



PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN

# PROTECCIÓN EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

INICIO

**31 OCT**



DURACIÓN  
50 Horas  
**4 Meses**



HORARIO  
Miércoles y viernes  
**19:00 - 21:10\***

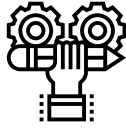


MODALIDAD  
Online  
**SÍNCRONO**



INFORMES E  
inscripciones  
**+51 978 421 697**

# ¿Por qué elegirnos?



Metodología  
práctica, aplicada y  
altamente especializada



Pagos  
internacionales  
Cuotas sin interés



Docentes con  
trayectoria  
internacional



Acompañamiento  
personalizado



Certificación  
internacional



Acceso 1 año  
a la plataforma

## Beneficios Comunidad Inel



Descuento 40%:  
Para todos los  
programas solo  
durante su  
lanzamiento.



Revisión  
CV/LinkedIn:  
Revisión grupal  
mensual para  
mejorar tu perfil  
profesional



Sorteo de  
entradas:  
A eventos y  
experiencias  
exclusivas de  
nuestros aliados  
internacionales.



Miembro  
destacado: Los  
integrantes más  
activos serán  
entrevistados en  
nuestro podcast  
"Entre Fases"

+1000  
empresas  
CAPACITADAS

PRESENCIA EN  
**+30**  
países

+32,000  
estudiantes  
AL REDEDOR  
DEL MUNDO

# Sabías que...

**La protección de los sistemas eléctricos de potencia es tanto una ciencia como un arte.**

Según Lewis Blackburn la protección es la ciencia, habilidad y arte de aplicar y configurar relés, para proporcionar la máxima sensibilidad a fallas y condiciones indeseables, pero evitar su operación bajo todas las condiciones permisibles o tolerables.

Aprender esta disciplina es crucial para mantener la estabilidad de la red, garantizar la seguridad, prevenir daños en equipos, mejorar la eficiencia operativa, cumplir normativas y responder a condiciones anormales.

Conscientes de esta necesidad, Inel ha creado meticulosamente un programa para formar especialistas competentes en Protección de sistemas eléctricos de potencia. ¡Inscríbete ahora y potencia tu crecimiento profesional en esta apasionante área!



# Objetivos



Aprender sobre los fundamentos de las protecciones y los equipos asociados a los sistemas de protección.

Aprender a realizar estudios de coordinación de protección de generadores síncronos y transformadores de potencia.

Aprender a realizar estudios de coordinación de protección de líneas de transmisión y barras.

