a 30 minutos y cuidar el exceso de agua porque puede provocar un lavado de los áridos finos quedando una pasta arenosa.

1.4.3 También se puede hacer uso de morteros adhesivos especialmente formulados para pisos cerámicos, esto se debe ya que al ser plásticos y homogéneos tienen una gran trabajabilidad y rendimiento.

1.4.4 Se debe colocar el mortero suficiente para poder trabajar durante 10 minutos; de otra forma empezará a secarse y será difícil trabajarlo y al esparcirlo durante el pagado de las placas de cerámica no debe ser en áreas mayores a 2m^2 , debido a que puede tomar más tiempo de reposo hasta colocar todas las placas.

1.4.5 Haciendo surcos con la paleta dentada se debe utilizar el lado plano de la llana para colocar el mortero y luego esparce con el lado dentado de la paleta formando líneas horizontales uniformes. El objetivo es conseguir una aplicación uniforme del mortero que sostenga las placas de piso, la aplicación horizontal uniforme logra aferrar mejor a la placa de cerámica que las líneas curvas aleatorias, evitando formas circulares con el fin de que no se creen cápsulas de aire en el interior dejando puntos débiles.



Foto 19. Uso de la Llana Dentada para la Colocación del Mortero en Forma Horizontal.

1.4.6 Se debe medir el espacio en conjunto con las dimensiones del piso cerámico para cuantificar el total de cuadrículas que se tiene pensado formar, por lo general se realiza un juego de tamaños cuando se requiere una armonía arquitectónica. Comúnmente las instalaciones empiezan desde el centro del área y seguir hacia el exterior, lo cual es importante si se va a trabajar con pisos de formas regulares, pero hay que cortar el piso que se va en los bordes. Se puede iniciar desde otro punto como la esquina, pero todo va a depender de la geometría que se va a utilizar.

1.4.7 Una vez determinado dónde van a ser colocada las placas de piso cerámico, es necesario estudiar la arquitectónica del lugar y su uso, ubicando como por ejemplo puertas de salidas, puertas de baños, ventanas, futuros escritorios y mobiliario en general, con el fin de ubicar estratégicamente el perfil metálico para asegurar un contacto físico con el calzado del transeúnte.

1.4.8 Colocar la primera placa y apoyar su propio peso sobre ella para usarla como base inicial, ir colocando hacia el contorno el resto de placas dejándolas sobre el mortero con un movimiento de izquierda a derecha o de arriba hacia abajo dependiendo del sentido de las líneas formadas por la llana dentada, en otras palabras, el movimiento debe ser perpendicular a estas líneas. Para el asentamiento ayudarse con un martillo de goma y golpear con firmeza para asegurar una buena adherencia.

1.4.9 Cada placa de piso cerámico debe ser distanciadas mediante separadores plásticos con el fin de que mantengan una uniformidad, se mantengan alineadas y no se muevan durante el fraguado.



Foto 20. Uso de Separadores para una Correcta Alineación de las Placas de Cerámica.

1.4.10 El trabado de las piezas debe ser a una distancia no superior al 25% de la distancia total de la placa de cerámica, esta recomendación dependerá del fabricante, por lo general esta regla aplica a los porcelanatos por la dimensión de la placa.

2. Canal de Disipación

2.1. Perfil metálico:

2.1.1. Para la colocación del perfil metálico, este debe fabricarse bajo las dimensiones necesarias para el contacto, se recomienda tipo “C” con un alma de 2 cm de alto mínimo, y el ala debe medir según la altura del contrapiso a la cota del piso cerámico.

A lo largo del perfil realizar perforaciones para poder colocar tornillos de sujeción.

2.1.2. Usar conductor de cobre, de preferencia del tipo hilo con 10 cm. Más de distancia que el largo del perfil y conectarlo al perfil sujetando con los tornillos de las ranuras.



Foto 21. Unión de Conductor de Cobre al Perfil a través de un Perno de Sujeción.

2.1.3. Preparar una mezcla de grafito en polvo con agua hasta obtener una pasta cuidando el exceso para que no quede muy líquido, porque al secarse el agua va a formar grietas y el objetivo es que se forme una sola pieza sólida.

2.1.4. Colocar la pasta de grafito en el interior del canal del perfil tipo “C” recubriendo el conductor de cobre dejando el cable embebido y en el interior de toda la pieza.



Foto 22. Relleno del Canal Interior del Perfil con Pasta de Grafito en Polvo y Agua.

2.1.5. Una vez seco el grafito, se debe colocar el perfil en el instante que se está colocando el piso cerámico previo a los pasos anteriormente mencionados.

2.1.6. Conectar los perfiles entre sí, según la conexión escogida en el inicio (paso 1.1.1).



Foto 23. Conexión del Perfil de Acero Inoxidable a la Puesta en Tierra Previamente Conectada.

2.1.7. El perfil metálico aparte de conductor a tierra puede servir como una junta de dilatación, pero todo depende del diseño que se le desee dar al perfil.

2.2. Juntas:

2.2.1. Las juntas juegan un papel importante entre las placas de cerámica ya que ayudan a aliviar tensiones, se recomienda que no sean inferiores a 3mm. Y deben ser rellenas con material seleccionado, debemos empezar por la selección del color que va a depender de la cara superior del piso cerámico. Este es el paso final sin embargo se hace una introducción previa ya que es usado para sellar el perfil que va a actuar como junta.

