

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN

DISEÑO INTEGRAL DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

APLICADO A SISTEMAS ELÉCTRICOS, INDUSTRIALES Y ENERGÉTICOS, INTEGRANDO ETAP, CYPEGRD, ATPDRAW Y AUTOCAD, CON TRABAJO EN CAMPO.



INICIO
30 de octubre



DURACIÓN
49 Horas cronológicas
3 meses



HORARIO
Lun., Miérc. y Vier.: 7:30 a 9:30 p.m.
Sábados: 9:00 a.m a 12:00 p.m.
(UTC - 05:00)

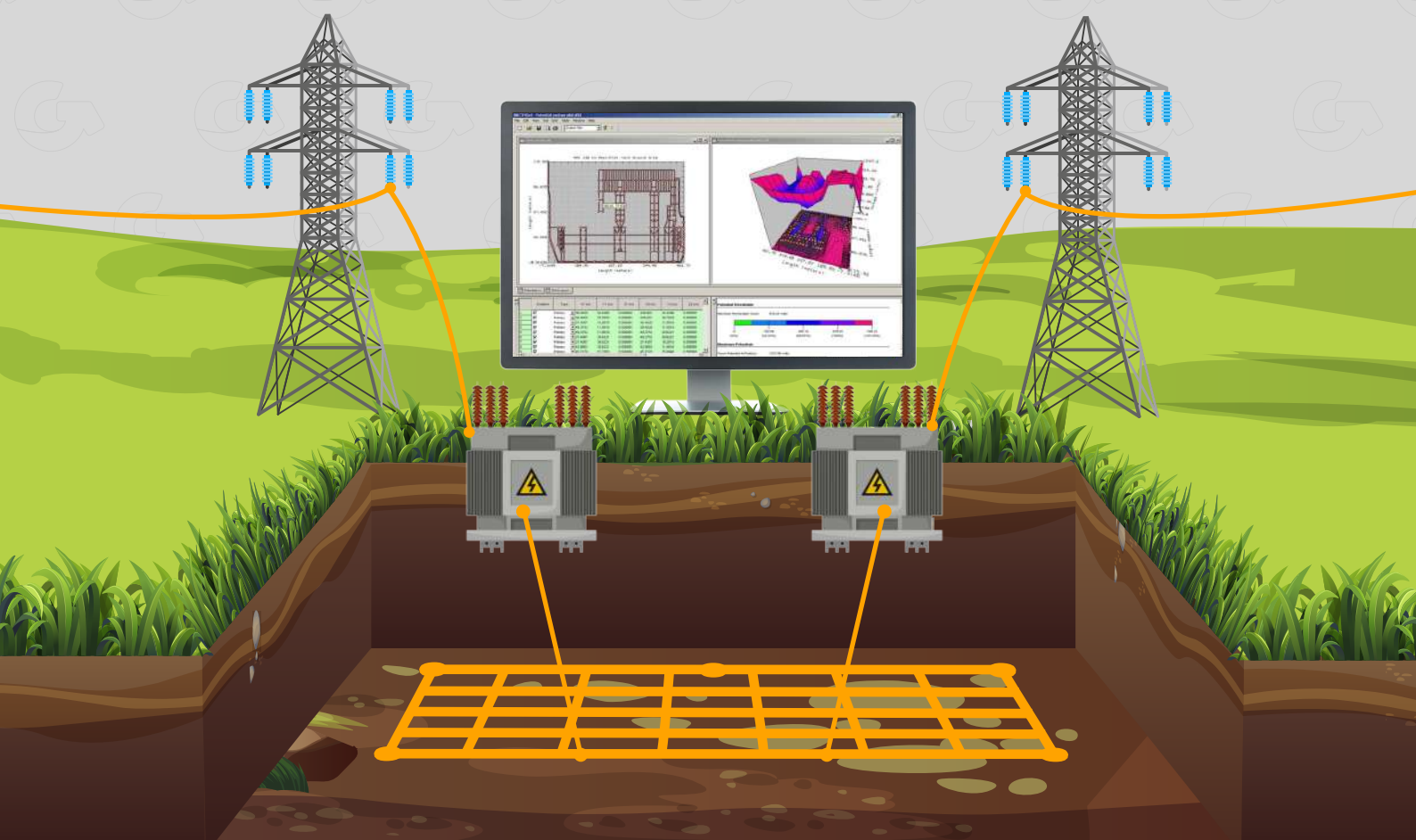
Contacto
+51 943 237 779

Dirección
www.greener.sac.com

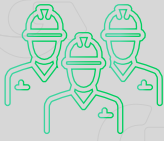
Correo
comercial@greener.sac.com

ESPECIALÍZATE EN EL DISEÑO INTEGRAL DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA Y OBTÉN UNA CERTIFICACIÓN INTERNACIONAL EMITIDA POR IEEE.

Diseña, simula y verifica sistemas de puesta a tierra en subestaciones, líneas de transmisión, plantas fotovoltaicas, instalaciones industriales y telecomunicaciones, aplicando medición en campo y herramientas especializadas como IPI2WIN, ETAP, ATPDraw, CYMGRD y AutoCAD.

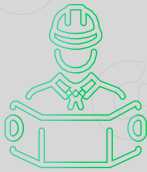


EL PROGRAMA ESTÁ DIRIGIDO A:



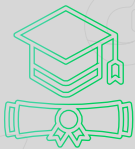
Profesionales del sector eléctrico y energético

Ingenieros electricistas, electrónicos, electromecánicos y afines que participen en el diseño, medición, verificación y diagnóstico de sistemas de puesta a tierra en subestaciones, líneas de transmisión, plantas fotovoltaicas, instalaciones industriales y telecomunicaciones.



