



Sesión 002-005 — Construcción, commissioning y aceptación final

Instructor: Luis Linares

Curso: Diseño de Laboratorios de Alta Contención

Propósito del documento:

Este mapa de la clase está diseñado para ayudar a los participantes a navegar el contenido de la Sesión 002-005, identificando no solo los temas tratados, sino la lógica que los conecta. La sesión no introduce elementos aislados, sino que desarrolla una cadena continua: desde la materialización del riesgo en construcción, pasando por la pérdida o preservación de coherencia del sistema, hasta la verificación del desempeño y la aceptación final basada en evidencia. Este documento funciona como herramienta de orientación y estudio, y no sustituye la conferencia.

SECCIÓN 1 — El riesgo se vuelve físico en la construcción

Enfoque principal:

Establecer que la fase de construcción marca el punto en el que el riesgo definido en planificación y diseño deja de ser una abstracción técnica y se convierte en una condición física real que debe ser ejecutada, controlada y verificada.

Puntos clave:

- El riesgo definido en fases anteriores no desaparece ni se resuelve automáticamente.
- En la construcción, ese riesgo se traduce en condiciones físicas concretas.

- La contención deja de existir como intención y pasa a depender completamente de la ejecución.
- Cada decisión constructiva introduce o preserva condiciones que afectan el desempeño del sistema.
- A partir de este punto, el laboratorio deja de ser un proyecto conceptual y se convierte en un sistema real con comportamiento físico.

Preguntas retóricas / Señales de atención:

- ¿En qué momento el riesgo deja de ser una definición y se convierte en una condición real?
- ¿Qué ocurre si la ejecución no corresponde exactamente al riesgo definido?

Señal de orientación:

Esta sección marca el inicio del cambio crítico del proyecto: de diseño a sistema físico, donde comienza a definirse el desempeño real de la contención.

SECCIÓN 2 — La construcción como determinante de la contención

Enfoque principal:

Reubicar el concepto de contención desde el diseño hacia la construcción, estableciendo que la contención no existe en planos ni en especificaciones, sino únicamente en lo que se construye.

Puntos clave:

- El diseño define intención, pero no garantiza resultado.
- La construcción determina si la contención existe o no en la realidad.
- El laboratorio opera según condiciones instaladas, no según lo diseñado.
- La coherencia entre diseño y ejecución es la condición necesaria para la contención.
- Una desviación en obra rompe esa coherencia, independientemente de la calidad del diseño.

Preguntas retóricas / Señales de atención:

- ¿Dónde existe realmente la contención: en los planos o en la ejecución?
- ¿Puede un diseño correcto producir un sistema que no contiene?

Señal de orientación:

Se establece que la responsabilidad de la contención se desplaza de la intención técnica al resultado físico.

SECCIÓN 3 — La pérdida de coherencia como origen del fallo

Enfoque principal:

Explicar que el fallo de un laboratorio BSL-3 no es un evento puntual, sino un proceso progresivo en el que se pierde la coherencia entre el riesgo definido y la ejecución física.

Puntos clave:

- El fallo no ocurre por una sola decisión crítica.
- Se produce por acumulación de desviaciones a lo largo de la construcción.
- Cada desviación introduce una diferencia entre lo definido y lo ejecutado.

- Esa diferencia afecta el desempeño del sistema de forma acumulativa.
- El sistema puede parecer completo, pero haber perdido la coherencia necesaria para contener.

Preguntas retóricas / Señales de atención:

- ¿En qué momento comienza realmente el fallo del sistema?
- ¿Es visible la pérdida de coherencia durante la construcción?

Señal de orientación:

Introduce la lógica acumulativa del fallo y elimina la idea de error único.

SECCIÓN 4 — Variabilidad en construcción y su impacto en desempeño

Enfoque principal:

Analizar cómo pequeñas variaciones durante la construcción generan desviaciones que afectan el desempeño global del sistema.

Puntos clave:

- Variaciones en materiales, tolerancias y secuencia introducen desviaciones.
- Estas desviaciones no son aisladas; se integran en el sistema.
- El comportamiento del sistema depende de la interacción de sus partes.
- Una variación local puede afectar la contención global.
- El desempeño no es la suma de elementos, sino el resultado de su interacción.

Preguntas retóricas / Señales de atención:

- ¿Qué impacto real tiene una pequeña variación en un sistema de contención?
- ¿Puede una desviación aparentemente menor afectar el desempeño total?

Señal de orientación:

Conecta la ejecución detallada con el comportamiento del sistema completo.

SECCIÓN 5 — La construcción como último punto de control

Enfoque principal:

Establecer que la construcción representa la última oportunidad efectiva para corregir desviaciones antes de que se integren permanentemente en la operación del laboratorio.

Puntos clave:

- Las desviaciones pueden identificarse y corregirse en obra.
- Una vez construido, el sistema entra en operación con esas condiciones.
- Las correcciones posteriores implican mayor complejidad técnica.
- También implican mayor costo y afectación operativa.
- Las decisiones no corregidas se trasladan directamente al ciclo de vida del laboratorio.

Preguntas retóricas / Señales de atención:

- ¿Cuándo deja de ser viable corregir una desviación?
- ¿Qué ocurre si se acepta una desviación durante la construcción?

Señal de orientación:

Define la construcción como el último punto real de control técnico.