2.2.2. El grafito es utilizado para que ayude en la conducción desde el perfil metálico hacia el conductor de cobre, a su vez ayuda a que no exista espacio vacío entre el perfil y el contrapiso para evitar deformaciones; de haber un método más factible de conexión y el espesor de la placa de acero inoxidable utilizado resista un alto impacto, el grafito puede obviarse y utilizar el perfil como junta de dilatación.

2.2.3. El extremo restante del conductor de cobre debe quedar conectado antes de quedar embebido de la cerámica líquida, toda conexión no debe quedar expuesta ni tener el perfil sobre salido del nivel del piso, esta protuberancia puede estorbar al momento de transitar y deformarse por lo que necesitaría un mantenimiento más temprano. Se debe comprobar la conductividad mediante un multímetro analógico o digital, comprobando que no exista alguna interrupción en la malla de los perfiles.

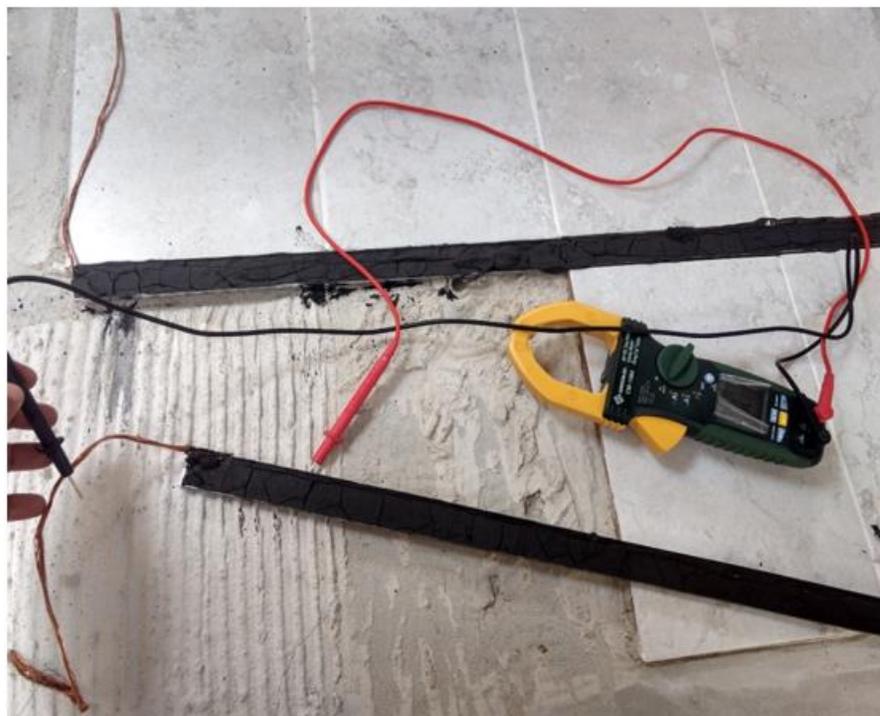


Foto 24. Medición de la continuidad eléctrica entre perfiles posterior a la instalación.

2.2.4. Entre la placa de cerámica y el perfil conductor, es preferible colocar la cerámica líquida, así como en el fondo del perfil con el objetivo de sellar el alma conductora y que el grafito no se desprenda.



Foto 25. Colocación del Empore Sobre el Grafito Previo a su Colocación en el Contrapiso.

2.3. Emporado

2.3.1. Es un término común en el Ecuador y consiste en la colocación de cerámica líquida o porcelana en polvo en las juntas de las placas de piso, independientemente del tipo de material que esté hecho. Este aditivo a base de minerales y material inorgánico que le proporciona una gama de colores que dan un mejor acabado a los pisos.

2.3.2. Este material debe ser colocado en las ranuras de 3mm. que se dejó entre piezas de cerámicas indicado en el paso 2.2.1.

2.3.3. Verificar que no exista grumos y el espacio de la junta debe estar completamente limpio de polvo o material residual.



Foto 26. Emporado en las Juntas de las Placas del Piso.

2.3.4. Una vez que se han emporado todas las ranuras hay que limpiar con cuidado la superficie de la placa de cerámica sin levantar el material de las ranuras, después de unos 5 a 10 minutos se debe retirar el exceso con una esponja dejando solamente las líneas del emporado.



Foto 27. Limpieza del Exceso de Emporado en las Juntas de las Placas del Piso.

2.3.5. Dejar secar y mientras se endurece hay que mantener el área húmeda para evitar agrietamientos, ya que el proceso de fraguado es muy similar al hormigón.

VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Está comprobado que el perfil metálico con las dimensiones establecidas cumple con disipar energía a niveles de voltaje alto. Para validar hicimos pruebas en la maqueta conectado a tierra y frotando materiales previamente cargados y colocados sobre el perfil, medidos posteriormente y comprobando su voltaje en cero con el medidor (SIMCO FMX-003). Sin embargo, para que sea efectivo, los usuarios necesariamente tienen que hacer contacto con el perfil. Por lo que se recomienda la distancia entre perfiles y la colocación de puntos estratégicos que dependen de la arquitectura del lugar y del mobiliario colocado en su interior.

2.4. Distancia entre perfiles:

2.4.1. La distancia entre perfiles va a depender básicamente de la arquitectura del sitio, los lugares estratégicos como se indicó en el numeral 1.4.7, debido que para niveles de voltajes promedios de 30.000 voltios, un perfil de 2 cm de espesor es suficiente, esto suponiendo en el mejor de los casos que todas las personas estén paradas sobre este al mismo instante; cómo esto no es posible de asegurar, la colocación debe ser netamente estratégico y que haga armonía con la arquitectura del lugar.