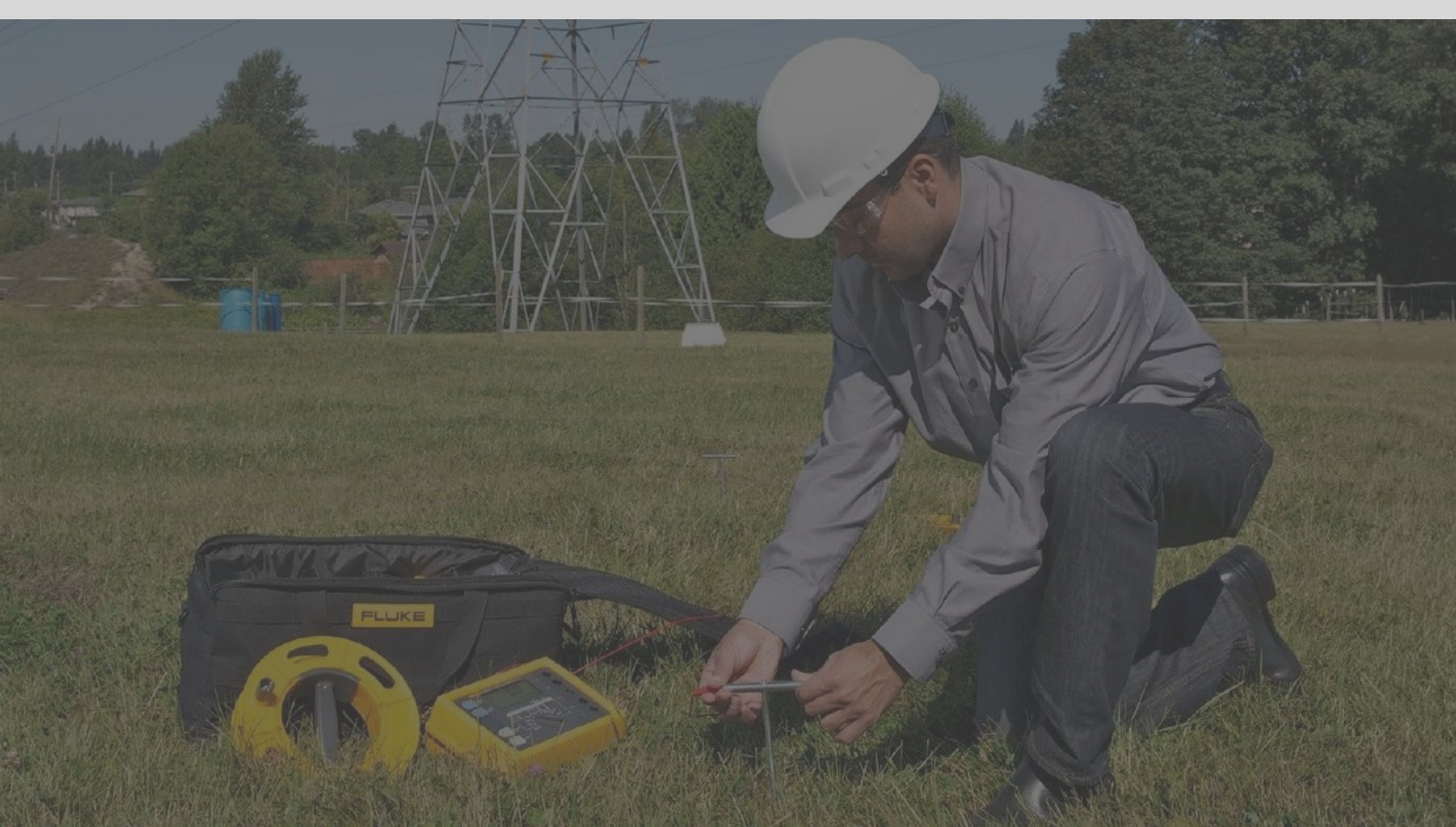
Empresas y consultores en ingeniería eléctrica

Firmas consultoras, empresas contratistas y responsables técnicos que busquen fortalecer sus criterios de diseño, simulación, diagnóstico y validación de sistemas de puesta a tierra bajo estándares IEEE e IEC.



Estudiantes avanzados de ingeniería eléctrica o carreras afines

Estudiantes avanzados y perfiles técnicos interesados en desarrollar competencias en diseño, medición de resistencia, análisis de tensiones de paso y toque, y optimización de sistemas de puesta a tierra para su aplicación en entornos reales.



EXPERTOS

Conoce a nuestros expertos que te guiarán en cada paso del programa



ING. JHADIR MEDINA

- Ingeniero Electricista por la Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada (UNEFA), con Especialización en Instalaciones Eléctricas y Maestría en Ingeniería Eléctrica.
- Cuenta con más de 15 años de experiencia en proyectos eléctricos, energéticos, industriales, mineros, nucleares y offshore. Es especialista en estudios eléctricos, sistemas de protección, puesta a tierra, seguridad eléctrica y protección contra descargas atmosféricas. Actualmente se desempeña como Grid Studies Manager en Quadrante Izharia y participa como instructor en capacitaciones técnicas. Domina herramientas como ETAP, DigSILENT PowerFactory y NEPLAN.



ING. SALVADOR LUQUE

- Ingeniero Civil Electricista por la Universidad de Santiago de Chile (USACH), con diplomados en Gestión de Operaciones, Regulación del Sector Eléctrico y Administración de Proyectos.
- Cuenta con 18 años de experiencia en transmisión eléctrica, operación, mantenimiento, estudios eléctricos, protecciones, análisis de fallas y gestión de proyectos. Actualmente se desempeña como Especialista Senior en Equipo Eléctrico HV/MV en Enel Generación, con trayectoria en Enel Green Power, Transelec y Reliable Energy Studies SpA. Maneja herramientas como DigSILENT PowerFactory, ATPDraw, MATLAB y PI AF.

