



Universidad de Chile



DIPLOMA DE POSTÍTULO

DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

Facility Management

COMISIONAMIENTO

Nombre Profesor :

Contacto:

Mauricio Toledo V.
LEED A.P.

mjtoledo@ing.uchile.cl



AGENDA

- ¿Qué es comisionamiento?
- Tipos de comisionamiento
- LEED y comisionamiento
- Etapas del comisionamiento
- ¿Por qué es importante?



¿QUÉ ES COMISIONAMIENTO?

- Comisionamiento de edificios nuevos es un proceso de aseguramiento de calidad para verificar y documentar que los sistemas de los edificios satisfacen las necesidades operacionales de sus usuarios.



TIPOS DE COMISIONAMIENTO

Comisionamiento (commissioning)

- El comisionamiento busca verificar que lo construido cumple con las expectativas de desempeño del diseño
- “Proceso que asegura que las instalaciones se construyan de acuerdo a lo planeado y operen de manera segura y de la forma más eficiente energéticamente.”

U.S. Environmental Protection Agency (EPA)



TIPOS DE COMISIONAMIENTO

Re-Comisionamiento

- Proceso mediante el cual se vuelve a comisionar un edificio después de ser completado, ocupado y comisionado.
- Chequeo que busca verificar que los sistemas del edificio aún funcionan como fueron planeados, construidos y entregados originalmente
- Se busca identificar dónde los cambios de procedimientos periódicos o alteraciones de las calibraciones originales han afectado el desempeño de los sistemas mecánicos del edificio



TIPOS DE COMISIONAMIENTO

Retro-Comisionamiento

- Muy similar al re-comisionamiento, consiste en el comisionamiento de un edificio que nunca ha sido comisionado o no se comisionó en forma total al terminarse



LEED Y COMISIONAMIENTO

CREDIT	TITLE	NC	SCHOOLS	CS
EA Prerequisite 1	Fundamental Commissioning of Building Energy Systems	Required	Required	Required
EA Prerequisite 2	Minimum Energy Performance	Required	Required	Required
EA Prerequisite 3	Fundamental Refrigerant Management	Required	Required	Required
EA Credit 1	Optimize Energy Performance	1-19 points	1-19 points	3-21 points
EA Credit 2	On-site Renewable Energy	1-7 points	1-7 points	4 points
EA Credit 3	Enhanced Commissioning	2 points	2 points	2 points
EA Credit 4	Enhanced Refrigerant Management	2 points	1 point	2 points
EA Credit 5	Measurement and Verification	3 points	2 points	NA
EA Credit 5.1	Measurement and Verification—Base Building	NA	NA	3 points
EA Credit 5.2	Measurement and Verification—Tenant Submetering	NA	NA	3 points
EA Credit 6	Green Power	2 points	2 points	2 points



LEED Y COMISIONAMIENTO

Objetivo

- Verificar que los sistemas energéticos del edificio se instalen, calibren y desempeñen de acuerdo a los requerimientos del mandante, bases de diseño y documentos de construcción.
- Algunos beneficios esperados son la reducción del consumo energético, reducción de costos operacionales y menos reclamos a los instaladores.



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Comisionamiento Mínimo

- Autoridad comisionadora
 - Designación de un individuo como autoridad comisionadora (CxA) para liderar, revisar y supervisar la ejecución de las actividades del proceso de comisionamiento
 - CxA debe ser independiente del diseño y construcción del proyecto.
 - Los resultados y recomendaciones deben reportarse directamente al mandante



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Comisionamiento Mínimo

- El mandante debe documentar sus requerimientos. El equipo de diseño debe desarrollar las bases de diseño y la CxA debe revisar dichos documentos (claros y completos). Cualquier modificación será responsabilidad del respectivo autor del documento.
- Desarrollar e incorporar requerimientos de comisionamiento en los documentos de construcción
- Desarrollar e implementar un plan de comisionamiento
- Verificar la instalación y desempeño de los sistemas a comisionar
- Preparar un reporte resumen del comisionamiento



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Comisionamiento Mínimo

- **Sistemas comisionados**
 - Debe incluir al menos los siguientes sistemas consumidores de energía:
 - HVAC&R (mecánicos y pasivos) y sus sistemas de control
 - Controles de iluminación natural y artificial
 - Sistemas de agua caliente doméstica
 - Sistemas de generación de energía renovable (ej: solar)



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Comisionamiento Mejorado

- Actualizar el plan de comisionamiento a lo largo del proyecto.
 - Desarrollo del diseño
 - Preparación de los documentos constructivos
 - Antes de la reunión de inicio con el CG
- Preparar una lista de los sistemas que se incluyen en el comisionamiento
- Experiencia demostrada del agente de comisionamiento
- Crear un cronograma de entranamiento de los operadores del edificio (por escrito)
- Retener una copia de la revisión de diseño de la autoridad comisionadora, cualquier respuesta de los diseñadores a ésta y la confirmación de las medidas tomadas al respecto.
- Mantener copias de los requerimientos del mandante, bases de diseño, especificaciones de comisionamiento, reporte de comisionamiento y manuales de los sistemas.



