



geofísica  
UNAM



EDUCACIÓN  
CONTINUA  
IGE F

# Curso Análisis de Datos Sísmicos

MODALIDAD: EN LÍNEA

20h. | 6 Temas | Nivel Básico

**Asesor Académico:**  
Daniel González Avila  
[danielg@igeofisica.unam.mx](mailto:danielg@igeofisica.unam.mx)



## **Daniel González Avila**

Servicio Sismológico Nacional del Instituto de Geofísica de la UNAM. Técnico Académico Asociado "C"

Es egresado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, recibiendo el título de Ingeniero Geofísico en 2015. Ha laborado en el Instituto de Geofísica desde 2012; comenzó como Técnico Auxiliar de Servicios Geofísicos en el Servicio Sismológico Nacional. A partir de 2017 forma parte del equipo como Técnico Académico Asociado en el área de análisis e interpretación de datos sísmicos. Su tema de interés es la búsqueda de pequeña sismicidad, la implementación de códigos que sirvan como herramientas para facilitar el trabajo de un analista así como la optimización de procesos en el SSN. Ha colaborado dando clases en el Posgrado de Ciencias de la Tierra y en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Experiencia en localización, cálculo de magnitud de sismos y difusión de estos parámetros al público en general.

## **Víctor Hugo Epíndola Castro**

Servicio Sismológico Nacional del Instituto de Geofísica de la UNAM. Técnico Académico Titular "B"

Su experiencia en el área de procesamiento e interpretación de datos sísmicos inició en 1980, en el Servicio Sismológico Nacional, del cual desde 2010 es responsable del área de análisis. Colabora con investigadores de varias instituciones como autor y coautor de artículos publicados en revistas nacionales e internacionales, además de diversas publicaciones de divulgación, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Actualmente es profesor en la Facultad de Ciencias de la UNAM y académico adscrito al Servicio Sismológico Nacional del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

## **Delia Iresine Bello Segura**

Servicio Sismológico Nacional del Instituto de Geofísica de la UNAM. Técnico Académico Titular "A"

Es egresada de la carrera de Física de la Facultad de Ciencias de la UNAM, realizó la maestría en Ciencias de la Tierra de la UNAM, en el área de sismología en el 2013 con la tesis titulada "Parámetros de la fuente de sismos con epicentro en el Valle de México". Fue cuatro años ayudante de profesor en la Facultad de Ciencias de la UNAM y tres años profesora de bachillerato de las materias de física de I a IV en el CCH plantel Vallejo. Actualmente, se desempeña como Técnico Académico Asociado C en el área de análisis e interpretación de datos sísmicos del Servicio Sismológico Nacional. Está encargada del catálogo de la sismicidad del Valle de México, así como del reporte diario de la sismicidad regional de México. Además es responsable del tema de física del interior de la Tierra del Diplomado en sismología para profesores de bachillerato. Es responsable del proyecto PAPIME del Diplomado en sismología para profesores de bachillerato. Analista de registros sísmicos del SSN. Experiencia en localización, cálculo de magnitud de sismos y difusión de estos parámetros al público en general.

## **Caridad Cardenas Monroy**

Servicio Sismológico Nacional del Instituto de Geofísica de la UNAM. Técnico Académico Titular "A"

Estudió Ingeniería Geofísica en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, hizo la maestría en Sismología y Física del Interior de la Tierra en la misma universidad. Es técnica académica del Servicio Sismológico Nacional perteneciente al Instituto de Geofísica de la UNAM desde 2006. Ha impartido cursos de matemática a nivel bachillerato, de sismología en el diplomado para maestros "La Ciencia en tu Escuela" de la Academia Mexicana de Ciencias y ha participado en los cursos de "Análisis de datos sísmicos" del Servicio Sismológico Nacional. Es coautora de varios artículos científicos y autora del libro de divulgación "¿Por qué no me avisó mi perro?" de Ediciones Castillo.

## **Adriana González López**

Servicio Sismológico Nacional del Instituto de Geofísica de la UNAM. Técnico Académico Asociado "C"

Es egresada de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, recibiendo el título de Ingeniera Geofísica en 2012. El área de especialidad en la que se ha enfocado es en ruido sísmico ambiental y movimientos fuertes, utilizando técnicas como interferometría sísmica (correlaciones cruzadas en el dominio del tiempo), cocientes espectrales y SPAC (autocorrelación espacial en el dominio de la frecuencia). En febrero de 2016 se incorpora al grupo de Análisis e Interpretación de Datos Sísmicos del Servicio Sismológico Nacional, como analista. Además participa activamente en el Diplomado para Profesores de Bachillerato, así como en talleres y charlas de divulgación sobre temas de sismología. Analista de registros sísmicos del SSN. Experiencia en localización, cálculo de magnitud de sismos y difusión de estos parámetros al público en general.

