



**DIPLOMADO DE CAPACITACIÓN A DISTANCIA  
INICIA EL 27 DE AGOSTO DE 2024 – 6 SEMANAS**

# **REMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS**

**VALOR CURRICULAR: 128 HORAS**

**Instructor: MC Juan Pablo Rodas-Ortiz**

Este diplomado brinda capacitación en la caracterización de suelos contaminados y las tecnologías que se emplean para remediarlos. Está dirigido a servidores públicos, personal de empresas privadas, académicos, estudiantes, investigadores y cualquier otra persona interesada. **No se requiere experiencia previa en el tema para cursar este diplomado.**

## **Metas para los participantes**

En este diplomado tiene como meta que los participantes adquieran habilidades en: (1) caracterizar sitios con suelos contaminados; (2) remediar suelos con las tecnologías disponibles; y (3) integrar programas de remediación de suelos en el marco de las regulaciones legales aplicables.

## **Costos**

**Profesionistas: \$ 10,000 / Estudiantes: \$ 8,000**

**Cupo limitado a 10 participantes**





## FECHAS Y PROCEDIMIENTOS DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE

Este diplomado de capacitación se imparte completamente en línea. Los materiales de trabajo estarán disponibles en la plataforma de capacitación a distancia Moodle del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT). Las y los participantes podrán acceder a ellos a partir del **27 de agosto de 2024**. Estos materiales incluyen clases audiovisuales, videos tutoriales y actividades prácticas para los participantes. Durante las **seis semanas posteriores** (hasta el 04 de octubre de 2024), las y los participantes deberán participar en clases virtuales con el instructor los martes y viernes de 18:30 a 20:30 h. El objetivo de estas clases es brindar apoyo docente para solucionar dudas sobre los contenidos teóricos y prácticos del diplomado. También habrá espacios para **consultas individuales** con el instructor solicitando cita previa para acordar el día y la hora. Después de esta etapa, las y los participantes dispondrán de **dos semanas** (hasta el 18 de octubre de 2024) para desarrollar de **manera independiente** la actividad final. Estas actividades consistirán en ejercicios prácticos que abordarán las diferentes temáticas del diplomado. El idioma oficial en las clases será el **español** y todos los contenidos serán provistos en este idioma.

## PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Las actividades prácticas que las y los participantes resuelvan durante la etapa formativa del diplomado (**27 de agosto al 08 de octubre de 2024**) constituyen el 50% de la calificación final. El restante 50% de la calificación final corresponde a la actividad práctica final que las y los participantes resuelvan de manera independiente durante la etapa posterior (**04 al 22 de octubre de 2024**). Cada actividad práctica es calificada en escala 1.0 a 10.0 y todos tiene igual ponderación para promedio final, donde la calificación mínima aprobatoria es 7.0. Los participantes dedicarán un total de 128 horas a este diplomado para obtener 8 créditos.

## DOCUMENTOS DE ACREDITACIÓN

Las y los participantes que concluyan la etapa formativa y la etapa de actividades independientes recibirán un **diploma** que acreditará su participación, el que estará firmado por las autoridades del IPICYT. Este documento solamente contiene el nombre del participante, el título del diplomado y sus fechas de inicio y fin. Para la acreditación del diplomado, se emitirá una **constancia de calificación** que, además de la información anterior, también incluirá la calificación final obtenida por la o el participante. Estos documentos se enviarán al domicilio que indique el participante sin costo adicional.





## MATERIALES REQUERIDOS

En este diplomado se empleará software especializado para la realización de las actividades prácticas. Por ello, las y los participantes deberán disponer de un computador portátil **con cámara y micrófono**, junto con las siguientes características: (1) sistema operativo Windows 8 o posterior, (2) procesador multinúcleo (dual core o más avanzado), (3) un mínimo de 2 GB de memoria RAM, y (4) paquete Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint y Access). **El uso de otros sistemas operativos (Mac OS o Linux) no está contemplado en este diplomado** y, por lo tanto, las y los instructores no se hacen responsables de los inconvenientes que puedan surgir por fallas en la compatibilidad entre los materiales provistos y esos sistemas operativos.