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

12 Pasos (LEED)

- Proceso de control de calidad planeado y sistemático.
- Involucra al mandante, usuarios, ocupantes, equipo de mantenimiento y operaciones, profesionales de diseño y contratistas.
- Más efectivo cuando comienza temprano en el proyecto.
- Todos los participantes del proyecto están llamados a participar del comisionamiento activamente y este enfoque grupal puede acelerar el proceso.



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Tabla Resumen 12 Pasos

Table 1. Tasks and Responsibilities for EA Prerequisite 1 and EA Credit 3

Project Phases	Commissioning Tasks (Steps 1–12)	Rating System Tasks	Fundamental	Enhanced
Predesign, Design Phase				
Request for proposal Architect and engineer selection	1. Designate commissioning authority (CxA)	EA Prerequisite 1, Task 1 EA Credit 3, Task 1	Owner or project team	Owner or project team
Owners project requirements, basis of design	2. Document owner's project requirements; Develop basis of design	EA Prerequisite 1, Task 2	Owner or CxA* Design team	Owner or CxA* Design team
Schematic design	3. Review owner's project requirements and basis of design	EA Prerequisite 1, Task 2 EA Credit 3, Task 2	CxA**	CxA
Design development	4. Develop and implement commissioning plan	EA Prerequisite 1, Task 4	Project team or CxA*	Project team or CxA
Construction documents	5. Incorporate commissioning requirements into construction documents	EA Prerequisite 1, Task 3	Project team or CxA*	Project team or CxA
	6. Conduct commissioning design review prior to midconstruction documents	EA Credit 3, Task 2	N/A	CxA



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Tabla Resumen 12 Pasos

Project Phases	Commissioning Tasks (Steps 1–12)	Rating System Tasks	Fundamental	Enhanced
Construction Phase				
Equipment procurement Equipment installation	7. Review contractor submittals applicable to systems being commissioned	EA Credit 3, Task 3	N/A	CxA
Functional testing Test and balance Performance testing acceptance	8. Verify installation and performance of commissioned systems	EA Prerequisite 1, Task 5	CxA	CxA
Operations and maintenance (O&M) manuals	9. Develop systems manual for commissioned systems	EA Credit 3, Task 4	N/A	Project team or CxA
O&M training	10. Verify that requirements for training are completed	EA Credit 3, Task 5	N/A	Project team or CxA
Substantial completion	11. Complete a summary commissioning report	EA Prerequisite 1, Task 6	CxA	CxA
Occupancy				
Systems monitoring	12. Review building operation within 10 months after substantial completion	EA Credit 3, Task 6	N/A	CxA



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Paso 1

- Nombrar una persona como la autoridad comisionadora (CxA) para liderar, revisar y supervisar la ejecución de las actividades del proceso de comisionamiento.
 - Liderar el equipo y proceso de comisionamiento
 - Coordinar, supervisar y/o desarrollar los testeos del comisionamiento
 - Revisar los resultados de las verificaciones de los sistemas
 - Idealmente independiente de los equipos de diseño y construcción (no responsabilidad en diseño ni ejecución del trabajo supervisado) → **objetividad!**



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Paso 2

- El mandante debe documentar los requerimientos del proyecto. El equipo de diseño debe desarrollar las bases de diseño. Ellos son responsables por actualizar sus respectivos documentos.
- Requerimientos del proyecto del mandante
 - Detallar los requisitos funcionales del proyecto y las expectativas de uso y operación de los sistemas comisionados
- Bases de diseño
 - Describen los sistemas a comisionar y destacan cualquier supuesto de diseño no incluido en los documentos de diseño. Se deben actualizar en cada entrega



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Paso 2

- Requerimientos del proyecto del mandante
 - Mandante y usuarios: describir propósito principal, programa arquitectónico y uso del proyecto. Historia y futuras expansiones o flexibilidad. Materiales y costos de construcción y operación.
 - Metas sustentabilidad: incluir cualquier meta específica (ej: certificación LEED)
 - Metas de eficiencia energética: cumplimiento de códigos. Describir requisitos de orientación, paisajismo, fachadas, envolvente, etc.
 - IEQ: para cada tipo de espacio programático describir uso, horarios de uso, temperatura, humedad, iluminación, controles deseados, etc.
 - Expectativas de sistemas y equipos: describir calidad, confiabilidad, tipo, automatización, flexibilidad, mantenimiento. Indicar preferencias.
 - Requisitos de ocupantes y O&M: describir cómo se operará y por quién.