## **Fernando Navarro Estrada**

Servicio Sismológico Nacional del Instituto de Geofísica de la UNAM. Técnico Académico Asociado "C"

El ingeniero Fernando Navarro Estrada es Ingeniero en Telecomunicaciones egresado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Desde hace 13 años colabora en el grupo de Instrumentación del Servicio Sismológico Nacional acudiendo a los distintos Observatorios Sismológicos para realizar instalaciones y mantenimientos.

## **Antonio de Jesús Mendoza Carvajal**

Servicio Sismológico Nacional del Instituto de Geofísica de la UNAM. Técnico Académico Asociado "C"

Ingeniero en instrumentación electrónica de 34 años, originario de Santiago Tuxtla En el Estado de Veracruz, con 12 años de experiencia en la instrumentación sísmica; durante la cual me he desempeñado en el diseño, implementación y puesta en marcha de redes sismológicas como lo son las redes de monitoreo sismo-volcánico los volcanes San Martín Tuxtla y Pico de Orizaba, las redes de monitoreo sísmico "Red sísmica de Veracruz" en el Centro de Ciencias de la Tierra

de la Universidad Veracruzana; así mismo, la ampliación de la red nacional del Servicio Sismológico Nacional (SSN) con la "Red Sísmica Mexicana" y la más reciente "Red Sísmica de Bachillerato" que se está implementando en el Valle de México; realizando estudios previos para la determinación sitios ideales en donde se puedan instalar sensores de velocidad, aceleración y sistemas GPS/GNSS para medir el desplazamiento, así como sus debidos equipos de protección eléctrica, sistemas ininterrumpidos de energía, y el estudio e implementación de los diferentes medios de comunicación, como lo son la satelital, celular, de radio frecuencia y internet convencional; para la adquisición de los datos en tiempo real mediante protocolos nativos como lo son Ntrip para la tecnología GNSS. De igual forma me he dedicado al desarrollo de equipos tecnológicos, con la utilización de Open Hardware y Open Source, para la implementación académica como lo fue en el Diplomado en sismología para profesores de bachillerato en donde se fabricó un sismómetro AS-01 de periodo corto y utilizando tecnología Open Source para el resguardo, transmisión y visualización in-situ de los datos sísmicos en tiempo real. Además de equipó para reforzar el buen funcionamiento de estas, como el desarrollo de diferentes módulos de monitoreo de parámetros eléctricos que permitan la verificación de los estatus de vida en rectificadores de carga y con el desarrollo de un algoritmo predictivo (Kalman) para la determinación de posibles fallas

## **Iván Rodríguez Rasilla**

Servicio Sismológico Nacional del Instituto de Geofísica de la UNAM. Técnico Académico Asociado "C"

Especialista en instalación, configuración y administración de servidores con sistemas operativos Linux y Solaris. Amplia experiencia en la instalación y configuración de manejadores de base de datos utilizando Mysql, PostgreSQL y MariaDB, Análisis, Diseño, Implementación de bases de datos relacionales y uso del lenguaje SQL para la manipulación y definición de datos.

Más de diez años de experiencia en la compilación e instalación de software bajo ambiente UNIX, utilizado para procesamiento de datos sísmicos, como SEISAN, SAC, SQLX entre otros. Experto en implementación de mecanismos para respaldo de información, sincronización de datos, usando herramientas de software libre (GNU). Especialista en el ámbito de la seguridad informática, enfocado en el reforzamiento de la seguridad en servidores, escaneo de puertos de red y detección de vulnerabilidades.

Dentro del área de desarrollo de software, me he dedicado a la construcción de sistemas con arquitectura cliente-servidor enfocado a aplicaciones web utilizando lenguajes de programación en JSP y PHP usando herramientas de desarrollo para web como Bootstrap. También soy especialista en programación de scripts enfocados a la administración en entornos operativos UNIX utilizando programación en Shell, Perl y Python.

Además se cuenta con la participación y apoyo del Fis Miguel Ángel Méndez Alarcón e ingenieros Jazmín Reyes Díaz, Liliana Quetzalli López Rosales y Alan Yair Alarcón Pacheco. Personal de servicios profesionales. Ellos estudiaron física e ingeniería geofísica en la UNAM. Forman parte del equipo de análisis desde 2019.