2.4.2. Si el perfil es diseñado para trabajar adicionalmente como junta de dilatación, entonces debe ser colocado cada 25 m², con longitudes de separación de 4 a 6 metros lineales según la norma del punto (6.) del marco legal.

2.4.3. Algo que debe quedar claro es que, al momento de entrar a un área electrostáticamente cargada, dicha energía puede adherirse a una persona de manera inmediata en un ambiente no controlado por lo que la distancia entre los perfiles debe estar sometidos al criterio del ingeniero civil y la naturaleza del ambiente a construir.

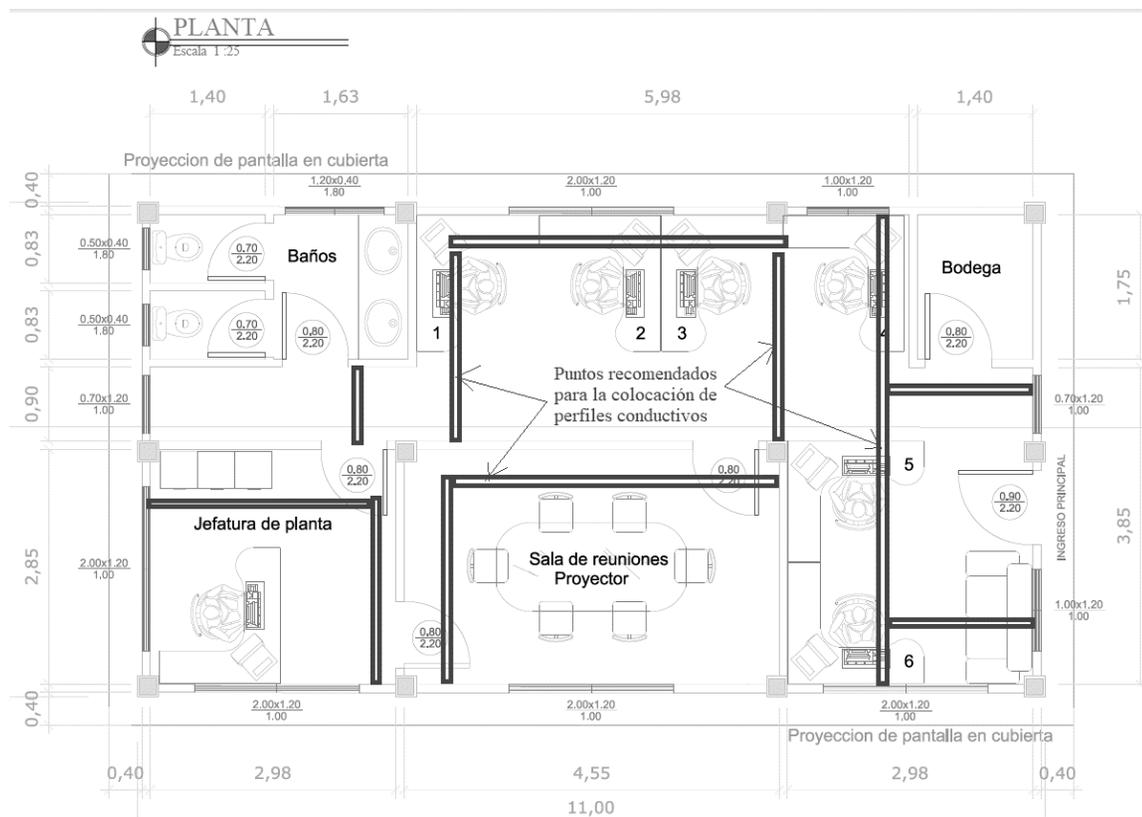


Ilustración 11. Plano con Puntos Estratégicos Recomendados para Colocar Perfil de Conducción.

2.5. Costo por fabricación:

Nuestra propuesta refleja un bajo costo por el simple hecho de evitar el reemplazo total del piso cerámico por uno integral de tipo conductivo, el costo por fabricación se encuentra detallado en el análisis de precios unitario por metro lineal de perfil de acero inoxidable con alma de grafito y conductor de cobre (VER ANEXO 6).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Conclusiones

Dada la medición realizada con el higrómetro digital se concluye que tener el rango alrededor del 50 % de humedad relativa en un ambiente no controlado, no garantiza que se eliminen las acumulaciones de energía electrostática.

Las mediciones de voltaje realizadas demostraron que los niveles están por encima de lo que indica el estudio del marco referencial, esta situación se vuelve un problema ya que se presume podría afectar la salud, aun cuando estos niveles no alcancen los valores necesarios para que los usuarios perciban la molesta descarga eléctrica.

Las medidas de resistencia que se hicieron al perfil fueron bajas, por lo que la mayor importancia reside en la resistencia que pueda tener la puesta a tierra, en otras palabras, quien determina que exista una buena disipación es el sistema de puesta a tierra al que el perfil debe estar conectado.

Se investigó procesos constructivos en el mercado que sirven para la acumulación de energía electrostática y no existe ninguno que podamos comparar debido a que no poseen un acabado estético agradable a la finalización de su instalación, además están destinados para una aplicación en ambientes controlados.

La aplicación de este método constructivo como medida correctiva en edificaciones ya culminadas es una opción de bajo costo frente al hecho de cambiar todo el piso como correspondería para solucionar el problema con los sistemas tradicionales del mercado.