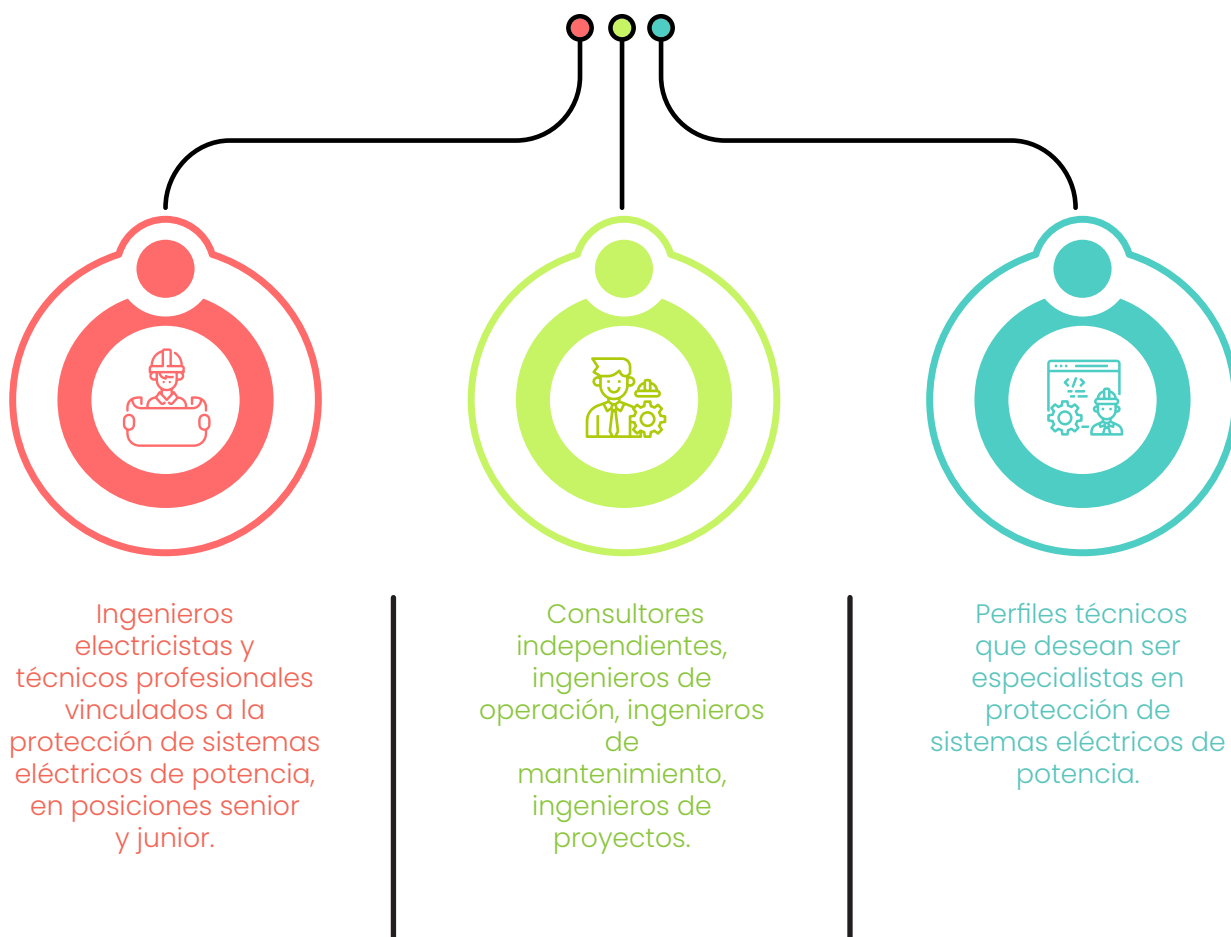
Aprender a realizar estudios de coordinación de protección de reactores de potencia y bancos de capacitores.

Aprender a realizar estudios de protecciones sistémicas.

Aplicar técnicas de coordinación de protecciones para garantizar la operación segura y confiable de los sistemas eléctricos de potencia.



# Este programa está diseñado para:



## Requisitos

DigSILENT PowerFactory: Versión 2021, Inel cuenta con una licencia para los instructores, el alumno debe ingresar con licencia propia.

# Estructura curricular

## I

### Módulo

#### Fundamentos de Protecciones (2 horas cronológicas)

**Aprender los fundamentos de protecciones de sistemas eléctricos de potencia.**

- Introducción y generalidades
- Objetivos de un sistema de protección
- Zonas de protección
- Tipos de relés de protección
- Nomenclatura y códigos ANSI e IEC
- Aplicaciones en sistemas de potencia
- **Aplicación en proyecto real 1 – Central Hidroeléctrica de 456 MW EN 220 kV**
  - Definir las zonas de protección en PowerFactory

## II

### Módulo

#### Equipos Asociados al Sistema de Protección (2 horas cronológicas)

**Aprender sobre los equipos asociados al sistema de protección.**

- Simbología de dispositivos de acuerdo ANSI e IEC
- Interruptores de potencia
- Transformadores de corriente
- Transformadores de tensión
- Enlaces de comunicaciones
- Fuentes de alimentación auxiliar
- Cableados de control
- **Aplicación en proyecto real 2 – Subestación de 260 MVA en 220 kV**
  - Modelamiento de transformadores de instrumentación en PowerFactory

## Protección de transformadores de Potencia

(8 horas cronológicas)

### Aprender a realizar estudios de coordinación de protecciones de transformadores de potencia.

- Fundamentos técnicos
  - Clasificación de transformadores de potencia
  - Características técnicas de los transformadores
  - Fallas de internas en transformadores de potencia
  - Fallas de externas en transformadores de potencia
  - Energización de transformadores (corriente inrush)
  - Sobreexcitación en transformadores de potencia
- Normativas y estándares internacionales
- Descripción esquemas de protección
- Protección de sobrecorriente de fase y tierra (50/51, 50N/51N, 50G/51G)
- Protección diferencial de transformadores 87T y 87REF
- Protección de secuencia negativa
- Protección contra sobreexcitación
- Protección contra sobrecarga
- Protección mecánica de transformadores
  - Relé de acumulación de gas
  - Relé detector de gas
  - Relé de presión
- Protecciones 27/59, 81 U/O, 50BF
- Desarrollo de un estudio de protección de transformadores de potencia
  - Flujograma del proceso
  - Objetivos de estudio
  - Metodología y criterios
  - Data e información requerida
  - Recopilación de la información
  - Modelamiento
  - Validación del modelo
  - Resultados y reportes
  - Redacción del informe
- **Aplicación en proyecto real 3 – Transformador de 12,5 MVA en 138 kV**
  - Estudio de coordinación de protecciones – parte 1
- **Aplicación en proyecto real 3 – Transformador de 12,5 MVA en 138 kV**
  - Estudio de coordinación de protecciones – parte 2
- **Aplicación en proyecto real 4 – Transformador de 45 MVA en 60 kV**
  - Estudio de coordinación de protecciones