# Descripción

Una red sismológica requiere de analistas capacitados en la determinación rápida de la localización y magnitud de un sismo. Actualmente, el SSN es la entidad responsable a nivel nacional, de reportar estos parámetros en los primeros minutos ocurridos un evento sísmico. Sin embargo, existen otras instituciones que también operan redes sismológicas locales y de igual manera requieren de analistas capacitados. Este curso cubre los conceptos básicos y las prácticas necesarias para preparar un grupo de analistas que puedan responder de forma inmediata a estas necesidades. Dada la experiencia acumulada por los profesores que impartirán este curso se garantiza que se alcanzarán los objetivos del mismo.

# Objetivos

- Adquirir los conocimientos y habilidades para determinar los parámetros básicos (localización y magnitud) de sismos locales y/o regionales.
- Formar personal capaz de asistir al área de monitoreo sísmico.

# Requisitos de ingreso

- Contar con al menos 75% de créditos comprobables en sus respectivas carreras. - Contar con un promedio mínimo de 8.0
- Contar con cuenta en la plataforma zoom.
- Contar con laptop personal con sistema operativo unix/linux.
- Tener instaladas y funcionales las paqueterías sac y seisan.
- De ser el caso, tener convenio con el SSN para solicitar la participación en el curso (CENAPRED, PC, CAT, etc.).
- Realizar la inscripción en las fechas establecidas, aceptando los consentimientos necesarios de uso de datos personales.
- Académicos y público en general deberán realizar el pago correspondiente.

# Requisitos de permanencia

- Entrar a las sesiones con el nombre completo colocado en su inscripción.
- Micrófono deshabilitado.
- Retardos no mayores a 15 minutos una vez iniciada la sesión.
- Asistencia del 80%
- Puntualidad
- Entregar todas las tareas/actividades.
- Realizar y aprobar las dos pruebas finales.

# Instrumentos de evaluación

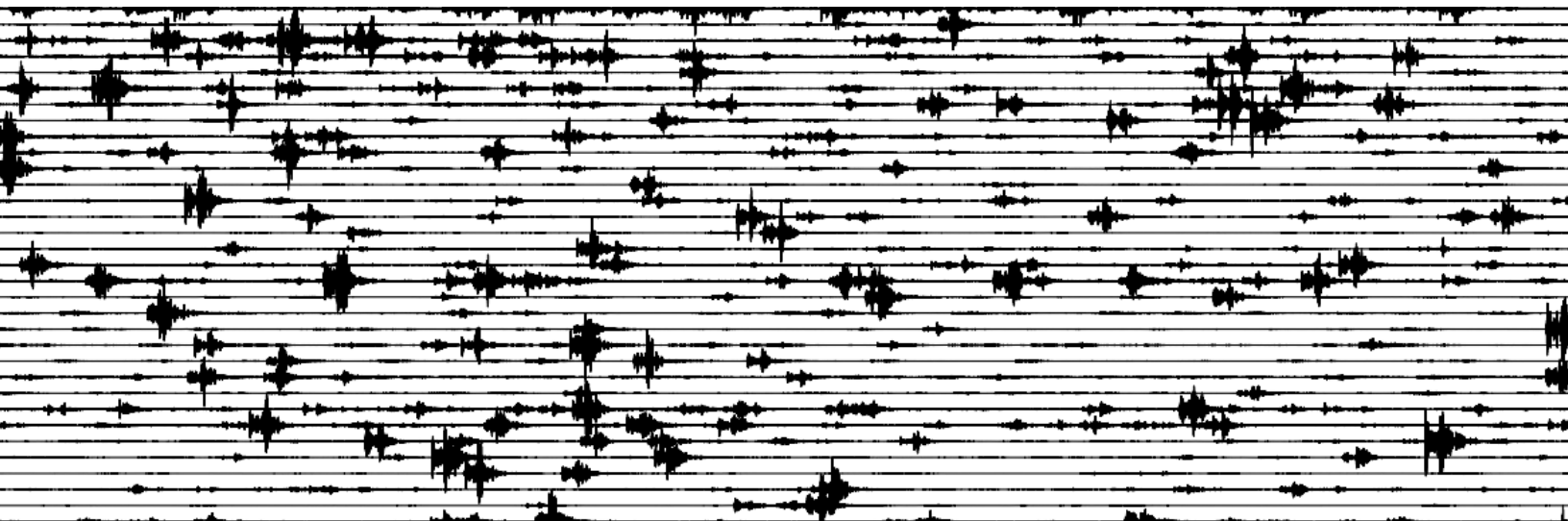
1. Asistencia mínima del 80 % para poder ser evaluados.
2. Tareas/Actividades equivalen al 60 % de la evaluación.
  - 2.1 Son realizadas en su mayoría en la plataforma moodle, con un sistema de calificación automático y que es verificado por el ponente de cada sesión.
  - 2.2 Para aquellas que requieran revisión manual se consideran las siguientes características:
    - 2.2.1 Presentación
    - 2.2.2 Contenido
    - 2.2.3 Capacidad de justificar, redactar y ser concisos con las respuestas.
3. Las pruebas equivalen al 40% de la nota final.
  - 3.1 Consiste en realizar una prueba teórica de los temas vistos en las sesiones. Además se cuenta con material de consulta disponible en la plataforma moodle.
  - 3.2 La segunda prueba es un ejercicio sobre las sesiones teóricas para verificar que se siguió y entendió el procedimiento de cálculo. Se usa seisan.