Es posible crear canales de descarga electrostática a bajo costo en ambientes ya construidos y que no afectan la estética del acabado gracias a la utilización de perfiles de acero inoxidable con alma de grafito y cobre; los cuales pueden ser imperceptibles a los transeúntes y logran

descargarlos para evitar la percepción desagradable del choque de energía electrostática en sus cuerpos.

Se pueden adecuar canales de descarga electrostática en ambientes no controlados, en sectores de tránsito común de usuarios logrando disipar la energía electrostática acumulada en ellos y direccionándola para evitar riesgos laborales relacionados a las mismas.

Recomendaciones

Se recomienda tomar en cuenta otros factores asociados a la exposición de energía electrostática para evitar riesgos laborales e investigar la relación de los mismos con la salud de los usuarios.

El tiempo de exposición de una persona a la energía electrostática en ambientes no controlados debe ser considerado como un riesgo psicosocial y debe ser motivo de estudios posteriores ligados a las conclusiones obtenidas en esta investigación.

La carga de una persona puede ser instantánea por lo que el canal de disipación puede que no tenga un efecto si la persona no hace contacto directo, por lo que un punto principal debe ser junto a la puerta de ingreso.

Se pueden usar perfiles de descarga en las juntas de dilatación y que con una buena conexión a tierra permite una combinación de sistemas.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (s.f.). *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1997-8669#top>

Callister, W. D. (1994). *Materials Science and Engineering An Introduction: Third Edition*. Estados Unidos: John Wiley and Sons, Inc.

Díaz Narváez, V. P. (2009). *Metodología de la investigación científica y bioestadística: para médicos, odontólogos y estudiantes de ciencias de la salud*. Santiago, Chile: RIL Editores.

Dra. Cruceta, G. (2008). *Lipoatrofia semicircular relacionada con los edificios*. Recuperado de http://www.segla.net/lipoatrofia_semicircular.htm

Ecofred. (s.f.). *Salas Blancas*. Recuperado de <https://www.ecofred.com/es/soluciones/salas-blancas>

EcuRed. (s.f.). *Pisos*. Recuperado de <https://www.ecured.cu/Pisos>

Epóxicos Silva. (s.f.). *Piso conductivo / disipativo*. Recuperado de <http://www.epoxicossilva.com.mx/piso-conductivo-disipativo/>

Espada, (22 de julio de 2016), Materiales conductores y materiales aislantes [Entrada en blog].

Recuperado de <https://elblogverde.com/materiales-conductores-materiales-aislantes/>

Fernández Ballesteros, R. (1992). *Introducción a la evaluación psicológica, vol. I*. Madrid, España: Pirámide.

Heredia Chumacero, M. (s.f). *Metodología de la Investigación*. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos58/metodologia-investigacion/metodologia-investigacion2.shtml>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación, Cuarta edición*. Mexico: McGraw-Hill.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2015). *Riesgos debidos a la electricidad estática*. Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Kuznik, A., & Hurtado Albir, A., & Espinal Berenguer, A. (2010). El uso de la encuesta de tipo social en Traductología. Características metodológicas. *MonTI. Monografías de Traducción e Interpretación*, (2), 315-344.

Maila, J. (5 de Noviembre de 2017). *Medidores de Corriente*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/363573356/Medidores-de-Corriente>

Rivas, P. (2009). *Riesgos producidos por la electricidad estática, en el manejo de inflamables*.

Recuperado de <https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2009/riesgos-producidos-por-electricidad-estatica-en-manejo-inflamables>

Soriano, E. J. (2011). *Sistemas de carga y arranque. Unidad 2*. Madrid, España: Editex, S.A.

Tippens, P. E. (2007). *Física, conceptos y aplicaciones. Séptima edición*. Mexico: McGRAW-HILL.

ANEXOS

ANEXO 1. HOJA DE ENCUESTA

Nombre.

#C.C.

Edad.

Estatura.

Peso.

Material de vestimenta.

Tipo de Calzado.

1. ¿Ha sufrido usted descarga electrostática en cualquier edificación?

SI

NO

Si la respuesta anterior fue “SI”