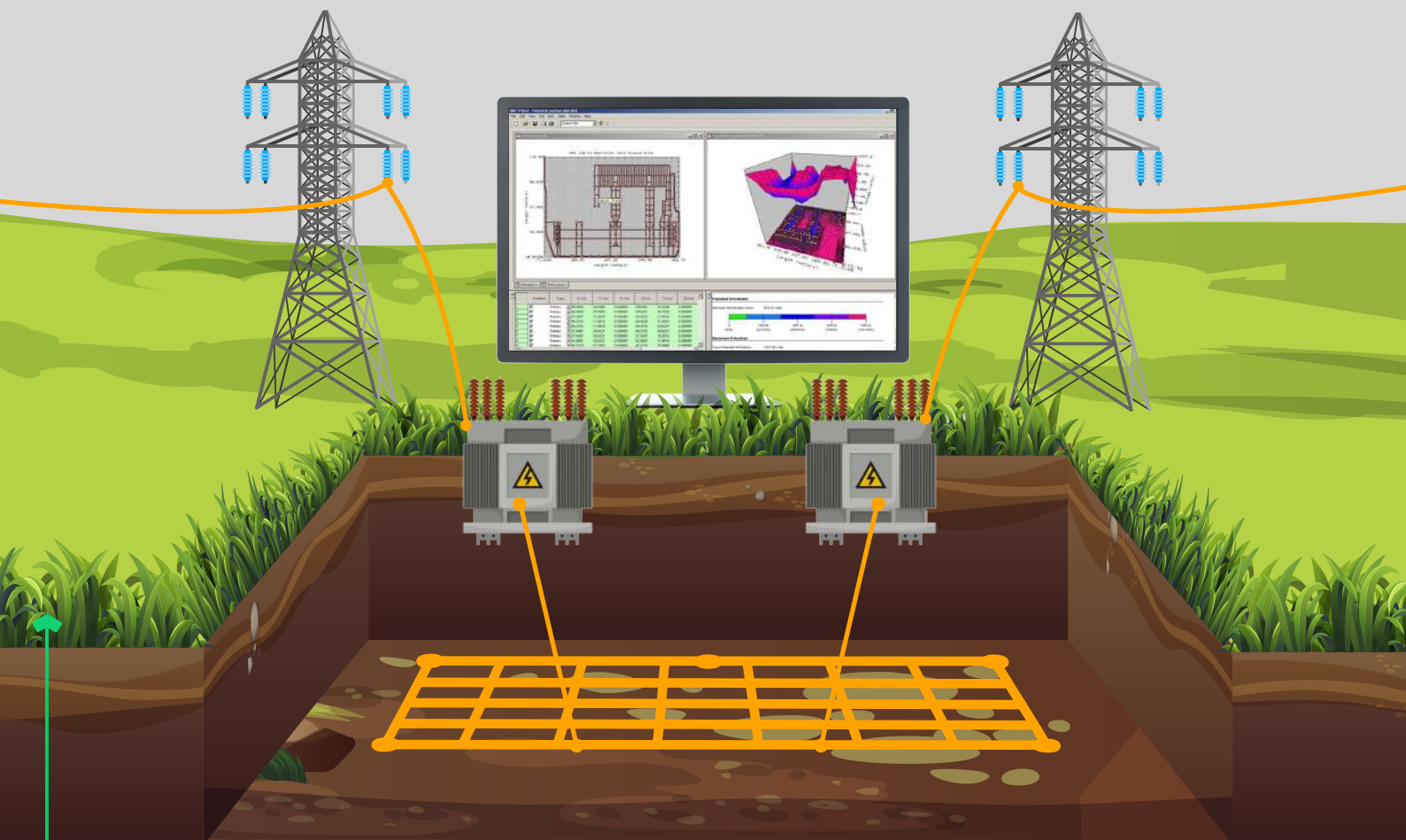
EXPERTOS

Conoce a nuestros expertos que te guiarán en cada paso del programa



ING. JHON SOSA

- Ingeniero Electricista por la Universidad Continental (UC), con Maestría en Sistemas Eléctricos de Distribución y MBA en Administración de Empresas y Alta Gerencia.
- Cuenta con más de 10 años de experiencia en proyectos eléctricos de minería, industria y distribución, participando en media tensión, subestaciones, mantenimiento, pruebas, seguridad y gestión de obras. Actualmente se desempeña como Jefe de Calidad QA/QC – Project Control en Southern Peru Copper Corporation y participa como instructor en capacitaciones técnicas. Maneja herramientas como ATPDraw, DlgSILENT PowerFactory, AutoCAD, Civil 3D y DLT CAD.



*Greener - Escuela de Ingeniería, se reserva el derecho de realizar cambios en los ponentes, manteniendo los estándares de calidad y nivel técnico establecidos.

Programa de Especialización



PLAN DE ESTUDIO

10 Módulos - 49 horas cronológicas

Módulo 1	Fundamentos de Sistemas de Puesta a Tierra	🕒 2 horas cronológicas Nivel: Básico
Módulo 2	Estudio de Resistividad del Suelo	🕒 2 horas cronológicas Nivel: Intermedio
Módulo 3	Diseño de Sistema de Puesta a Tierra en Subestaciones Eléctricas	🕒 10 horas cronológicas Nivel: Avanzado
Módulo 4	Diseño de Sistemas de Puesta a Tierra en Líneas de Transmisión	🕒 4 horas cronológicas Nivel: Intermedio
Módulo 5	Diseño de Sistema de Puesta a Tierra de Sistemas Industriales	🕒 6 horas cronológicas Nivel: Intermedio/avanzado
Módulo 6	Diseño de Puesta a Tierra de Equipos Electrónicos y de Telecomunicaciones	🕒 8 horas cronológicas Nivel: Intermedio/avanzado
Módulo 7	Medición de Resistencia de Puesta a Tierra	🕒 4 horas cronológicas Nivel: Básico/intermedio
Módulo 8	Laboratorio Práctico en Campo de Sistemas de Puesta a Tierra: Medición, Validación y Diagnóstico Técnico	🕒 4 horas cronológicas Nivel: Avanzado
Módulo 9	Estudio del Sistema de Puesta a Tierra en Alta Frecuencia	🕒 3 horas cronológicas Nivel: Avanzado
Módulo 10	Diseño de Sistema de Puesta a Tierra de Plantas Fotovoltaicas	🕒 6 horas cronológicas Nivel: Intermedio/avanzado

Requisitos

- Conocimientos básicos en sistemas eléctricos de potencia, puesta a tierra e interpretación de planos eléctricos y esquemas unifilares.
- Se recomienda contar con la instalación previa de Excel, CYMGRD, IPI2Win, ETAP y ATPDraw para el seguimiento de las simulaciones y ejercicios prácticos. El participante tendrá acceso a licencia oficial de AutoCAD.

OBJETIVOS

Al concluir el programa, serás capaz de:



1

Comprender los fundamentos técnicos, normativos y de seguridad aplicados al diseño de sistemas de puesta a tierra en baja, media y alta tensión.

2

Analizar la resistividad del suelo y su influencia en el desempeño, modelamiento y dimensionamiento de los sistemas de puesta a tierra.

3

Diseñar sistemas de puesta a tierra para líneas de transmisión, subestaciones, plantas fotovoltaicas, instalaciones industriales y sistemas de telecomunicaciones, considerando criterios IEEE e IEC.

4

Aplicar herramientas especializadas como CYMGRD, ETAP, ATPDraw, AutoCAD y Excel para simular, verificar y optimizar diseños de puesta a tierra.

5

Validar sistemas de puesta a tierra mediante mediciones en campo, interpretación de resultados, diagnóstico técnico y elaboración de reportes aplicados.



FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

🕒 2 horas cronológicas

1. Sistema de Puesta a Tierra

- 1.1. Sistema de Puesta a Tierra (Grounding / Earthing System)
- 1.2. Equipotencialidad (Bonding)
- 1.3. Objetivos
- 1.4. Comportamiento del Sistema de Puesta a Tierra

2. Marco normativo

- 2.1. Normativas y Estándares Americanos
 - 2.1.1. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE)
- 2.2. Normativas y Estándares Internacionales
 - 2.2.1. International Electrotechnical Commission (IEC)
- 2.3. Normativa y Estándares Europeos
 - 2.3.1. European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC)
 - 2.3.2. Norma Española (UNE)
- 2.4. Comités Internacionales de Investigación
 - 2.4.1. International Council on Large Electric Systems (CIGRE)
- 2.5. Análisis Normativo para el Diseño del Sistema de Puesta a Tierra

3. Esquema de conexión a tierra

- 3.1. Tipos de esquemas de conexión a tierra
- 3.2. Factores que influyen en la selección del Sistema de Puesta a Tierra
- 3.3. Características del régimen de Puesta a Tierra
- 3.4. Esquemas de conexión del Sistema de Puesta a Tierra
 - 3.4.1. Esquemas conforme a la normativa IEEE Std. 80-2013, IEEE Std. 3003.1-2019 & IEEE Std. 3003.2-2014
 - 3.4.2. Esquemas conforme a la normativa IEC 60364-1:2005 & IEC 60364-5-54:2021
- 3.5. Esquemas de conexión a tierra
 - 3.5.1. Sistemas de Puesta a Tierra flotante
 - 3.5.2. Sistemas de Puesta a Tierra sólido, resistente, inductivo o resonante
- 3.6. Recomendaciones



Nota: Según la disponibilidad del docente internacional, el módulo se dictará el día sábado.

FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

🕒 2 horas cronológicas

4. Elementos que componen a la Puesta a Tierra

- 4.1. Elementos del Sistema de Puesta a Tierra
 - 4.1.1. Elemento asociado a los electrodos
 - 4.1.2. Elemento de interconexión de electrodos
 - 4.1.3. Elemento del suelo circundante
- 4.2. Requerimientos de los materiales conforme a la normativa NFPA 780®. 2020 Edition, Punto 4.13
- 4.3. Requerimientos de los materiales conforme a la normativa IEC 62305-3 Edition 2.0 2010-12 Sub Punto 5.6
- 4.4. Requerimientos de los materiales conforme a la normativa UNE-EN 50522:2022 Anexo C
- 4.5. Requerimientos para la protección contra la corrosión

5. Análisis de la corriente de cortocircuito a tierra

- 5.1. Requerimientos de la selección de corriente de cortocircuito a tierra
- 5.2. Máxima corriente a tierra para el tamaño de los electrodos
 - 5.2.1. Criterio de cálculo del tamaño del electrodo de Puesta a Tierra
 - 5.2.2. Cálculo del tamaño del electrodo de Puesta a Tierra
- 5.3. Máxima corriente a tierra para el retorno por el suelo & verificación del GPR

6. Análisis de tensiones admisibles a tierra

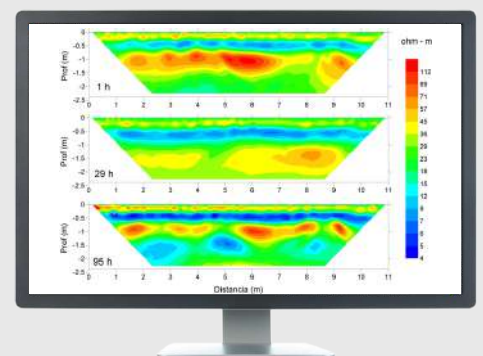
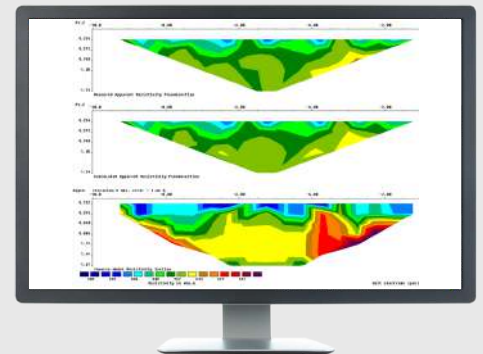


Nota: Según la disponibilidad del docente internacional, el módulo se dictará el día sábado.

ESTUDIO DE RESISTIVIDAD DEL SUELO

🕒 2 horas cronológicas

1. **Resistividad eléctrica del suelo**
 - 1.1. Factores físicos que determinan las propiedades del suelo
 - 1.2. Resistividades eléctricas referenciales conforme a la IEEE Std. 80-2013
 - 1.3. Resistividades eléctricas por estratos geológicos
2. **Ionización del suelo**
 - 2.1. Valores límites probables de campos eléctricos de ionización del suelo
 - 2.2. Comportamiento estático vs dinámico del suelo
3. **Métodos de medición de resistividad eléctrica del suelo**
 - 3.1. Método de los 3 Electrodoes o Método de Profundidad
 - 3.2. Método de la Jabalina o Pica Graduada
 - 3.3. Método de los 4 Electrodoes Uniformes o Método de Wenner
 - 3.4. Método de los 4 Electrodoes Desiguales o Método de Schlumberger
4. **Disposición y direcciones de medida de resistividad eléctrica**
5. **Definición del modelo geoelectrico del suelo**
 - 5.1. Modelo Uniforme o Mono Estratificado del suelo
 - 5.2. Modelo de 2 Capas o Biestratificado del suelo
 - 5.3. Modelo de Múltiples Capas o Estratos del suelo
6. **Métodos numéricos para aproximación de modelos geológicos**
 - 6.1. Método Gráfico de Sunde's – IEEE Std. 80 – 2013
 - 6.2. Método de Polinómico (Cuadraturas Adaptativas)
 - 6.3. Método de Burgsdorf – Yakobs
7. **Data de mediciones requerida**
8. **Interpretación de mediciones**
9. **Aproximación de modelos geológicos**



Nota: Según la disponibilidad del docente internacional, el módulo se dictará el día sábado.

DISEÑO DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

🕒 10 horas cronológicas

1. **Análisis de corriente de falla a tierra en subestaciones**
 - 1.1. Fuentes y características de las corrientes de falla a tierra
 - 1.2. Impacto de la corriente de falla en el diseño de puesta a tierra
 - 1.2.1. Cálculo del Factor de División de Corriente (S_f) y mitigación de Tensiones Transferidas (GPR)
2. **Objetivos de la puesta a tierra en subestaciones**
 - 2.1. Protección de personas y equipos
 - 2.2. Garantía de continuidad operativa bajo condiciones de falla
3. **Normativa y estándares internacionales**
 - 3.1. Revisión técnica del IEEE Std. 80: Principios clave y aplicaciones
4. **Seguridad de la puesta a tierra en subestaciones**
 - 4.1. Curva límite de corriente-tiempo tolerables: análisis técnico
 - 4.2. Tensiones tolerables de diseño: toque y paso según normas
 - 4.3. Comparación con otros estándares relevantes (IEC)
5. **Criterios de diseño para subestaciones eléctricas**
 - 5.1. Definición de parámetros de diseño
 - 5.2. Relación entre densidad de corriente, resistencia del terreno y configuración del sistemas
6. **Diseño de sistemas de puesta a tierra en subestaciones**
 - 6.1. Configuración y cálculo de mallas de puesta a tierra
 - 6.2. Métodos para garantizar una adecuada distribución de potenciales
7. **Selección de conductores y conexiones**
 - 7.1. Materiales y criterios de selección técnica
 - 7.2. Normas para conexiones confiables y duraderas
8. **Métodos para reducir la resistencia de puesta a tierra**
 - 8.1. Estrategias técnicas: electrodos adicionales, disposición geométrica, aditivos químicos
 - 8.2. Evaluación de costos vs. efectividad técnica
9. **Diseño con el método de elementos finitos**
 - 9.1. Fundamentos del análisis por elementos finitos aplicado al diseño de mallas a tierra



DISEÑO DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

🕒 10 horas cronológicas

9.2. Ejemplo técnico de aplicación

10. Uso de softwares especializados

10.1. Uso de software especializado

10.2. Análisis de casos simulados con herramientas especializadas

11. Consideraciones especiales para subestaciones GIS

11.1. Características particulares de subestaciones encapsuladas en gas

11.2. Impacto en el diseño de puesta a tierra

12. Caso práctico: Diseño de una malla a tierra para una subestación eléctrica

12.1. Análisis de requerimientos técnicos y normativos

12.2. Diseño e implementación del sistema utilizando software especializado

13. Mejoradores de suelo y su impacto en el diseño

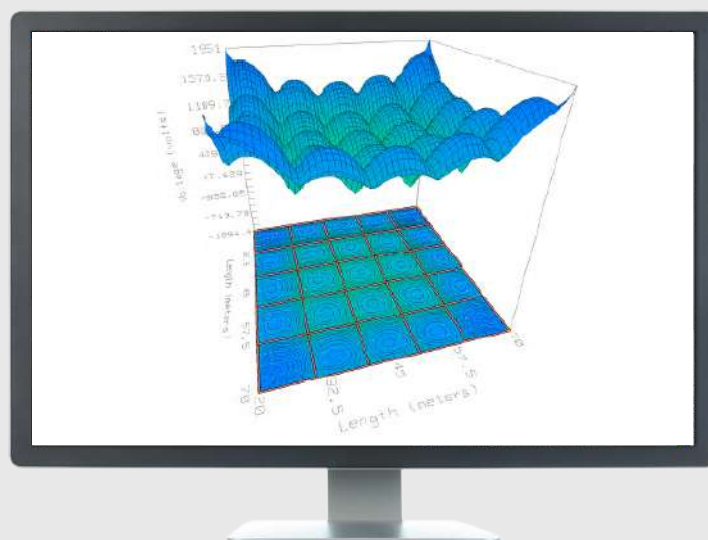
13.1. Propiedades técnicas de los mejoradores