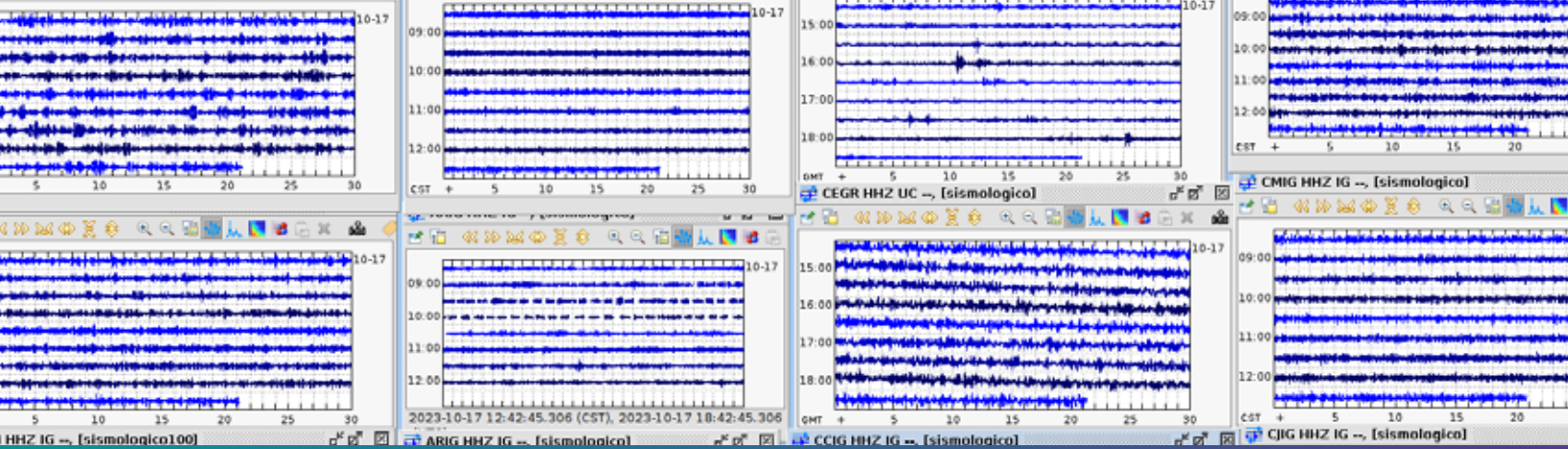
## Requisitos para obtener constancia

- 1.- Aprobación de pruebas en especial la teórica.
- 2.- Asistencia mínima del 80% para ser evaluado.
- 3.- Entrega de tareas y actividades.
- 4.- La calificación mínima para aprobación es de 6.0.

## Perfil de egreso

El estudiante que acredite y cumpla en forma con el desarrollo del curso podrá ser capaz de entender, visualizar y vislumbrar el proceso tras la estimación de parámetros básicos de un evento sísmico. Contará con la habilidad de justificar sus observaciones y podrá compartir el desarrollo que implica localizar sismicidad tectónica.