2. Al sentir esta descarga le parece a usted esto:

Gracioso

Molestoso

Incomodo

Peligroso

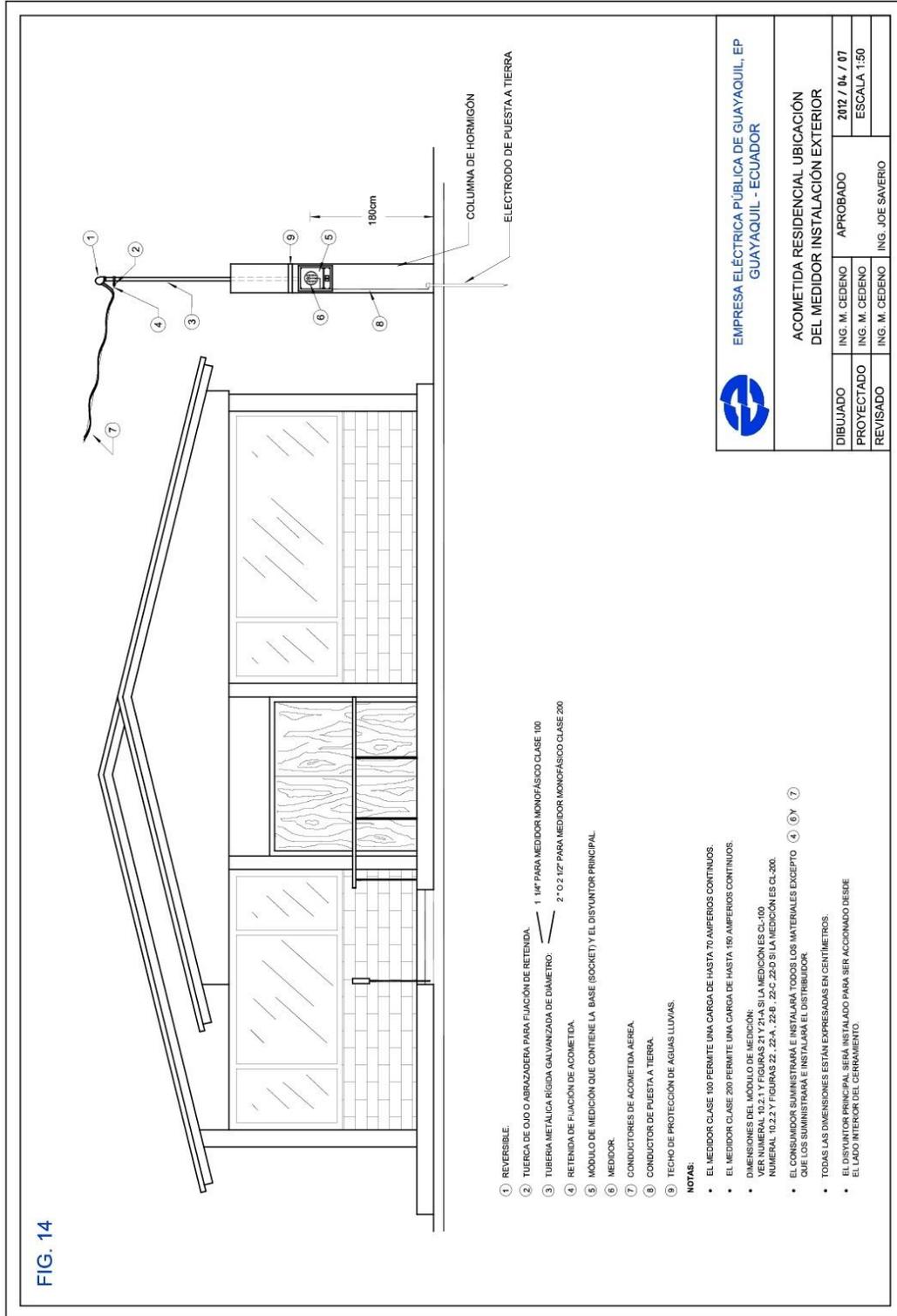
3. ¿Sabe usted que este tipo de energía provoca riesgo en su salud?