13.2. Aplicaciones específicas en terrenos con alta resistividad

14. Caso práctico: Diseño de malla de tierra con mejoradores de suelo

14.1. Evaluación técnica del impacto de los mejoradores

14.2. Comparación entre diseño estándar y diseño mejorado



DISEÑO DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

🕒 4 horas cronológicas

1. Objetivo técnico de la puesta a tierra en líneas eléctricas

- 1.1. Función de puesta a tierra en líneas de transmisión y distribución
- 1.2. Protección de equipos, personal y estabilidad del sistema eléctrico

2. Normativas y estándares internacionales

- 2.1. Normas IEEE e IEC para puesta a tierra en líneas de transmisión

3. Requerimientos de puesta a tierra en torres eléctricas

- 3.1. Factores críticos en el diseño para transmisión y distribución
- 3.2. Importancia de la resistividad del terreno y configuración del sistema

4. Configuraciones y tipos de sistemas de puesta a tierra

- 4.1. Diseños comunes: electrodos verticales, horizontales y mallas
- 4.2. Ventajas técnicas según el tipo de terreno y aplicación

5. Propiedades de las puestas a tierra con mejoradores de suelo

- 5.1. Impacto de los mejoradores en terrenos de alta resistividad
- 5.2. Evaluación técnica y económica para líneas de transmisión y distribución

6. Tensiones de toque y paso cerca de torres eléctricas

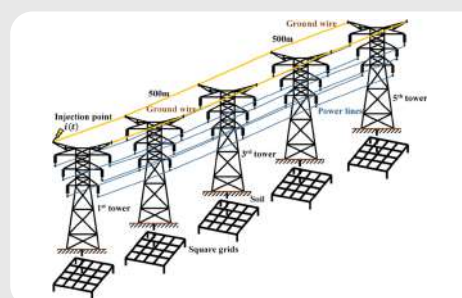
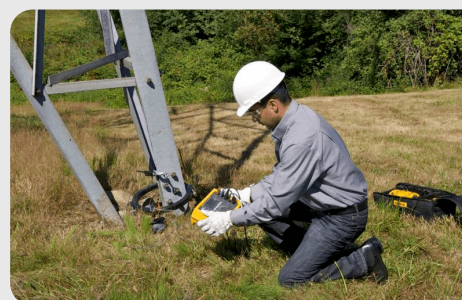
- 6.1. Análisis técnico: riesgos y mitigación
- 6.2. Cálculo de tensiones tolerables según normas internacionales

7. Comportamiento del sistema ante fallas y descargas atmosféricas

- 7.1. Respuesta de la puesta a tierra frente a cortocircuitos en torres
- 7.2. Comportamiento frente a descargas atmosféricas en líneas aéreas

8. Caso práctico: Diseño de una malla de tierra para una línea de transmisión

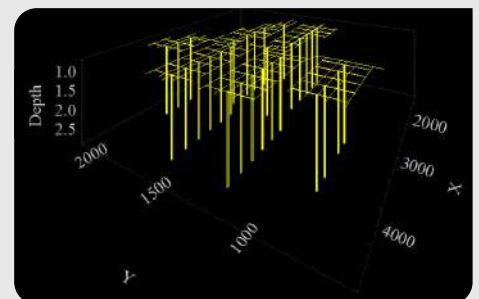
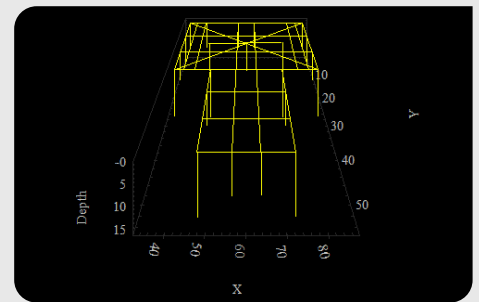
- 8.1. Simulación del diseño utilizando CYMGRD
- 8.2. Evaluación de tensiones de toque y paso bajo condiciones de falla



DISEÑO DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE SISTEMAS INDUSTRIALES

🕒 6 horas cronológicas

1. **Objetivo técnico de la puesta a tierra en plantas industriales**
 - 1.1. Funciones del SPT en entornos industriales
2. **Normativas y estándares internacionales**
 - 2.1. Revisión técnica de NEC 70 y la serie IEEE 3000
 - 2.2. Requisitos normativos específicos para sistemas industriales
3. **Métodos de conexión del neutro a tierra**
 - 3.1. Opciones comunes: neutro sólidamente conectado, resistencia limitada, y sistemas aislados
 - 3.2. Impacto de la configuración en el desempeño del sistema
4. **Obtención y ubicación del neutro y puntos de puesta a tierra**
 - 4.1. Técnicas para definir la ubicación óptima de los puntos de conexión
 - 4.2. Factores críticos: resistividad del terreno, distribución de cargas y riesgos eléctricos
5. **Puesta a tierra para protección contra rayos**
 - 5.1. Principios básicos de diseño según normativas.
 - 5.1.1. Evaluación y Análisis de Riesgo según norma IEC 62305-2
 - 5.2. Interacción entre sistemas de puesta a tierra generales y de protección contra descargas atmosféricas
6. **Esquemas de puesta a tierra en minería**
 - 6.1. Subestaciones móviles, uso de resistencias de puesta a neutro (NGR)
 - 6.2. Monitoreo de continuidad (Ground-Check)
7. **Criterios de diseño inicial de sistemas de puesta a tierra industriales**
 - 7.1. Selección de materiales y componentes
 - 7.2. Parámetros eléctricos básicos: tensiones de toque y paso permitidos
 - 7.3. Equipotencialidad y control de estática en Áreas Clasificadas (Sistemas ATEX)
8. **Técnicas de modelamiento de terreno**
 - 8.1. Representación de perfiles de resistividad y su impacto en el diseño



DISEÑO DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE SISTEMAS INDUSTRIALES

🕒 6 horas cronológicas

8.2. Casos prácticos de modelamiento de terreno aplicados a sistemas industriales

9. Uso de ETAP para modelamiento de terreno

- 9.1. Introducción al módulo de modelamiento en ETAP
- 9.2. Simulación práctica: definición de propiedades de terreno y análisis preliminar

10. Caso práctico

- 10.1. Configuración inicial y análisis de un sistema de puesta a tierra en ETAP