## COSTOS Y PROCEDIMIENTO DE INSCRIPCIÓN

Los y las participantes del diplomado deben abonar una cuota de recuperación de \$9,000,00 (nueve mil seiscientos pesos  $00/100$  MN)<sup>1</sup>. Las y los estudiantes de posgrado o licenciatura pueden optar por un descuento del 20% sobre el monto de la cuota de recuperación, siempre que acrediten esta condición. No se realizarán descuentos adicionales de ningún otro tipo, ni se otorgarán becas totales o parciales. **La fecha límite para registrar inscripciones y pagos es el viernes 21 de junio de 2024**. Para el registro de inscripciones, se debe enviar la siguiente información al correo [capacitacion@ipicyt.edu.mx](mailto:capacitacion@ipicyt.edu.mx)<sup>2</sup>:

**Nombres y apellidos completos:** Se deben incluir todos los nombres y apellidos de la o el participante, tal como figuran en sus documentos de identidad oficiales. Esto porque ese será el nombre que se imprimirá en los diplomas y actas de calificación.

**Correos electrónicos de contacto:** Incluir una o más direcciones de correo electrónico válidas, que la o el participante revise regularmente, para realizar el envío de información vinculada al diplomado.

**Número de teléfono:** Proveer al menos un número telefónico de contacto a diez dígitos, de preferencia de telefonía celular. Esto permitirá el contacto directo con las y los instructores mediante plataformas de comunicación virtual (ej., WhatsApp).

**Datos de facturación:** Todos los ingresos del IPICYT son facturados. Si el participante requiere facturar el abono de la cuota de recuperación **debe enviar una copia de su**

<sup>1</sup> Con fundamento en el artículo 36, primer párrafo del Reglamento de la Ley del Impuesto sobre la Renta, en relación con las reglas 3.10.2., fracción I y 3.10.3, párrafo segundo, numeral 1 de la Resolución Miscelánea Fiscal vigente, para recibir donativos deducibles, el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. forma parte de las entidades donatarias autorizadas, en ese sentido la presente cotización queda exenta del Impuesto al Valor Agregado (IVA).

<sup>2</sup> Toda la información provista por las y los participantes será tratada como información confidencial y el IPICYT no la compartirá con terceros.



**GOBIERNO DE  
MÉXICO**



**CONAHCYT**  
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



**IPICYT**  
INSTITUTO POTOSINO DE  
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA  
Y TECNOLÓGICA, A.C.



**DIVISIÓN DE  
CIENCIAS  
AMBIENTALES**

**constancia de situación fiscal**, la cual debe indicar RAZÓN SOCIAL, RFC y DIRECCIÓN FISCAL (calle, número exterior e interior, colonia, código postal, ciudad y estado). En cualquier otro caso, el IPICYT emitirá facturas a nombre de “Público en general” para cumplir con sus obligaciones fiscales.

**Modalidad de pago:** La cuota de recuperación se puede abonar en una sola exhibición o en parcialidades mensuales. Al momento de su inscripción, la o el participante debe indicar cómo desea abonarla considerando las siguientes modalidades:

Modalidad	Profesionales	Estudiantes
Una sola exhibición – aplica para para inscripciones registradas hasta el 16 de agosto de 2024	\$10,000	\$8,000
Dos mensualidades – aplica para inscripciones registradas antes del 19 de julio de 2024	\$5,000	\$4,000
Cuatro mensualidades – aplica para inscripciones registradas antes del 17 de mayo de 2024	\$2,500	\$2,000

Se recomienda realizar el(los) pago(s) con tarjeta de crédito o débito en el portal de pagos online del IPICYT. Alternativamente, los pagos pueden realizarse mediante depósito de efectivo o cheques, o bien mediante transferencia bancaria, a la cuenta que el IPICYT habilitará para tales fines. La información para realizar los pagos se enviará tras el registro de la inscripción. Sólo participantes mexicanos pueden optar por las facilidades de pago. Los participantes extranjeros deben consultar el costo en dólares americanos y los mecanismos de pago que aplican escribiendo a [capacitacion@ipicyt.edu.mx](mailto:capacitacion@ipicyt.edu.mx).







## CONTENIDOS Y OBJETIVOS DEL DIPLOMADO

**Reunión inicial: martes 27 de agosto de 2024, de 18:30 a 20:30 h**

Se convoca a las y los participantes a una reunión virtual (videoconferencia) a través de la plataforma **Microsoft Teams**. En esta reunión se brindará orientación para el uso de la plataforma de capacitación a distancia Moodle. También se resolverán dudas en relación con las asesorías a distancia que tendrán lugar por esa misma plataforma los días martes y viernes entre las 18:30 y 20:30 h.