SI

NO

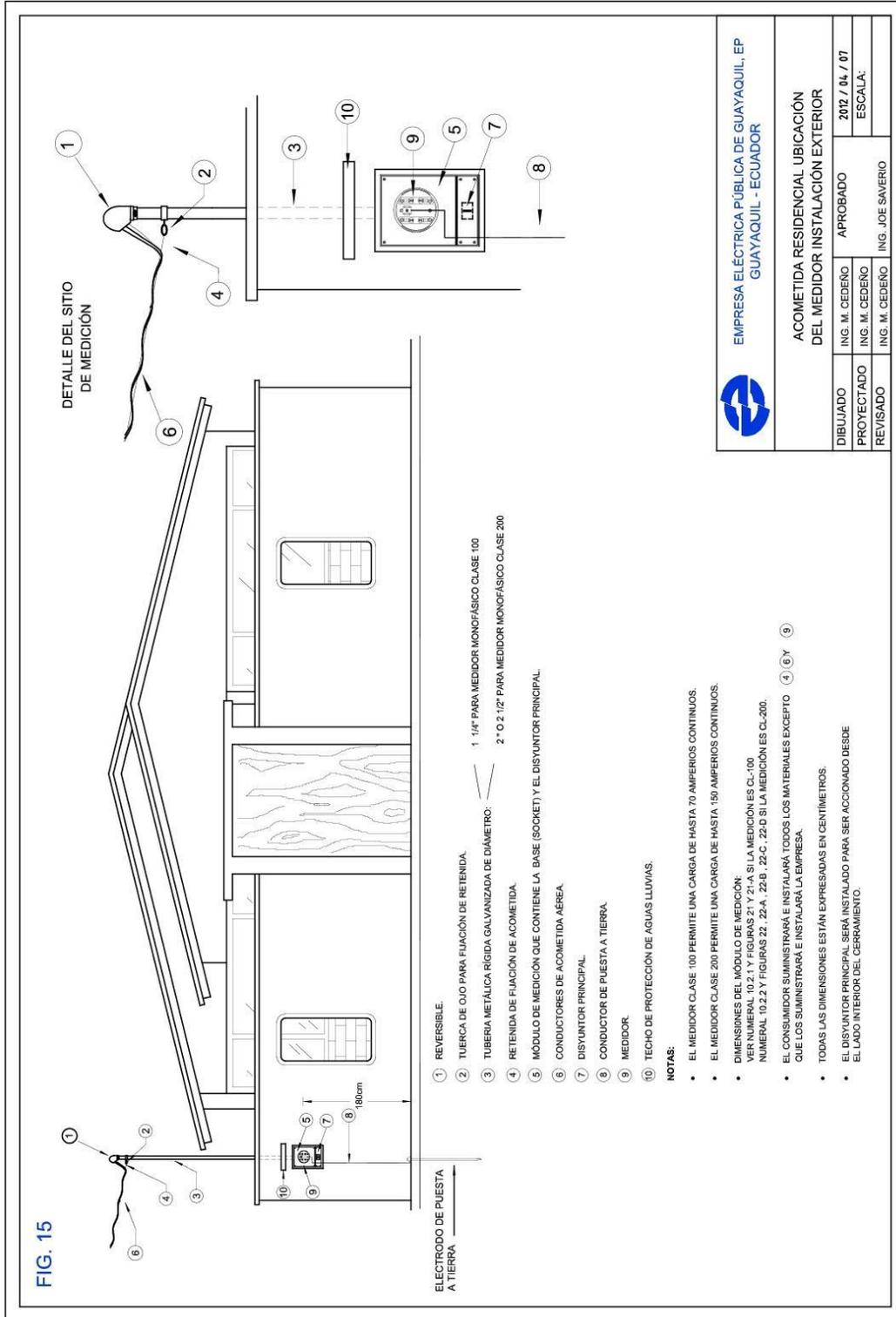
ANEXO 2. PLANO DE ACOMETIDA RESIDENCIAL UBICACIÓN DEL MEDIDOR

INSTALACIÓN EXTERIOR SEGÚN LA NATSIM



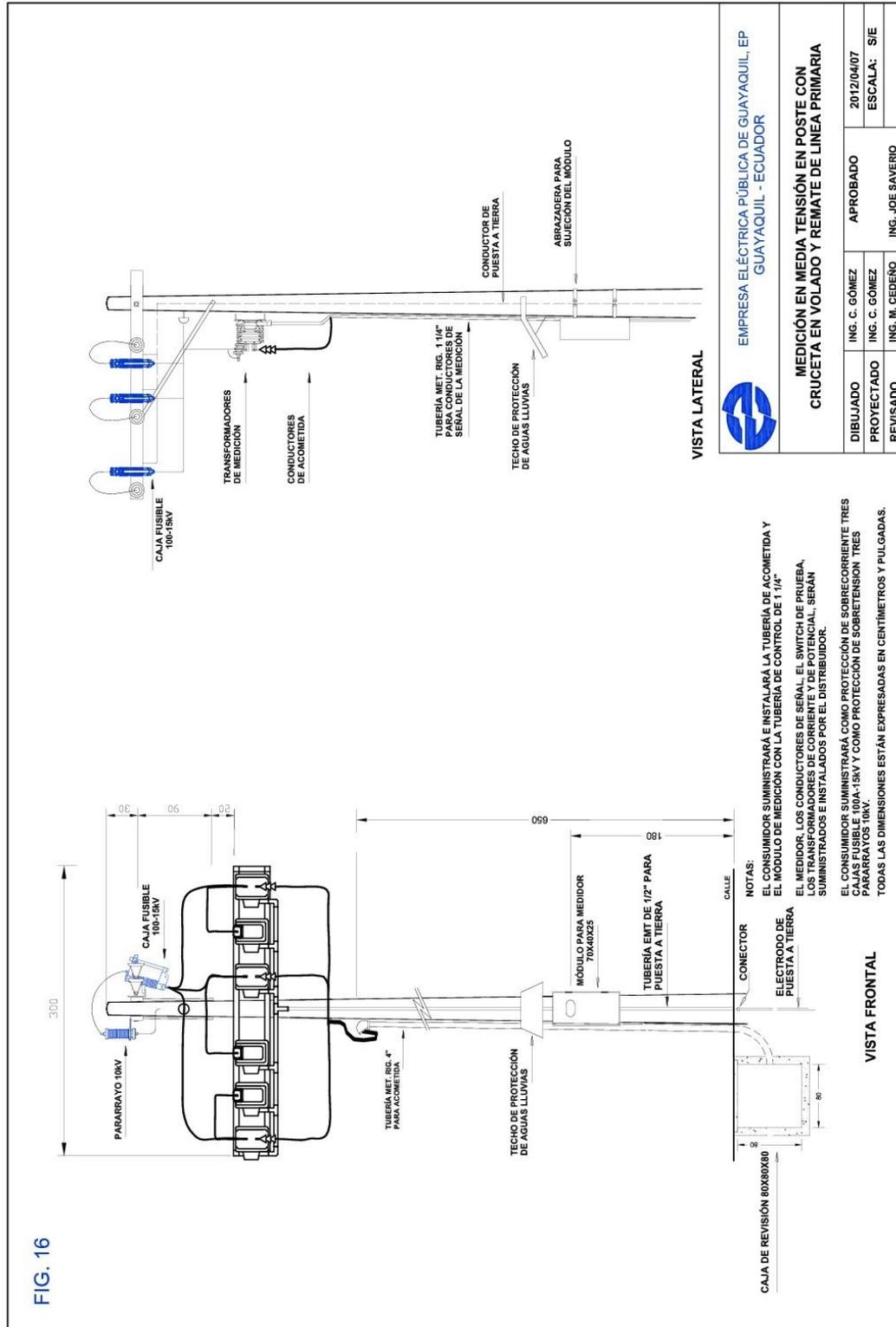
ANEXO 3. PLANO DE ACOMETIDA RESIDENCIAL UBICACIÓN DEL MEDIDOR

INSTALACIÓN EXTERIOR SEGÚN LA NATSIM

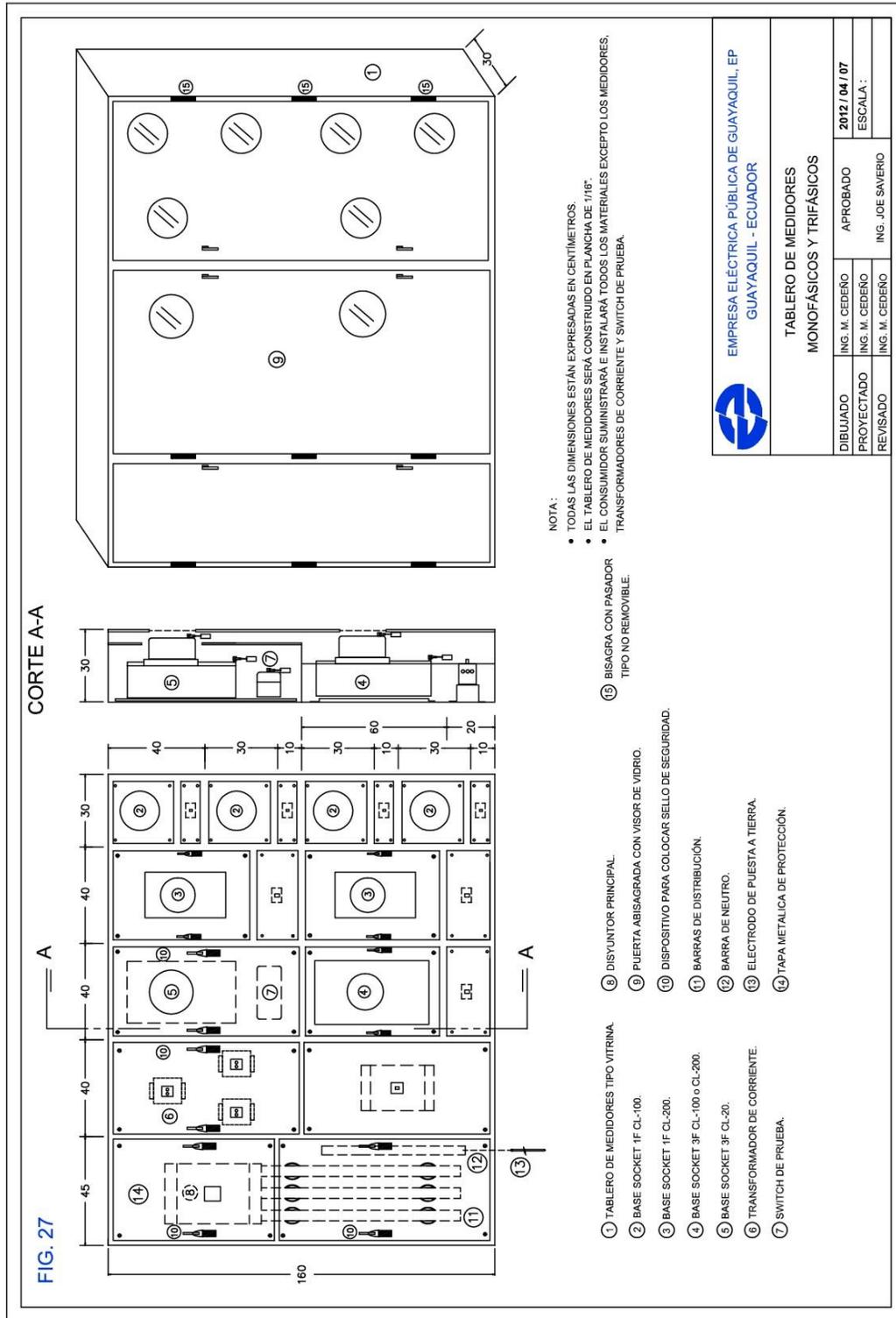


| | | | |
|---|----------------|---|----------------|
|  | | EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL, EP GUAYAQUIL - ECUADOR | |
| ACOMETIDA RESIDENCIAL UBICACIÓN DEL MEDIDOR INSTALACIÓN EXTERIOR | | | |
| DIBUJADO | ING. M. CEDENO | APROBADO | 2017 / 04 / 07 |
| PROYECTADO | ING. M. CEDENO | ESCALA: | |
| REVISADO | ING. M. CEDENO | ING. JOE SAVERO | |

ANEXO 4. PLANO DE MEDICIÓN EN MEDIA TENSIÓN EN POSTE CON CRUCETA EN VOLADO Y REMATE DE LINEA PRIMARIA SEGÚN LA NATSIM



ANEXO 5. PLANO DE TABLEROS DE MEDIDORES MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS SEGÚN LA NATSIM



ANEXO 6.



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Fabricación de Perfil con alma de grafito y conductor de cobre UNIDAD: **ml** RENDIMIENTO: **0,70**
 DETALLE: _____ CODIGO: **1**

1.- EQUIPOS

| DESCRIPCION | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | % |
|--|----------|---------|------------|-------------|----------------|---------------|
| Herramientas menores (5%) mano de obra | 1,0 | | | | \$0,13 | 1,09% |
| Roladora De Plancha Acero Baileigh Pr-413 | 1,0 | \$25,00 | \$3,13 | 0,70 | \$2,19 | 18,32% |
| Cortadora De Metal Cizalla Industrial Marca Eclair | 1,0 | \$35,00 | \$4,38 | 0,70 | \$3,06 | 25,64% |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| EQUIPOS SUBTOTAL | | | | | \$5,38 | 45,05% |