11. Criterios básicos de diseño de sistemas de puesta a tierra en ETAP

- 11.1. Dimensionamiento inicial de mallas de tierra
- 11.2. Verificación de tensiones de toque y paso permitidos

12. Aplicaciones prácticas en ETAP

- 12.1. Diseño de malla inicial para una planta industrial
- 12.2. Análisis y optimización básica del sistema

13. Criterios avanzados de diseño de sistemas de puesta a tierra

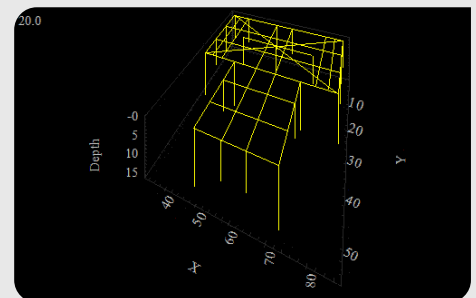
- 13.1. Modelación digital de sistemas de puesta a tierra en ETAP
- 13.2. Uso de AutoCAD para generar configuraciones de malla de tierra

14. Simulación avanzada con ETAP

- 14.1. Integración de datos modelados en AutoCAD con simulaciones en ETAP
- 14.2. Evaluación técnica de resultados y ajustes en el diseño

15. Caso práctico: Diseño de sistema de puesta a tierra en planta industrial

- 15.1. Configuración de un sistema completo utilizando ETAP
- 15.2. Verificación de cumplimiento normativo y optimización de diseño



DISEÑO DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS Y DE TELECOMUNICACIONES

🕒 8 horas cronológicas

1. Objetivo de la puesta a tierra para equipos electrónicos y de telecomunicaciones

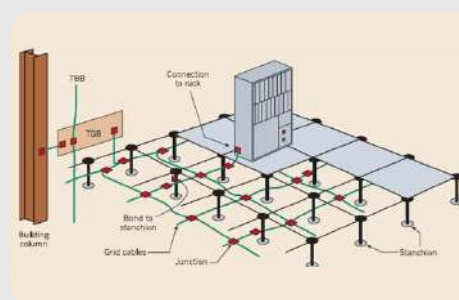
- 1.1. Funciones del SPT en equipos electrónicos y de telecomunicaciones

2. Normativas y estándares internacionales

- 2.1. Principales directrices del IEEE Std 1100
- 2.2. Requerimientos técnicos para equipos de telecomunicaciones e instrumentación

3. Fundamentos y necesidades generales del sistema de puesta a tierra

- 3.1. Principios básicos de operación: continuidad, baja impedancia y capacidad de disipación
- 3.2. Tipos de fallas y sus implicaciones en sistemas electrónicos sensibles



4. Puesta a tierra para equipos de instrumentación

- 4.1. Configuración y conexión adecuada para evitar bucles de tierra
 - 4.1.1. Desmitificar las "tierras aisladas" y enfocar en Topologías de Unión Equipotencial (CBN / SRG)
- 4.2. Consideraciones específicas en ambientes industriales y de telecomunicaciones

5. Especificación y selección de equipos y materiales

- 5.1. Criterios técnicos para conductores, electrodos y conexiones
- 5.2. Normas para conexiones seguras y duraderas en sistemas electrónicos

6. Recomendaciones de diseño y prácticas de instalación

- 6.1. Disposición geométrica de la malla para minimizar tensiones transitorias
- 6.2. Prácticas recomendadas para instalación en sitios críticos de telecomunicaciones
- 6.3. Formulación del proyecto base para modelamiento y análisis

7. Caso práctico: Diseño de una malla de tierra para telecomunicaciones

- 7.1. Desarrollo completo utilizando software especializado
- 7.2. Modelado de terreno, configuración de la malla y análisis de tensiones de paso y toque

MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

🕒 4 horas cronológicas

1. **Métodos de medida de resistencia de puesta a tierra**
 - 1.1. Método de caída de potencial
 - 1.2. Método del 62%
 - 1.3. Método selectivo
 - 1.4. Método con pinza
 - 1.5. Limitaciones y condiciones de aplicación
2. **Instrumentos para medir resistencia de puesta a tierra**
 - 2.1. Tipos de telurómetros
 - 2.2. Rango de medición y precisión
 - 2.3. Errores sistemáticos y errores de conexión
 - 2.4. Criterios para selección del equipo
3. **Normativas y estándares internacionales**
 - 3.1. IEEE Std 81
 - 3.2. Procedimientos recomendados por norma
 - 3.3. Requisitos de separación y verificación
4. **Factores que influyen en los resultados**
 - 4.1. Influencia de estructuras metálicas enterradas
 - 4.2. Corrientes parásitas y ruido eléctrico
 - 4.3. Humedad y variación estacional
 - 4.4. Interferencia con mallas extensas
5. **Influencia de cables de guarda en SPT de subestaciones**
 - 5.1. División de corriente
 - 5.2. Conexión múltiple a torres
 - 5.3. Efecto en mediciones aparentes
6. **Interpretación de los resultados**
 - 6.1. Curvas típicas de medición
 - 6.2. Identificación de lecturas erróneas
 - 6.3. Diagnóstico de inconsistencias
 - 6.4. Coherencia entre diseño y medición
7. **Medición de impedancia de puesta a tierra**
 - 7.1. Diferencia entre resistencia e impedancia
 - 7.2. Respuesta en alta frecuencia
 - 7.3. Limitaciones prácticas de medición
8. **Aplicaciones con Excel**
 - 8.1. Cálculo automático del 62%
 - 8.2. Corrección de datos
 - 8.3. Graficación de resultados
 - 8.4. Validación técnica de coherencia



LABORATORIO PRÁCTICO EN CAMPO DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA: MEDICIÓN, VALIDACIÓN Y DIAGNÓSTICO TÉCNICO

🕒 4 horas cronológicas

📅 **Sábado 16 de enero del 2027** | ⌚ **09:00 a 13:00** (UTC -05:00)

1. Reconocimiento del área y condiciones de campo

- 1.1. Evaluación visual del terreno
 - 1.1.1. Tipo de suelo, humedad superficial y vegetación
 - 1.1.2. Presencia de estructuras metálicas enterradas y cables
- 1.2. Protocolos de seguridad en campo
- 1.3. Criterios para selección de zonas de medición
 - 1.3.1. Identificación de zonas representativas del terreno
 - 1.3.2. Detección de interferencias, cables enterrados y estructuras metálicas
 - 1.3.3. Evaluación de humedad, tránsito y condiciones reales de campo
- 1.4. Verificación funcional de equipos
 - 1.4.1. Telurómetro, electrodos auxiliares y cables de extensión

2. Medición de resistividad del terreno: Método Wenner

- 2.1. Criterios de aplicación del método Wenner
 - 2.1.1. Condiciones en las que el método es recomendable
 - 2.1.2. Limitaciones y errores frecuentes en campo
- 2.2. Disposición física de electrodos en campo
 - 2.2.1. Criterios de alineación y hincado
 - 2.2.2. Espaciado progresivo entre electrodos
- 2.3. Toma de lecturas y construcción de la curva
- 2.4. Decisiones de campo ante lecturas inestables (terreno heterogéneo, interferencias detectadas)



3. Medición de resistencia de puesta a tierra

- 3.1. Criterios de selección del método de medición
 - 3.1.1. Cuándo aplicar caída de potencial, pinza o método selectivo
 - 3.1.2. Condiciones que limitan o invalidan cada método
 - 3.1.3. Errores y desviaciones frecuentes por método
- 3.2. Disposición de electrodos auxiliares en campo
 - 3.2.1. Cálculo de distancias y verificación de alineación
 - 3.2.2. Conexión físico en campo

Nota: Para la participación, los asistentes deberán llevar una laptop. Además, durante las actividades de medición y manipulación de equipos, deberán contar con zapatos de seguridad y guantes dieléctricos/protección mecánica.