# Temario

## 1 Servicio Sismológico Nacional

- 1.1. Descripción general
- 1.2 Misión, Visión y Objetivos
- 1.3 Redes Sísmicas
  - 1.3.1 Red de Banda Ancha
  - 1.3.2 Red de Acelerómetros
  - 1.3.3 Red del Valle de México
  - 1.3.4 Red del Volcán Tacaná
  - 1.3.5 Red Convencional
  - 1.3.6 Redes en colaboración (Veracruz, Colima, Jalisco, CICESE, USGS, Instituto de Ingeniería, San Luis Potosí, CIRES, etc.)
- 1.4 Visita Virtual a las instalaciones

## 2 Tectónica y Sismos

- 2.1 Tectónica y distribución de la sismicidad mundial
- 2.2 Ondas sísmicas y propagación
  - 2.2.1 Características de las ondas P
  - 2.2.2 Características de las ondas S
  - 2.2.3 Características de las ondas superficiales
- 2.3 Tectónica y mecanismos focales
- 2.4 Sismicidad de México

## 3 Registros Sísmicos

- 3.1. Identificación de arribos de onda básicos y/o directos (P, S y superficiales)
- 3.2. Concepto e identificación de coda
  - 3.2.1 Filtros y su aplicación en la determinación de la coda
- 3.3 Ejemplos de registros sísmicos

## 4 Equipo Sísmico

- 4.1 Breve historia de la instrumentación
- 4.2 Sismómetros: STS-2, Trillium 120 PA, Guralp CMG-6TD, Reftek 151, Metrozet PBB-200s
- 4.3 Acelerómetros: Episensor, FBA-23
- 4.4 Digitalizadores: Serie Q330, Reftek 130, CMG-24EM?
- 4.5. Instrumentos y registros sísmico

## 5 Determinación de parámetros

- 5.1 Introducción a los sistemas operativos UNIX/LINUX
- 5.2 Programas utilizados en el SSN
  - 5.2.1 Sistemas automáticos
  - 5.2.2 Software para localización y magnitud: seisan y sac.
- 5.3 Práctica a mano y con software.

## 6 Evaluaciones

- 6.1 Teórica
  - 6.1.1. Cuestionario tomado de la información disponible en moodle.
- 6.2 Práctica
  - 6.2.1 Repetición de un par de ejercicios prácticos para verificar la replicación y entendimiento del proceso enseñado.

## Material de apoyo

- Vídeos de bienvenida.
- Visita virtual.
- Instalación de una máquina virtual para casos particulares.
- Instalación de SAC.
- Complemento de vídeos para uso básico de terminal unix/linux.
- Datos en formato seisan
- Mapas
- Vídeos de asesoría para instalación de seisan y sac en máquinas personales para el caso de tener problemas particulares de compilación en sus equipos. Previo intento y confirmación de contar con la paquetería.



## Dirigido a:

- Estudiantes de licenciatura de últimos semestres o pasantes de carreras afines a la sismología (no mayor a un año de haber concluido créditos).
- Estudiantes de posgrado afines a Sismología.
- Personal dedicado a tareas de análisis de señales sísmicas.
- Académicos y público en general con intereses afín al área de la sismología.

## Requisitos operativos

1. Deberán asistir con equipo de cómputo personal que cubra los requisitos de inscripción. Paquetería indispensable SEISAN y SAC.
2. Se recomienda utilizar sistemas operativos Unix/Linux pues es la herramienta usada de manera rutinaria y facilitará la asesoría por parte de los instructores.
3. Buena conexión a internet.

Unidades	Horas/Días	Requerimientos	Instructor(a)
1	1 hora	---	Caridad Cardenas Monroy
2	3 horas	---	Jazmín Reyes Díaz Liliana Quetzalli López Rosales Alan Yair Alarcón Pacheco
3	4 horas	---	Víctor Hugo Espíndola Castro Daniel González Avila
4	4 horas	---	Fernando Navarro Estrada Antonio de Jesús Mendoza Carvajal Arturo B. Cárdenas Ramírez
5	4 horas	SEISAN	Adriana González López Delia Bello Iresine Segura Rafael Félix Maldonado Miguel Ángel Méndez Alarcón
6	4 horas	Evaluación	



## Bibliografía

- Nava A. Terremotos. Instituto de Geofísica UNAM.
- Espíndola Castro J.M, Z. Jimenez Jimenez, Terremotos y Ondas Sísmicas. Una breve introducción Instituto de Geofísica, UNAM.
- Cruz Atienza V.M, Los sismos: una amenaza cotidiana, La Caja de Cerillos Ediciones, 2013.
- Kulháněk O. Anatomy of Seismograms: For the IASPEI/UNESCO Working Group on Manual of Seismogram Interpretation (Development in Solid Earth Geophysics) 1990.
- Payo G. Introducción al análisis de sismogramas, Organismos Oficiales de la Administración, Instituto Geográfico Nacional. Madrid, España 1986.
- Havskov J, Ottermöler L. Routine Data Processing in Earthquake Seismology, Springer 2010.