



PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN

# Protección de Sistemas Eléctricos de Potencia

INICIO  
**18 MAR**



DURACIÓN  
50 Horas  
**4 Meses**



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



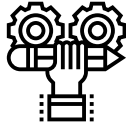
MODALIDAD  
Online  
**SÍNCRONO**



INFORMES E  
inscripciones  
**+51 975 501 530**



# ¿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



Precio  
preferente:  
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 qué...

## ¿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.

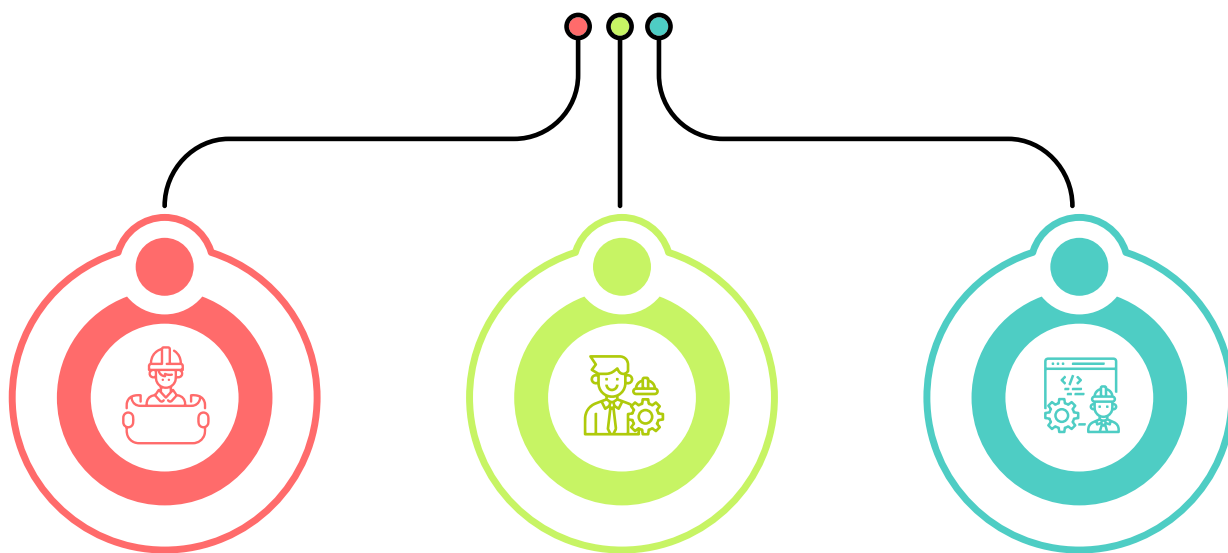
Aprender a realizar estudios de coordinación de protección de líneas de transmisión y barras.

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

Aprender a realizar estudios de protecciones sistémicas.



# Este programa está diseñado para:



Ingeniero de protecciones: encargado de diseñar, coordinar y validar esquemas de protección en subestaciones, líneas, transformadores y generadores.

Ingeniero de mantenimiento eléctrico: liderando planes de mantenimiento preventivo y correctivo asociados a equipos de protección y control.

Consultor independiente en protecciones y sistemas de potencia: ofreciendo servicios especializados a utilities, industrias intensivas en energía y empresas de transmisión/distribución.

## Requisitos

Conocimiento básico en sistemas de potencia

Experiencia mínima de la operación, mantenimiento, pruebas o ingeniería básica de sistemas eléctricos.

Conocimiento básico en DigSILENT PowerFactory versión 2021

# 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

## III Módulo

### 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 (46)
- Protección contra sobreexcitación (24)
- Protección contra sobrecarga (49)

- 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*
- 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 (68)
- Protección de recierre (79)
- 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 compensación serie
  - *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 del Proyecto Final (2 horas cronológicas)

### VI Módulo

## 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 (46)
- Protección del devanado de campo
- Protección de sobre excitación (24)
- Protección contra pérdida de sincronismo (78)
- Protección contra pérdida de excitación (40)
- Protección de potencia inversa (32)

- 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
- 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