LABORATORIO PRÁCTICO EN CAMPO DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA: MEDICIÓN, VALIDACIÓN Y DIAGNÓSTICO TÉCNICO

🕒 4 horas cronológicas

- 3.3. Aplicación del método de caída de potencial
 - 3.3.1. Toma de lecturas en tres posiciones
 - 3.3.2. Verificación del punto del 62% en la curva
- 3.4. Aplicación del método de pinza
 - 3.4.1. Conexión en sistema multipunto
 - 3.4.2. Lectura e interpretación del resultado
- 3.5. Registro de datos obtenidos en campo

4. Interpretación de resultados y diagnóstico del sistema

- 4.1. Identificación de lecturas inconsistentes
 - 4.1.1. Interferencias, estructuras metálicas y variación estacional
- 4.2. Contraste de resultados con criterios normativos y técnicos
 - 4.2.1. Comparación de valores medidos con IEEE Std. 80, IEEE Std. 81 y criterios de diseño
- 4.3. Diagnóstico según tipo de instalación y conclusiones técnicas
 - 4.3.1. Criterios de aceptación en subestaciones, plantas industriales, sistemas fotovoltaicos, otros
 - 4.3.2. Evaluación de confiabilidad, necesidad de mejora e interferencias
- 4.4. Conclusiones técnicas sobre el estado del sistema
 - 4.4.1. Juicio técnico: sistema aceptable, requiere mejora o rediseño
 - 4.4.2. Recomendaciones de intervención: electrodos, mejoradores o corrección de conexiones



5. Elaboración del reporte técnico de campo

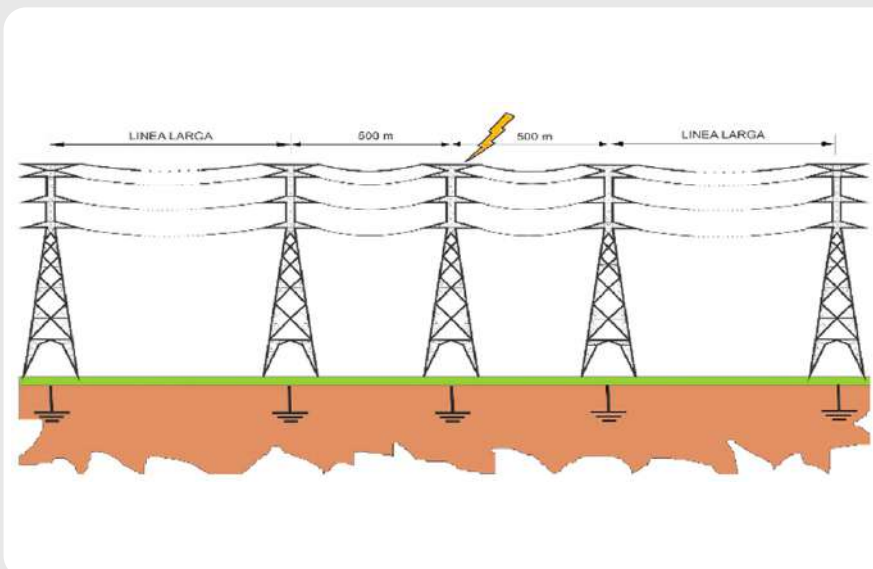
- 5.1. Estructura de un reporte técnico de medición de puesta a tierra
 - 5.1.1. Datos del sistema, metodología aplicada y equipos utilizados
 - 5.1.2. Condiciones de medición y resultados obtenidos
 - 5.1.3. Interpretación, observaciones y recomendaciones técnicas
- 5.2. Revisión del reporte técnico

Nota: Para la participación, los asistentes deberán llevar una laptop. Además, durante las actividades de medición y manipulación de equipos, deberán contar con zapatos de seguridad y guantes dieléctricos/protección mecánica.

ESTUDIO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN ALTA FRECUENCIA

🕒 3 horas cronológicas

1. **Sistema de Puesta a Tierra de Alta Frecuencia**
2. **Coordinación de Puesta a Tierra**
 - 2.1. Requerimientos para la coordinación de PAT
 - 2.2. Recomendaciones para garantizar una adecuada coordinación de PAT
3. **Análisis del comportamiento dinámico de la Puesta a Tierra**
 - 3.1. Comportamiento dinámico del suelo
 - 3.1.1. Resistividad del suelo o terreno
 - 3.1.2. Resistividad del agua
 - 3.1.3. Ionización del suelo o terreno
4. **Propagación de la corriente del rayo en la Puesta a Tierra**
5. **Modelo EMT de la Puesta a Tierra en Alta Frecuencia**



Nota: Según la disponibilidad del docente internacional, el módulo se dictará el día sábado.

DISEÑO DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN PROYECTOS SOLARES FOTOVOLTAICOS

🕒 6 horas cronológicas

1. **Análisis de la topología en Proyectos Solares Fotovoltaicos (PFV)**
2. **Tópicos técnicos a focalizar en el retorno de la corriente por la tierra en PFV**
 - 2.1. Análisis del esquema de conexión de Puesta a Tierra de los cables o líneas en PFV
 - 2.2. Distribución de corrientes de falla a tierra en PFV
 - 2.3. Consideración de selección de la corriente de falla a tierra en PFV
3. **Metodología para la estimación de la corriente de retorno por la tierra en PFV**
 - 3.1. Enfoque de cálculo a través de la IEEE Std. 80-2013 en PFV
 - 3.2. Enfoque de cálculo a través de la IEC 60909-3:2009 en PFV
 - 3.3. Enfoque de cálculo a través de la UNE-EN 50522:2022 en PFV
 - 3.4. Enfoque por medio de simulaciones EMT en PFV
4. **Análisis de tensiones críticas a tierra en PFV**
5. **Conexionado del Sistema de Puesta a Tierra en PFV**



Nota: Según la disponibilidad del docente internacional, el módulo se dictará el día sábado.

MODALIDAD DE PARTICIPACIÓN AL LABORATORIO PRÁCTICO

El módulo 10 está orientado al desarrollo de un laboratorio de aplicación práctica, donde los alumnos consolidan los conocimientos teóricos adquiridos mediante la medición, validación y diagnóstico técnico en campo de sistemas de puesta a tierra.

MODALIDAD PRESENCIAL

Acceso a prácticas presenciales en Lima (Perú) con instrumentos especializados para medición de sistemas de puesta a tierra, procedimientos de campo, interpretación de resultados y diagnóstico del sistema, bajo supervisión directa de instructores expertos, garantizando una experiencia técnica aplicada.