## IV

## Módulo

### Protección de líneas de transmisión (10 horas cronológicas)

#### **Aprender a realizar estudios de coordinación de protecciones de líneas de transmisión.**

- Fundamentos técnicos
- Normativas y estándares
- internacionales
- Descripción esquemas de protección
- Protección de distancia de fases y tierra (21, 21N)
- Protección diferencial de línea (87L)
- Protección de sobrecorriente direccional de tierra (67N)
- Protección de oscilación de potencia
- Protección de recierre
- Cierre sobre falla (SOTF)
- Protecciones 74, 59/27, 25, 78, LF, PMU, RF, DP, 85, STUB
- Esquemas de teleprotección
- Protección de líneas con compensación serie
- Desarrollo de un estudio de protección de líneas de transmisión
  - *Flujograma del proceso*
  - *Objetivos del estudio*
  - *Metodología y criterios*
  - *Data e información requerida*
  - *Recopilación de la información*
  - *Modelamiento*
  - *Validación del modelo*
  - *Resultados y reportes*
  - *Redacción del informe*

- **Aplicación en proyecto real 5 – Línea de transmisión de 220 kV**
  - *Estudio de coordinación de protecciones*
- **Aplicación en proyecto real 6 – Línea de transmisión de 500 kV con**
  - *Estudio de coordinación de protecciones*



## V

## Módulo

### Protección de barras (4 horas cronológicas)

**Aprender a realizar estudios de protección de barras.**

- Fundamentos técnicos
- Normativas y estándares internacionales
- Descripción esquemas de protección
- Protección diferencial de barras 87B
- Protección falla de interruptor (50BF)
- Protección de sobrecorriente de fases y tierra (50/51, 50N/51N)
- Desarrollo de un estudio de protección de barras
  - *Flujograma del proceso*
  - *Objetivos del estudio*
  - *Metodología y criterios*
  - *Data e información requerida*
  - *Recopilación de la información*
  - *Modelamiento*
  - *Validación del modelo*
  - *Resultados y reportes*
  - *Redacción del informe*
- **Aplicación en proyecto real 7 – Subestación barra simple en 220 kV**
  - *Estudio de protecciones de barra*
- **Aplicación en proyecto real 8 – Subestación de interruptor y medio en 220 kV**
  - *Estudio de protecciones de barra*

### Retroalimentación Parcial (2 horas cronológicas)

## Protección de generadores síncronos (12 horas cronológicas)

### Aprender a realizar estudios de coordinación de protecciones de generadores síncronos.

- Fundamentos técnicos
  - Máquina síncrona
  - Principio de funcionamiento
  - Características del generador
  - Corriente de cortocircuito del generador
  - Puesta a tierra de generadores
- Normativas y estándares
  - internacionales
  - IEEE C37.101-2006
  - IEEE C37.102-2006
  - IEEE C37.106-2006
  - Normativas complementarias (IEEE, IEC, NERC)
- Descripción esquemas de protección
- Protección diferencial del generador 87G
- Protección de respaldo (51V, 21)
- Protección de falla a tierra (64G, 64F)
- Protección de secuencia negativa
- Protección del devanado de campo
- Protección de sobre excitación
- Protección contra pérdida de sincronismo
- Protección contra pérdida de excitación
- Protección de potencia inversa
- Protección 27/59, 81 U/O, 59N, 50BF, 49, 67, 25.
- Desarrollo de un estudio de protección de generadores síncronos
  - Flujograma del proceso
  - Objetivos del estudio
  - Metodología y criterios
  - Data e información requerida
  - Recopilación de la información
  - Modelamiento
  - Validación del modelo
  - Resultados y reportes
  - Redacción del informe