- Esquemas de protección para la integridad del sistema
- 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 del Proyecto Final (2 horas cronológicas)

# Experto

## Mauricio Sanabria

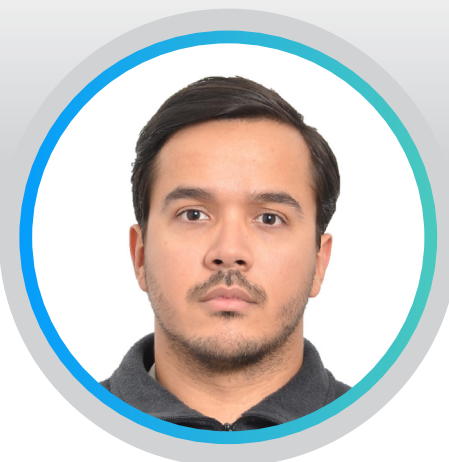
*Especialista en Protecciones Eléctricas  
y Análisis de Sistemas de Potencia*

**Ingeniero Electricista** de la Universidad de La Salle, con MSc en Ingeniería Electromagnética (UAM, México) y especialización en Gerencia de Proyectos en Ingeniería.

**Amplia trayectoria** en estudios de coordinación de protecciones, análisis de oscilaciones, calidad de energía, mantenimiento del SEP y desarrollo de metodologías aplicadas a las redes eléctricas modernas.

**Cuenta con experiencia** en la operación y mantenimiento de protecciones, estudios de coordinación y análisis de sistemas eléctricos en sectores industriales y energéticos.

**Actualmente instructor de Inel** - Institute of Technology y Profesional Experto en Protecciones AT en Enel Colombia.



## Rogelio Castro

*Especialista en Control y  
Protecciones Eléctricas*

**Ingeniero Electricista** de la Universidad Simón Bolívar (Venezuela), con formación especializada en Sistemas de Potencia y dominio de estándares internacionales IEEE, IEC e ISO 9001.

**Especialista en** el diseño de esquemas de protección, configuración de relés (ABB, SEL, Siemens, GE), análisis de cortocircuito, pruebas FAT/SAT y puesta en servicio de subestaciones entre 13.8 kV y 765 kV.

**Más de 25 años de experiencia** en proyectos para empresas de toda latinoamérica, destacando modernización de sistemas 765 kV, coordinación de equipos multidisciplinarios y aseguramiento de calidad en protección eléctrica.