MODALIDAD VIRTUAL EN VIVO

Transmisión en alta calidad con múltiples ángulos de cámara y explicación en tiempo real, que brinda una experiencia inmersiva equivalente a la presencial, permitiendo a los alumnos virtuales seguir cada procedimiento con alto nivel de detalle e interacción directa con el instructor.



NOTA:

Todos los alumnos, tanto presenciales como virtuales, tendrán acceso a las grabaciones optimizadas de la sesión, permitiéndoles repasar cada contenido, fortalecer su aprendizaje y avanzar a su propio ritmo tras el entrenamiento técnico de alto nivel.

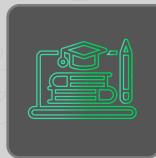


BENEFICIOS



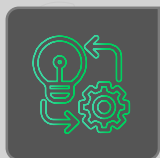
Aprendizaje integral:

Formación aplicada orientada al desarrollo de competencias técnicas y prácticas para un mejor desempeño profesional.



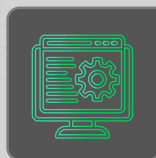
Recursos de estudio especializados:

Biblioteca digital con diapositivas, manuales, guías y archivos de simulación para reforzar la aplicación práctica de los contenidos.



Metodología práctica:

Clases dinámicas con ejercicios y casos técnicos que promueven el aprendizaje colaborativo. La metodología contempla 70% práctica y 30% teoría.



Acceso a la plataforma:

Sesiones virtuales y acceso por un año desde cualquier dispositivo, ofreciendo una experiencia flexible y adaptada al ritmo de cada participante.



Acompañamiento técnico y académico:

Asesoría personalizada y seguimiento continuo durante todo el programa, con atención a consultas mediante los canales institucionales.



Networking profesional:

Participación en una comunidad internacional del sector eléctrico que fomenta el intercambio técnico y la generación de redes profesionales.



EVALUACIÓN

El rendimiento del participante será evaluado bajo una escala vigesimal, siendo **la nota mínima aprobatoria 14.00**.

La evaluación combina los aspectos teóricos y prácticos del programa, valorando la aplicación efectiva de los conocimientos adquiridos durante las sesiones.



DOBLE CERTIFICACIÓN INTERNACIONAL

IEEE proporcionará créditos CEU (o PDH) a los participantes que aprueben el Programa de Especialización: Diseño Integral de Sistemas de Puesta a Tierra. En total, se emitirán **4.9 CEU y 49 PDH**.

Asimismo, GREENER – Escuela de Ingeniería emitirá un certificado digital con una duración de 49 horas cronológicas, el cual será remitido al correo electrónico proporcionado por el participante en su inscripción, desde la cuenta institucional **capacitaciones@greener.com**.

Este documento contará con la firma oficial de la institución y será entregado en **un plazo máximo de 15 días hábiles** posteriores a la finalización del programa.



*Imagen Referencial del Certificado

IMPACTO PROFESIONAL

- Aumenta tu credibilidad técnica ante empresas y organismos internacionales.
- Accede a mejores oportunidades laborales y posiciones de liderazgo de ingeniería.
- Mejora tu perfil competitivo para asumir proyectos eléctricos de gran envergadura.
- Únete a una comunidad internacional de ingenieros y participa en espacios de colaboración.

REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN

- Aprobar todas las evaluaciones del programa con una nota mínima de 14/20.
- Cumplir los criterios académicos y administrativos establecidos por GREENER.
- Completar el formulario IEEE Credentialing Program para la emisión oficial de tu certificación.

MEDIOS DE PAGO

PAGOS NACIONALES (PERÚ)

TRANSFERENCIA MEDIANTE

BBVA

Cuenta Corriente en Soles:

0011-0201-0100048348

Código de Cuenta Interbancario

(CCI): 011-201-000100048348 15

**TRANSFERENCIA
INTERBANCARIA**

(OTROS BANCOS)

**Código de Cuenta
Interbancario (CCI):**

003-200-003004790993-39

Interbank

Cuenta Corriente en Soles:

2003004790993

Código de Cuenta Interbancario

(CCI): 00320000300479099339

Beneficiario: Ingeniería, Tecnología y Educación
Greener S.A.C.

RUC: 20606279991

BCP

Cuenta Simple Soles:

194 7069 720011

Número de Cuenta Interbancario

(CCI): 002-194-00706972001194

PAGOS INTERNACIONALES (FUERA DE PERÚ)

Para realizar el depósito vía
Paypal, ingrese al siguiente link:



Link de Pago

[https://paypal.me/greener11?
locale.x=es_XC](https://paypal.me/greener11?locale.x=es_XC)

Pago sin comisión, con cualquier
tipo de tarjeta crédito o débito.

VISA



TRANSFERENCIA INTERBANCARIA INTERNACIONAL

- **Cuenta (dólares):** 200-3004791000
- **Nombre de empresa:** INGENIERÍA, TECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN GREENER S.A.C
- **Dirección de empresa:** Jr. Aracena 128.
Surco, Lima - Perú
- **Banco:** Interbank
- **SWIFT:** BINPPEPL
- **Dirección del banco:** Av. Carlos Villarán N° 140,
Urb. Santa Catalina, La Victoria, Lima, Perú.

Nota: Si opta por esta opción, se añadirá
70 USD al monto final por comisión de los
gastos bancarios.

Si desea realizar el pago a través
de los siguientes medios,
solicitar los datos.

niubiz: Western
Union

INVERSIÓN

INVERSIÓN PERÚ

S/. 2800

INVERSIÓN EXTRANJERO

US\$ 890

PROCESO DE INSCRIPCIÓN

- 1** Realiza el pago y envía el comprobante a comercial@greenersac.com
- 2** Completa tus datos personales y de facturación en el siguiente formulario: <https://forms.gle/vRFepZxxbY7pUMeu9>
- 3** Recibirás la confirmación de tu inscripción junto con las instrucciones detalladas para acceder al aula virtual y comenzar tu formación.

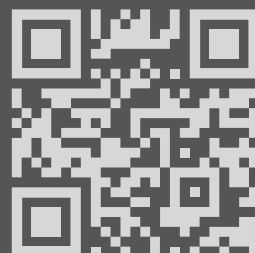
INFORMES E INSCRIPCIONES



+51 943 237 779



comercial@greenersac.com



¿QUIERES DISEÑAR ESTE PROGRAMA PARA TU ORGANIZACIÓN?

CONTÁCTANOS

+51 943 237 779

comercial@greenersac.com

BENEFICIOS



Modalidad flexible: Formato presencial o virtual según las necesidades de tu equipo.



Capacitación personalizada: Contenido adaptado a los requerimientos específicos de tu organización.



Mayor rendimiento: Mejora la productividad y el compromiso de tu equipo.



Impulso empresarial: Prepara a tu empresa para destacarse en un mercado en constante evolución.



Innovación tecnológica: Implementa herramientas y software de última generación en ingeniería y mantenimiento.





GREENER
Escuela de Ingeniería

Fortalece la seguridad de tus sistemas eléctricos dominando sistemas de puesta a tierra con enfoque técnico, normativo y aplicado.

