

CIERRE AÑO 2024



CURSO PRÁCTICO 09-V01

DISEÑO SISMORRESISTENTE DE ESTANQUES DE ACERO ATMOSFÉRICOS

Dirigido a Ingenieros Estructurales
Dedicados a Proyectos Industriales

EXPOSITOR

CARLOS PEÑA LÓPEZ
ING. CIVIL ESTRUCTURAL
(M. ENG.)

Este curso ofrece contenido especializado en el diseño sismorresistente de estanques de acero, esencial para infraestructuras en zonas sísmicamente activas. Se explorarán normativas internacionales y se aprenderá a identificar y mitigar fallas estructurales típicas, como el pandeo tipo "pata de elefante" y el pandeo elástico, observadas en terremotos históricos en Chile y otros países. Se abordarán los efectos de las fuerzas impulsivas y convectivas, con énfasis en aspectos que las normativas no siempre contemplan de manera suficiente. Este curso es ideal para ingenieros estructurales que deseen asegurar un diseño seguro y resiliente de estanques ante condiciones sísmicas severas.



FECHAS

Clase 01 • Martes 03 de Diciembre
Clase 02 • Martes 10 de Diciembre
Clase 03 • Martes 17 de Diciembre

INSCRIPCIONES

Enviar correo indicando nombre completo y
número de contacto a:
seminarios@sdaeducation.com



zoom



HORARIO DE ATENCIÓN
Lunes a Viernes
09:00 a 18:00



VALOR DEL CURSO
Chile: \$100.000
Extranjeros: \$USD110



HORARIO DE CLASES
18:00 A 21:00

DESCARGA EL PROGRAMA EN: WWW.SDAEDUCATION.COM

CURSO PRÁCTICO 09-V01

Diseño Sismorresistente de Estanques de Acero atmosféricos

Relator: Carlos Peña L.

1.0 INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

El diseño sismorresistente de estanques de almacenamiento, tanto de acero como de hormigón, es un área de vital importancia en el campo de la ingeniería estructural, especialmente en zonas sísmicamente activas como la costa del Pacífico de Sudamérica. A lo largo de los años, los estudios de fallas estructurales en estanques durante terremotos han revelado importantes deficiencias, incluso en infraestructuras diseñadas bajo códigos tradicionales como API 650, AWWA D100, Eurocódigos, o NZS 3106, entre otras. Estas normativas proporcionan criterios específicos para la construcción y el diseño de estanques, pero los eventos sísmicos severos han evidenciado que las fallas siguen siendo un riesgo crítico.

Entre las fallas más típicas, se destaca el pandeo tipo "pata de elefante", donde las paredes del estanque sufren deformaciones plásticas severas en la base, generalmente inducidas por fuerzas impulsivas y convectivas durante un terremoto. Esta deformación ha sido documentada en varios terremotos, incluyendo el de Chile en 1985, en la refinería ENAP de Concón. Adicionalmente, en el terremoto de 2007 en Tocopilla, un estanque de ácido sulfúrico mostró efectos similares, confirmando que las fuerzas sísmicas pueden inducir pandeos peligrosos, incluso en estructuras que cumplen con los requisitos de anclaje de la API 650.

Por otro lado, los deslizamientos laterales y el levantamiento de las placas de fondo han sido identificados como mecanismos de falla crítica. El caso del colapso de un tanque en el aeropuerto de Santiago durante el terremoto de 2010 es un ejemplo claro: el levantamiento repetido de las placas de fondo generó grandes deformaciones que resultaron en el colapso total del estanque. Este tipo de fallas no solo compromete la

integridad estructural, sino que también puede desencadenar derrames masivos de sustancias peligrosas.

Los códigos internacionales, como el API 650, abordan la interacción fluido-estructura mediante la modelación de las fuerzas impulsivas (masas que se mueven con el tanque) y convectivas (fenómeno de sloshing o balanceo del líquido). Sin embargo, estas normas no siempre contemplan con suficiente detalle los efectos no lineales, como la plasticidad de los materiales y el comportamiento bajo altas deformaciones. Los códigos europeos, como los Eurocódigos, y las normativas neozelandesas proporcionan enfoques complementarios, en particular para el diseño de anclajes y la prevención de levantamiento en los tanques. En Chile, la NCh2369 también introduce recomendaciones específicas para el diseño de tanques bajo condiciones sísmicas severas.

Para los estanques de hormigón, las consideraciones sismorresistentes son igualmente críticas, aunque los mecanismos de falla difieren ligeramente. La fisuración por tracción y la ruptura de la base son problemas comunes en estos tanques, especialmente cuando el diseño no considera adecuadamente las deformaciones inducidas por el sismo. La interacción entre la fundación y el terreno también juega un papel fundamental: una base inadecuadamente diseñada puede amplificar los efectos del sismo, comprometiendo tanto la estabilidad como la capacidad de almacenamiento del tanque.