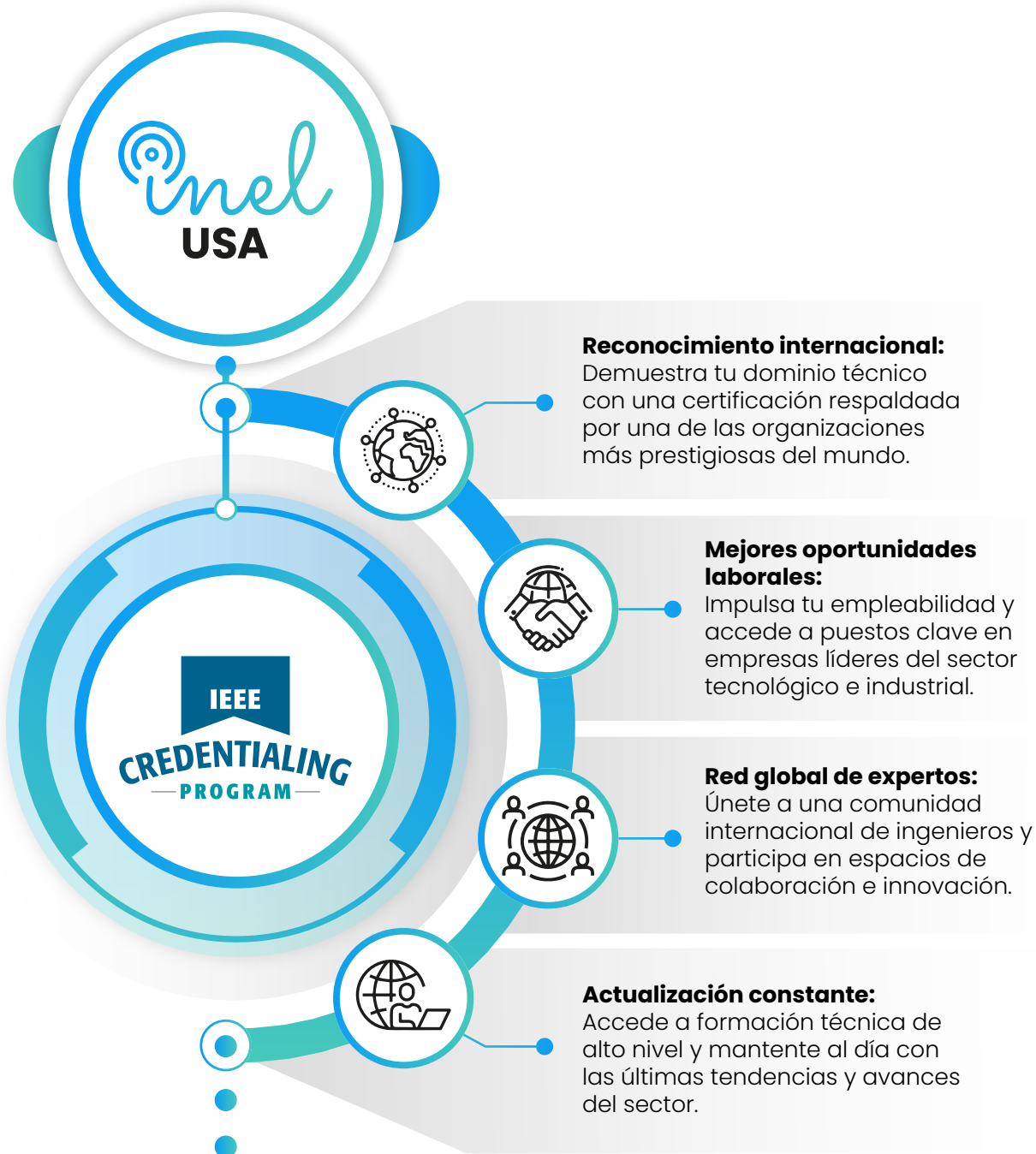
**Actualmente instructor de Inel** - Institute of Technology y Senior Protection Engineer en HMV Ingenieros.



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\$ **1210**

- 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 [https://bit.ly/INEL\\_Matricula\\_PE\\_EI\\_10\\_26\\_1](https://bit.ly/INEL_Matricula_PE_EI_10_26_1)

3

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



## Contacto



**EJECUTIVO**  
COMERCIAL

☎ (+51) 975 501 530  
✉ [institute@inelinc.com](mailto:institute@inelinc.com)

Inel



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

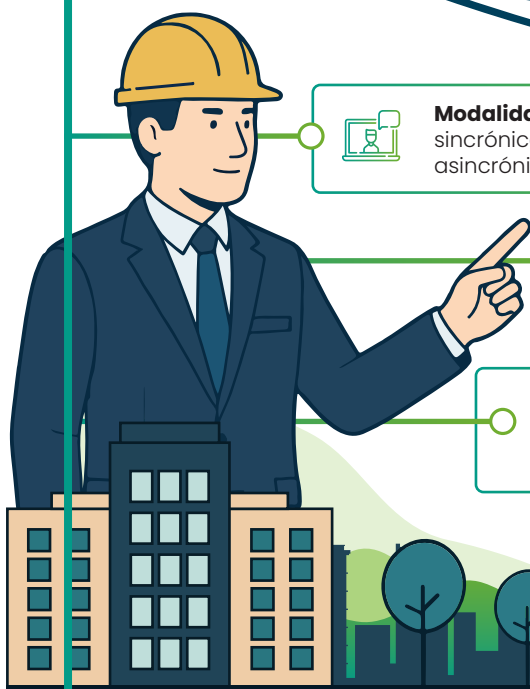
**Mejora y retén el talento** de tu empresa



**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



Respondemos tus  
consultas





## Principales Clientes



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