SECCIÓN 6 — Presión de costo y cronograma como generadores de desviación

Enfoque principal:

Analizar cómo las condiciones reales de ejecución influyen en decisiones técnicas que pueden introducir desviaciones.

Puntos clave:

- La construcción ocurre bajo presión de costo y tiempo.
- Estas presiones afectan decisiones en obra.
- Las decisiones pueden alejarse del riesgo definido.
- Se introducen desviaciones justificadas por condiciones operativas.
- La coherencia técnica puede perderse bajo estas condiciones.

Preguntas retóricas / Señales de atención:

- ¿Qué decisiones cambian cuando el proyecto entra en presión?
- ¿Cómo se justifican desviaciones en obra?

Señal de orientación:

Introduce factores externos que afectan directamente el desempeño del sistema.

SECCIÓN 7 — Fragmentación en obra y pérdida de coherencia

Enfoque principal:

Explicar cómo la ejecución fragmentada entre múltiples actores contribuye a la pérdida de coherencia del sistema.

Puntos clave:

- La construcción involucra múltiples disciplinas y actores.
- Cada uno ejecuta una parte del sistema.
- Sin integración, se generan inconsistencias.
- Estas inconsistencias se traducen en desviaciones acumulativas.
- La contención depende de la coordinación entre todos los actores.

Preguntas retóricas / Señales de atención:

- ¿Qué ocurre cuando cada disciplina ejecuta sin integración?
- ¿Dónde se pierde la coherencia del sistema?

Señal de orientación:

Refuerza que la contención es resultado de integración, no de ejecución aislada.

SECCIÓN 8 — Commissioning como verificación del desempeño

Enfoque principal:

Definir el commissioning como el proceso que verifica el desempeño real del sistema de contención.

Puntos clave:

- No es una actividad final del proyecto.
- Es un proceso de verificación del sistema completo.
- Evalúa el desempeño en condiciones reales de operación.
- Incluye evaluación bajo escenarios de falla.
- Permite demostrar si el sistema contiene o no.

Preguntas retóricas / Señales de atención:

- ¿Qué significa realmente verificar un laboratorio?
- ¿Es suficiente probar que el sistema funciona?

Señal de orientación:

Introduce la verificación como requisito para validar la contención.

SECCIÓN 9 — Condiciones reales y escenarios de falla

Enfoque principal:

Establecer los criterios bajo los cuales debe evaluarse el desempeño del sistema.

Puntos clave:

- Las condiciones estáticas no representan el comportamiento real.
- El sistema debe evaluarse en condiciones reales.
- También debe evaluarse en escenarios de falla.
- La contención debe mantenerse en ambas condiciones.
- El desempeño debe demostrarse mediante evidencia.

Preguntas retóricas / Señales de atención:

- ¿Qué ocurre cuando el sistema deja de operar en condiciones ideales?
- ¿La contención se mantiene en escenarios de falla?

Señal de orientación:

Define los criterios técnicos de verificación.

SECCIÓN 10 — As-built como base de verificación

Enfoque principal:

Establecer que la verificación del sistema depende de la representación real de lo construido.

Puntos clave:

- Los planos as-built representan el sistema construido.
- Permiten verificar el desempeño real.
- Son base para operación y mantenimiento.
- La precisión del as-built afecta la validez del commissioning.
- Sin as-built confiable, la verificación pierde validez.

Preguntas retóricas / Señales de atención:

- ¿Qué se está verificando si el as-built no representa el sistema real?
- ¿Puede validarse un sistema sin documentación confiable?

Señal de orientación:

Conecta documentación con verificación técnica.

SECCIÓN 11 — Contrato como estructura de decisión técnica

Enfoque principal:

Explicar que el contrato define cómo se toman decisiones técnicas durante la construcción.

Puntos clave:

- El contrato establece criterios de desempeño.
- Define quién tiene autoridad técnica.
- Sin criterios medibles, las decisiones se vuelven interpretativas.
- Las decisiones técnicas se trasladan al sitio de obra.
- La contención puede depender de interpretaciones en ejecución.

Preguntas retóricas / Señales de atención:

- ¿Quién decide en obra cuando el contrato no es claro?
- ¿Qué ocurre cuando no hay criterios medibles?

Señal de orientación:

Introduce el contrato como mecanismo estructural de control técnico.

SECCIÓN 12 — Aceptación final basada en desempeño

Enfoque principal:

Definir la aceptación del laboratorio como el resultado de evidencia técnica del desempeño del sistema.

Puntos clave:

- La aceptación no depende de la finalización de la obra.
- Tampoco depende de la puesta en marcha.
- Depende de evidencia de desempeño del sistema.
- Esta evidencia debe incluir condiciones reales y escenarios de falla.
- La aceptación establece que el laboratorio cumple con los criterios de contención.

Preguntas retóricas / Señales de atención:

- ¿Cuándo puede considerarse que un laboratorio cumple?
- ¿Qué evidencia es necesaria para aceptar la contención?

Señal de orientación:

Cierra la sesión estableciendo la aceptación como verificación técnica basada en desempeño.

Cómo utilizar este mapa de la clase

Al revisar la sesión:

- Identificar el punto en que el riesgo se vuelve físico.
- Reconocer la relación entre diseño y ejecución.
- Identificar desviaciones y su acumulación.
- Entender el commissioning como verificación del desempeño.
- Evaluar la aceptación como evidencia técnica, no como finalización.