### **Módulo 1: Contaminantes del suelo (viernes 30 de agosto de 2024)**

**Objetivos:** Conocer los principales compuestos contaminantes ambientales y las características de los suelos que permiten su acumulación.

1. Caracterización de los contaminantes
  - 1.1. Tipos de contaminantes
  - 1.2. Toxicidad
  - 1.3. Persistencia de los contaminantes en el ambiente
  - 1.4. Características físicas de los contaminantes
  - 1.5. Características químicas de los contaminantes
2. Características de los suelos
  - 2.1. Variables edafológicas
  - 2.2. Características geoquímicas del suelo
  - 2.3. Propiedades del suelo
  - 2.4. Caracterización de los suelos
3. **Actividades prácticas:** Analizar y discutir propiedades fisicoquímicas de ciertos contaminantes. La fecha límite para la entrega de las actividades de este módulo es el martes 03 de septiembre de 2024 a las 23:00 h

### **Módulo 2: Caracterización suelos contaminados (martes 03 y viernes 06 de septiembre de 2024)**

**Objetivos:** Familiarizarse con el marco legal que regula los contaminantes ambientales y los elementos de los estudios dirigidos a identificar un sitio contaminado.

1. Marco legal
  - 1.1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)
  - 1.2. Tipos de sitios contaminados según la LGPGIR
  - 1.3. Emergencia Ambiental: Marco jurídico (Artículos 135 y 138 del Reglamento de la LGPGIR)
  - 1.4. Pasivo Ambiental: Marco jurídico (Artículos 135, 136, 138 y 139 del Reglamento de la LGPGIR)
2. Elementos que componen un estudio de caracterización de sitios contaminados





3. Ubicación, descripción y uso actual del sitio
  - 3.1. Ubicación geográfica y uso de suelo del sitio
  - 3.2. Descripción topografía y clima
  - 3.3. Características hidrogeológicas
  - 3.4. Análisis histórico del sitio y estatus legal actual
4. Tipos de contaminantes detectados y cantidad aproximada de liberación al ambiente
5. Plan de muestreo
  - 5.1. Resultados necesarios
  - 5.2. Memoria fotográfica
  - 5.3. Descripción de métodos que se deben aplicar para cada tipo de prueba de campo o laboratorio
6. Análisis de los resultados obtenidos del muestreo y pruebas de campo
  - 6.1. Análisis de condiciones geológicas
  - 6.2. Análisis de condiciones geohidrológicas
  - 6.3. Análisis de condiciones hidrológicas
7. Efectos del entorno climático sobre los contaminantes
  - 7.1. Distribución y comportamiento de los contaminantes en el suelo
  - 7.2. Distribución y comportamiento de los contaminantes en el subsuelo
  - 7.3. Distribución y comportamiento de los contaminantes en acuíferos
4. **Actividades prácticas:** Analizar ejemplos de contaminación de suelos por emergencias y pasivos ambientales. La fecha límite para la entrega de las actividades de este módulo es el martes 10 de septiembre de 2024 a las 23:00 h

### Módulo 3: Plan de Muestreo (martes 10 de septiembre de 2024)

**Objetivos:** Comprender los métodos aplicables para la realización de muestreos dirigidos a determinar los niveles de contaminación de los suelos dentro del marco legal aplicable.

1. Marco Legal
  - 1.1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)
  - 1.2. Reglamento de la LGPGIR
  - 1.3. NOM 138-SEMARNAT/SSA1-2012 (Hidrocarburos)
  - 1.4. NOM 147-SEMARNAT/SSA1-2004 (arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio)
  - 1.5. Otras Normas Mexicanas (NMX) aplicables
2. Tipos de muestreo
  - 2.1. Muestreos de Caracterización
  - 2.2. Muestreos del proceso de Remediación
  - 2.3. Marco regulatorio del muestreo en función de los contaminantes (NOM 138-SEMARNAT/SSA1-2012, NOM 147-SEMARNAT/SSA1-2004 y NMX-AA-132-SCFI-2016)
  - 2.4. Métodos analíticos aplicables
3. Contenidos de un plan de muestreo