2.-MANO DE OBRA

| DESCRIPCION | CANTIDAD | JORNAL REAL/HORA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO UNITARIO | % |
|---------------------------------|----------|------------------|------------|-------------|----------------|---------------|
| Ingeniero mecánico B1 | 0,10 | \$27,16 | \$3,40 | 0,70 | \$0,24 | 1,99% |
| Tornero fresador (Estr. Oc. C1) | 1,00 | \$27,05 | \$3,38 | 0,70 | \$2,37 | 19,81% |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| MANO DE OBRA SUBTOTAL | | | | | \$2,60 | 21,81% |

3.- MATERIALES

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | COSTO UNITARIO | % |
|---|--------|----------|-----------------|----------------|---------------|
| Plancha de acero inoxidable 1,20m x 2,40m e=1.5mm | Und | 0,020 | \$96,87 | \$1,94 | 16,22% |
| Grafito en polvo | Kg | 0,230 | \$2,97 | \$0,68 | 5,72% |
| Bondex Plus | 25Kg | 0,010 | \$6,09 | \$0,06 | 0,51% |
| Alambre Cu TW #12 AWG | mt | 1,150 | \$0,51 | \$0,59 | 4,91% |
| Perno galv. de 5/8" x 1/2" | u | 1,000 | \$0,69 | \$0,69 | 5,78% |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| MATERIAL SUBTOTAL | | | | \$3,96 | 33,14% |

4.- TRANSPORTE

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO UNITARIO | % |
|----------------------------|--------|----------|--------|----------------|----------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| TRANSPORTE SUBTOTAL | | | | \$0,00 | 0,00% |
| COSTO DIRECTO | | | | \$11,94 | 100,00% |

| | | | | | |
|--------------------------------|--|--|-------|--------|--|
| INDIRECTOS Y UTILIDADES | | | 15,0% | \$1,79 | |
| OTROS INDIRECTOS | | | 5% | \$0,60 | |

| | | | | | |
|------------------------------|--|--|--|----------------|--|
| COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | | \$14,33 | |
|------------------------------|--|--|--|----------------|--|

| | | | | | |
|-----------------------|--|--|--|----------------|--|
| VALOR OFERTADO | | | | \$14,33 | |
|-----------------------|--|--|--|----------------|--|

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

Guayaquil, viernes, 20 de abril de 2018



Presidencia
de la República
del Ecuador

REPOSITORIO



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia,
Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TITULO Y SUBTITULO:

ELABORACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO PARA REDUCIR LAS DESCARGAS
ELÉCTRICAS ANTE EL PROBLEMA DE PRESENCIA DE ENERGÍA ESTÁTICA EN
CONSTRUCCIONES CIVILES DE EDIFICACIONES

AUTOR/ES:

GABRIEL SEBASTIAN BELTRÁN RODRÍGUEZ
DIEGO ARMANDO COTTO ASSAN

REVISORES:

MAX DARIO ALMEIDA FRANCO

INSTITUCIÓN:

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE
ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

FACULTAD:

INGENIERIA INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN

CARRERA:

INGENIERIA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:

N. DE PAGS:

110

| | | |
|--|---|--|
| ÁREAS TEMÁTICAS: | | |
| INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA, EDUCACIÓN, Y FÍSICA | | |
| PALABRAS CLAVE: | | |
| ENERGÍA ESTÁTICA, CONEXIÓN A TIERRA, PISOS CONDUCTIVOS | | |
| RESUMEN: | | |
| <p>La presente tesis tiene como finalidad la elaboración de un proceso constructivo que permita disipar la energía estática dentro de las edificaciones, ya que es un problema muy común que se presenta hoy en día en edificaciones de ambientes no controlados como son oficinas, centros comerciales, hoteles, entre otros, donde el aspecto arquitectónico juega el papel principal, y estas energías no son consideradas al momento del diseño.</p> | | |
| N. DE REGISTRO (en base de datos): | | N. DE CLASIFICACIÓN: |
| DIRECCIÓN URL (tesis en la web): | | |
| ADJUNTO URL (tesis en la web): | | |
| ADJUNTO PDF: | SI <input checked="" type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> |
| CONTACTO CON AUTORES/ES: | Teléfono: | E-mail: |
| GABRIEL SEBASTIAN BELTRÁN RODRÍGUEZ | 0987230392 | gab.gb22@gmail.com |
| DIEGO ARMANDO COTTO ASSAN | 0996437004 | dcottoa@ulvr.edu.ec |
| CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN: | MSC. July Herrera Valencia, DECANA Teléfono: 2596500 EXT. 241 DECANATO E-mail: jherrerav@ulvr.edu.ec | |

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Proyecto Final 4.1.4.docx (D34326651)
Submitted: 1/3/2018 11:33:00 PM
Submitted By: malmeidaf@ulvr.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

687-TRUJILLO VIDAL, JAIME.pdf (D33812728)
http://www.segla.net/lipoatrofia_semicircular.htm
<https://elblogverde.com/materiales-conductores-materiales-aislantes/>
<https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2009/riesgos-producidos-por-electricidad-estatica-en-manejo-inflamables>

Instances where selected sources appear:

6

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Proyecto Final 4.1.4.docx (D34326651)
Submitted: 1/3/2018 11:33:00 PM
Submitted By: malmeidaf@ulvr.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

687-TRUJILLO VIDAL, JAIME.pdf (D33812728)
http://www.segla.net/lipoatrofia_semicircular.htm
<https://elblogverde.com/materiales-conductores-materiales-aislantes/>
<https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2009/riesgos-producidos-por-electricidad-estatica-en-manejo-inflamables>

Instances where selected sources appear:

6

~~Malmeida F. F. F.~~
Malmeida F. F. F.