Por lo anterior, el curso no solo se centrará en la normativa API 650, sino que también abordará aspectos tratados en otros documentos normativos, como AWWA D100, los Eurocódigos, y los criterios neozelandeses para el diseño de estanques sismorresistentes. Se espera, por tanto, entregar la información necesaria para diseñar estanques que no solo cumplan con las normativas internacionales, sino que también aseguren un desempeño óptimo durante eventos sísmicos severos. Este curso es esencial para quienes buscan profundizar en una disciplina especializada que, a pesar de su relevancia crítica, sigue presentando importantes desafíos en la práctica.

2.0 CONOCIMIENTOS PREVIOS

Es deseable, aunque no imprescindible, que los participantes cuenten con conocimientos en los siguientes temas:

- Conceptos claros sobre análisis estructural lineal y mecánica de estructuras.
- Familiaridad con el análisis modal y la dinámica de estructuras.
- Conocimientos básicos sobre las normativas comunes para el diseño de estanques, como API 650, AWWA D100, Eurocódigos, NCh 2369, entre otras.
- Conocimientos básicos sobre las inestabilidades en mantos de acero en estructuras membranales.

3.0 METODOLOGÍA

El curso se compone de clases expositivas en las que se presentan conceptos y aplicaciones relacionados con el diseño sismorresistente de estanques de acero. Se pone especial énfasis en los requisitos de diseño, con una atención particular en aquellos aspectos que, según la experiencia del expositor, pueden resultar más convenientes en cada caso específico.

A lo largo del curso se profundizará en los elementos clave para la elección de soluciones técnicas adecuadas. Si bien no se centra en el desarrollo exhaustivo de ecuaciones, es inevitable abordar ciertos aspectos teóricos fundamentales. Sin embargo, el enfoque estará orientado al análisis y la crítica de soluciones implementadas en la práctica profesional. El objetivo principal es aprender de las experiencias exitosas y evitar aquellas soluciones menos recomendables.

4.0 CONTENIDO DEL CURSO

Es importante destacar que el contenido que se presenta a continuación constituye una propuesta inicial y un hilo conductor para el desarrollo del curso. Esto se debe a que, según la experiencia del expositor, es común ajustar los contenidos a medida que avanza el curso, ya sea para profundizar en temas específicos o para abordar intereses particulares que puedan surgir durante las clases.

Entre los temas específicos a tratar se encuentran los siguientes:

- Comportamiento y diseño general de estanques de acero.
- Códigos de referencia y su pertinencia en el diseño.
- Comportamiento y diseño sísmico de estanques de acero.
- Ejemplos prácticos de aplicación.

5.0 DATOS ADMINISTRATIVOS

Fechas

Las clases se realizarán de manera online, vía plataforma Zoom, y de manera sincrónica. Los links de conexión se recordarán el mismo día de cada clase, tres horas antes de comenzar, vía correo electrónico enviado a la dirección que cada alumno haya definido en su inscripción.

Las fechas que se consideran para el desarrollo de las clases son las siguientes:

- Clase 01 - Martes 03 de diciembre de 2024, de 18:00 a 21:00
- Clase 02 - Martes 10 de diciembre de 2024, de 18:00 a 21:00
- Clase 03 - Martes 17 de diciembre de 2024, de 18:00 a 21:00

Cada clase consta de dos módulos de aproximadamente 1 hora y 30 minutos separados por un intermedio breve.

Evaluación, Asistencia, y Certificados

No se contemplan evaluaciones de ningún tipo durante el curso.

No existe requisito de asistencia orientado a la aprobación o reprobación del curso.

Al finalizar el curso se emitirá un Certificado de Asistencia a aquellos alumnos que se hayan conectado de manera sincrónica al menos a 2 de las 3 clases.

Horas lectivas

El curso consta de 03 Clases, las que en su conjunto alcanzan las 09 horas lectivas efectivas.

Material

El material que no presente conflicto con el derecho de autor será entregado a los alumnos típicamente en formato PDF y otros que correspondan.

Las clases serán grabadas (salvo inconvenientes técnicos) y podrán ser visualizadas por los alumnos en la plataforma de SDA (en formato no descargable) durante dos semanas luego de finalizado el curso. El objetivo de esto es que los alumnos que por cualquier motivo ingresen atrasados o falten a alguna clase tengan la posibilidad de recibir las explicaciones completas.

6.0 EXPOSITOR

Carlos Peña López es Ingeniero Civil Estructural (Magíster en Ingeniería Estructural y Geotécnica) de la Pontificia Universidad Católica de Chile, y cuenta con más de 20 años de experiencia en el diseño y revisión de estructuras industriales tanto en Chile como en

el extranjero. Ha sido profesor de cursos (pregrado y posgrado) relacionados con el diseño estructural en varias universidades (nacionales y extranjeras). También ha participado en múltiples comités de normas chilenas y cuenta con varias publicaciones afines. Forma parte del Comité Técnico de ICHA, y fue designado como Secretario Técnico INN para los proyectos de actualización de NCh427/1, NCh2369, y NCh433.

Email: cpena@sdaeducation.com

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/carlos-pena-cpl-ingenieria/>
<https://www.linkedin.com/company/sda-structural-design-academy/>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Pena-L>

YouTube: https://www.youtube.com/@CPL_Ingenieria

Canal Telegram: <https://t.me/+M3H94vJ7yL42MmQx>

Web: <https://www.sdaeducation.com>