- 3.1. Objetivos del plan de muestreo
- 3.2. Caracterización por tipos de matriz de suelos
- 3.3. Suelos con hidrocarburos
- 3.4. Suelos con compuestos orgánicos volátiles
- 3.5. Muestreo de agua, sedimentos, polvos y gases en el aire
- 3.6. Residuos peligrosos
- 3.7. Muestreo de la biota
- 3.8. Patrones de muestreo
- 3.9. Protocolos de toma de las muestras y aseguramiento de la calidad

#### **Módulo 4: Muestreo de suelos y manejo de muestras para análisis de hidrocarburos y metales pesados (viernes 13 de septiembre de 2024)**

**Objetivos:** Conocer los procedimientos para muestrear suelos contaminados por hidrocarburos y metales pesados.

1. Diseño de los planes de muestreo
2. Equipos de muestreos
3. Toma y aseguramiento de calidad de las muestras
4. Traslado de las muestras
5. **Actividades prácticas:** Analizar y evaluar ejemplos de planes de muestreo. La fecha límite para la entrega de las actividades de este módulo es el martes 17 de septiembre de 2024 a las 23:00 h

#### **Módulo 5: Evaluación de riesgos ambientales debidos a la contaminación de suelos (martes 17 y viernes 20 de septiembre de 2024)**

**Objetivos:** Realizar evaluaciones de riesgos asociados a la contaminación de suelos.

1. Descripción e información relevante del sitio
2. Caracterización del sitio
3. Definición del problema
4. Caracterización de la exposición
5. Caracterización del riesgo
6. Herramientas para determinar efectos adversos sobre el escenario ecológico
7. Herramientas para evaluar efectos sobre humanos
8. **Actividades prácticas:** Análisis de Riesgos para la salud humana. La fecha límite para la entrega de las actividades de este módulo es el martes 24 de septiembre de 2024 a las 23:00 h





## Módulo 6: Tecnologías de remediación (martes 24 y viernes 27 de septiembre de 2024)

**Objetivo para los participantes:** Conocer las principales tecnologías que se empujan para la remediación de suelos contaminados.

1. Estrategias de remediación
  - 1.1. Destrucción de contaminantes
  - 1.2. Modificación de contaminantes
  - 1.3. Extracción de contaminantes
  - 1.4. Separación de contaminantes
  - 1.5. Aislamiento o inmovilización de contaminantes
2. Aplicación de tecnologías de remediación
  - 2.1. *In situ*
  - 2.2. *Ex situ*
  - 2.3. Ventajas y desventajas
3. Tratamientos empleados en tecnologías de remediación
  - 3.1. Biológicos
  - 3.2. Físicoquímicos
  - 3.3. Térmicos
4. Ejemplos de aplicación de diversas tecnologías de remediación
5. Cómo seleccionar las tecnologías de remediación más apropiadas para cada caso
6. Tecnologías de remediación comúnmente empleadas en México
9. Actividad Práctica 05: Análisis de sitios contaminados y selección de tecnologías de remediación apropiadas. La fecha límite para la entrega de las actividades de este módulo es el martes 01 de octubre de 2024 a las 23:00 h

## Módulo 7: Integración del programa de remediación de acuerdo con el Reglamento de la LGPGIR (martes 1° y viernes 4 de octubre de 2024)

**Objetivo para los participantes:** Integrar los conocimientos previos en un plan de remediación de suelos contaminados con base en las regulaciones vigentes.

1. Estudio de caracterización
2. Estudio de evaluación de riesgo ambiental
3. Investigación histórica
4. Propuesta de remediación
5. **Actividad práctica final:** Elaborar una propuesta de remediación para caso que se le proporcionará. La fecha límite para la entrega de las actividades de este módulo es el martes 22 de octubre de 2024 a las 23:00 h.







GOBIERNO DE  
**MÉXICO**



**CONAHCYT**  
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES  
CIENCIAS Y TECNOLÓGICAS



**IPICYT**  
INSTITUTO POTOSINO DE  
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA  
Y TECNOLÓGICA, A.C.



**DIVISIÓN DE  
CIENCIAS  
AMBIENTALES**

## RESEÑA DEL INSTRUCTOR DEL DIPLOMADO



Juan Pablo Rodas Ortiz. Químico Biólogo Bromatólogo por la Universidad Autónoma de Yucatán. Maestro en Biología Marina con especialidad en Contaminación Ambiental por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida. Técnico Académico de la División de Ciencias Ambientales del IPICYT. Se especializa en el análisis de contaminantes y nutrientes en distintas matrices, incluyendo suelo agua y aire.