- **Aplicación en proyecto real 9 – Central hidroeléctrica de 65 MVA en 220 kV**
  - Estudio de coordinación de protecciones de generador – parte 1
- **Aplicación en proyecto real 9 – Central hidroeléctrica de 65 MVA en 220 kV**
  - Estudio de coordinación de protecciones de generador – parte 2
- **Aplicación en proyecto real 10 – Central hidroeléctrica de 11 MVA en 60 kV**
  - Estudio de coordinación de protecciones
- **Aplicación en proyecto real 11 – Central térmica de 232 MVA en 500 kV**
  - Estudio de coordinación de protecciones

## VII

## Módulo

### Protección de reactores de potencia (2 horas cronológicas)

**Aprender a realizar estudios de protección de reactores de potencia.**

- Fundamentos técnicos
- Normativas y estándares internacionales
- Descripción esquemas de protección
- Criterios para el ajuste de protección
- Protección diferencial del reactor 87B
- Protección de sobrecorriente de fases y tierra (50/51, 50N/51N)
- Protecciones 49, 27/59, 67N, 59, 63
- Desarrollo de un estudio de protección de reactores de potencia
  - *Flujograma del proceso*
  - *Objetivos del estudio*
  - *Metodología y criterios*
  - *Data e información requerida*
  - *Recopilación de la información*
  - *Modelamiento*
  - *Validación del modelo*
  - *Resultados y reportes*
  - *Redacción del informe*
- **Aplicación en proyecto real 12 – Reactor de 30 MVA en 220 kV**
  - *Estudio de protecciones de reactor*

## VIII

## Módulo

### Protección de banco de capacitores (2 horas cronológicas)

**Aprender a realizar estudios de protección de banco de capacitores.**

- Fundamentos técnicos
- Normativas y estándares internacionales
- Descripción esquemas de protección
- Criterios para el ajuste y coordinación de protección
- Protecciones 50/51, 51N, 27, 59, 59N
- Desarrollo de un estudio de protección de banco de capacitores
  - *Flujograma del proceso*
  - *Objetivos del estudio*
  - *Metodología y criterios*
  - *Data e información requerida*
  - *Recopilación de la información*
  - *Modelamiento*
  - *Validación del modelo*
  - *Resultados y reportes*
  - *Redacción del informe*
- **Aplicación en proyecto real 13 –Banco de condensadores de 3 MVA en 220 kV**
  - *Estudio de protecciones de capacitor*

## IX

## Módulo

### Protecciones sistémicas (4 horas cronológicas)

#### **Aprender a realizar estudios de protecciones sistémicas.**

- Aprender a realizar estudios de protecciones sistémicas
- *Esquema de rechazo/desconexión de carga por mínima frecuencia*
- *Esquema de rechazo/desconexión de carga por mínima tensión*
- *Esquema de desconexión de generación*
- *Esquema de bloqueo de oscilación de potencia y disparo por pérdida de sincronismo*
- *Esquema de protección contra sobretensiones*
- *Desarrollo de un estudio de protecciones sistémicas*
  - *Flujograma del proceso*
  - *Objetivos del estudio*
  - *Metodología y criterios*
  - *Data e información requerida*
  - *Recopilación de la información*
  - *Modelamiento*
  - *Validación del modelo*
  - *Resultados y reportes*
  - *Redacción del informe*
- **Aplicación en proyecto real 14 – Estudio de rechazo automático de carga/generación del SEIN – año 2025**

### Retroalimentación Final (2 horas cronológicas)

# Expertos

## Mauricio Sanabria

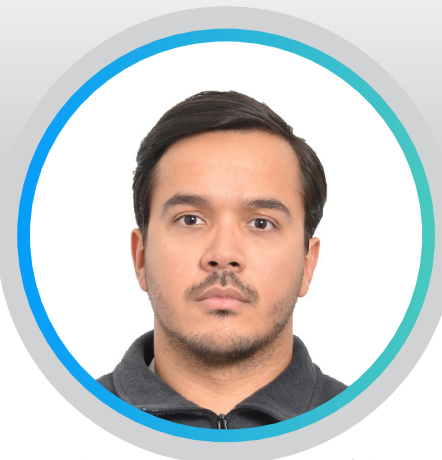
*Especialista en protección integral de líneas de transmisión*

**Ingeniero Electricista por la Universidad de La Salle**, con estudios de Maestría en Ingeniería Electromagnética en la UAM de México

**Más de 5 años de experiencia** en operación y mantenimiento de protecciones, estudios de coordinación y análisis de sistemas eléctricos en sectores industriales y energéticos.

Liderazgo técnico en investigación aplicada, con publicaciones internacionales sobre análisis de señales, calidad de energía y oscilaciones.

**Actualmente instructor de Inel** – Escuela Técnica de Ingeniería e Ingeniero de Mantenimiento de Protecciones AT en ENEL Colombia.



# Expertos

## John Valencia

*Especialista en Protecciones y Puesta en Servicio de Sistemas de Potencia*

**Ingeniero Electricista por la Universidad Nacional de Colombia**, con especialización en Gerencia de Proyectos.

**Más de 10 años de experiencia en pruebas, operación y mantenimiento de protecciones**, estudios de coordinación y análisis de sistemas eléctricos en sectores industriales y energéticos en Colombia, Perú, Bolivia y Trinidad & Tobago.

**Experiencia en puesta en servicio de subestaciones hasta 500 kV**, coordinación de protecciones, estudios eléctricos con software especializado (ATP, CAPE, DIGSILENT, ETAP), y pruebas con equipos como OMICRON CMC 356 y CPC 100.

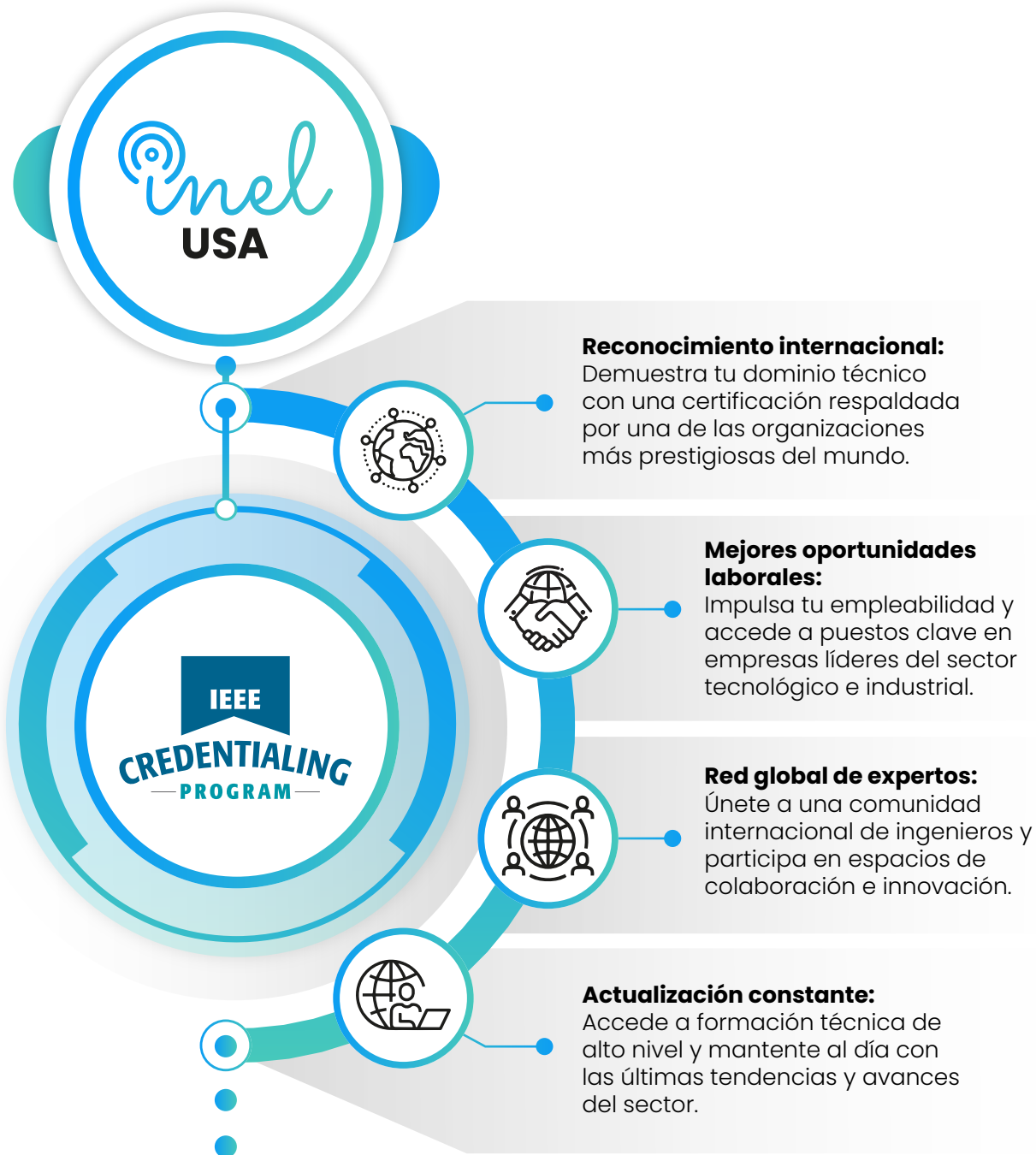
**Liderazgo técnico como instructor en capacitaciones internacionales** sobre protecciones y sistemas eléctricos, en empresas como Enertolima, CRE Bolivia y EPM.

**Actualmente Ingeniero en el área de Control**, Protecciones y Pruebas en Empresas Públicas de Medellín (EPM)



NOTA: INEL se reserva el derecho de modificar la plana docente, por motivos de fuerza mayor o por disponibilidad del expositor, garantizando que la calidad del programa no se vea afectada.

# Certificación



## Requisitos para acceder a la doble certificación:

### Certificación INEL:

- Desarrollo de las evaluaciones con nota final igual o mayor a 14

### Certificación IEEE

- Entrega del trabajo final
- Formulario IEEE



# Inversión



US\$ **1,210**

- Aplican descuentos por pago al contado
- Incluye acceso total al aula virtual
- Incluye el costo de las certificaciones oficiales



## Inscripción

1

Enviar el comprobante de pago a **inel@inelinc.com** al realizar el pago.

2

Ingresar sus datos personales y de facturación a [bit.ly/INEL\\_Matricula](https://bit.ly/INEL_Matricula)

3

**Recibirá las instrucciones para el acceso al aula virtual**, el contenido del programa estará disponible el día de inicio.



## Contacto



**ANNEL PILLACA**

EJECUTIVA COMERCIAL

📞 (+51) 978 421 697

✉️ [annelpillaca@inelinc.com](mailto:annelpillaca@inelinc.com)



Respondemos  
tus consultas

# Capacitación corporativa

Nos alineamos contigo para diseñar un plan de capacitación personalizado, adaptado a tus objetivos, que potencie el talento de tu equipo y genere resultados medibles y de alto impacto en tu organización.

## Beneficios

**Capacitación personalizada**  
conforme a los requerimientos  
de la organización



**Modalidad online**  
sincrónica,  
asincrónica o inhouse

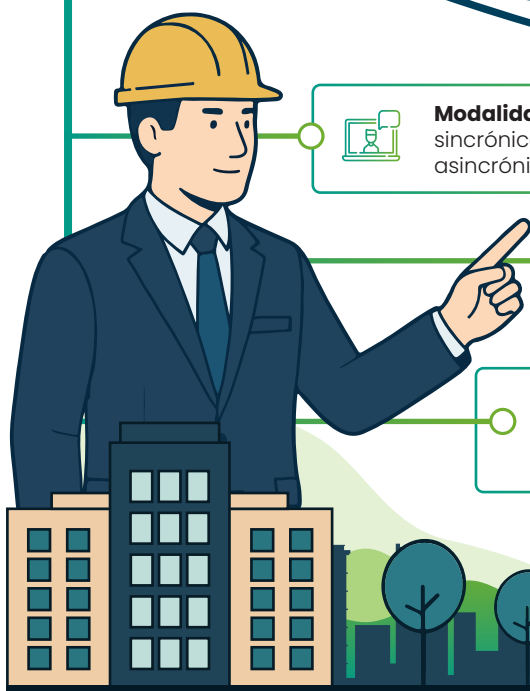
**Mejora y retén el talento**  
de tu empresa



**Incrementa la rentabilidad** y  
apertura nuevas  
líneas de negocio



**Aumento de la productividad**, eficiencia  
y calidad del trabajo



**Impulsamos el talento  
de tu equipo**



## CONTACTO

CORPORATIVO

☎ (+51) 949 217 183

✉ corporate@inelinc.com



Agenda un  
reunión

The Inel logo, featuring a stylized 'i' with concentric circles above it, followed by the word 'nel' in a cursive script.

## Principales Clientes



• EIN: 36 - 5113040 | 7345 W SAND LAKE RD, STE 210 OFFICE  
4487 ORLANDO, FL 32819 US