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Paso 2

- Bases de diseño
 - Supuestos de diseño: Incluir usos, redundancias, condiciones climáticas de diseño, zonificación, ocupación, operaciones y cualquier requisito ambiental.
 - Estándares: incluir los códigos, guías y regulaciones de diseño usados, y cualquier referencia relevante.
 - Narrativas: Incluir criterios de desempeño para HVAC&R, iluminación, agua caliente, generación in-situ y otros sistemas a comisionar.



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Paso 3

- CxA debe revisar los requerimientos del mandante y las bases de diseño, verificando que estén completas y sean claras.
- Verificar que las bases de diseño reflejan los requerimientos del mandante.
- Deben aprobarse antes de licitar cualquier equipo o sistema a comisionarse.



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Paso 4

- Desarrollar e implementar un plan de comisionamiento.

Required Commissioning Plan Components
Brief overview of commissioning process.
List of all systems and assemblies included in commissioning authority's scope of work.
Identification of commissioning team and its responsibilities.
Description of management, communication, and reporting of commissioning process.
Overview of commissioning process activities for predesign, design, construction, and occupancy and operations phases, including development of owner's project requirements, review of basis of design, schematic design, construction documents and submittals, construction phase verification, functional performance test development and implementation, and 10-month warranty review.
List of expected work products.
List of commissioning process milestones.



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Paso 5

- Desarrollar e incorporar requisitos de comisionamiento en los documentos de construcción.

Table 4. Commissioning Requirements for Construction Documents

Commissioning team involvement.
Contractors' responsibilities.
Submittal review procedures for commissioned systems.
Operations and maintenance documentation, system manuals.
Meetings.
Construction verification procedures.
Startup plan development and implementation.
Functional performance testing.
Acceptance and closeout.
Training.
Warranty review site visit.



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Paso 6

- Desarrollar al menos una revisión de los requisitos del mandante, bases de diseño y documentos de diseño durante la generación de documentos de diseño (50%) y chequear los comentarios de la revisión en la entrega siguiente.



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Paso 7

- CxA debe revisar los contratos relacionados a los sistemas a comisionar, para verificar su cumplimiento respecto a los requisitos del mandante y las bases de diseño.
- Actividad en paralelo a las revisiones de los especialistas y entregada al equipo de diseño y al mandante.
- Evitar rehacer trabajo u obras extraordinarias
 - Conformidad con los requisitos del mandante y bases de diseño
 - Satisfacción de los requisitos operacionales y de mantenimiento
 - Facilitar los testeos de desempeño



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Paso 8

- Verificar la instalación y desempeño de los sistemas a comisionar.
 - Inspección de instalación.
 - Testeo de desempeño.
 - Comparar resultados medidos con los requisitos del mandante y bases de diseño.



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Paso 8

- Inspección de instalación (inspección pre-funcional)
 - Set de procedimiento sistemáticos para identificar si las componentes del sistemas se han instalado adecuadamente.
 - Chequeos pre-funcionales que ocurren durante la marcha blanca de los equipos.
 - A cargo de CxA, instaladores u otros.
 - Control de calidad que impiden problemas menores (errores de cableado, etc.)



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Paso 8

- Testeo de desempeño (Testeo funcional de desempeño)
 - Tiene lugar cuando todos los componentes de un sistema están instalados, energizados, programados, balanceados y listos para operar.
 - Testeo debe incluir, prendido, apagado, chequear capacidad, modos de emergencia y falla, alarmas y conexiones a otros equipos.
 - A cargo de CxA, instaladores u otros.
 - Puede detectar problemas serios de desempeño que requieran coordinación entre los miembros del equipo de diseño.



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Paso 8

- Comparar resultados medidos con los requisitos del mandante y bases de diseño.
 - Es un proceso de verificación permanente que busca contrastar lo medido/observado con las especificaciones de diseño de los sistemas comisionados.



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Paso 9

- Desarrollar manuales de los sistemas que orienten a los futuros operadores con la información necesaria para entender y operar de la mejor manera los sistemas comisionados
- Estos manuales van más allá que los provistos contratistas instaladores. El foco está en la operación (no necesariamente el mantenimiento de los sistemas)
 - Versión final de las bases de diseño
 - Diagramas de los sistemas
 - Secuencias de operación, diagramas de control y setpoints “as-built”
 - Instrucciones de operación para sistemas integrados.
 - Cronograma recomendado de mantención, re-testeo y calibrado de los sensores y actuadores de los sistemas



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Paso 10

- Verificar cumplimiento de los requisitos de entrenamiento del personal del edificio y sus ocupantes
- Establecer y documentar las expectativas de entrenamiento del mandante. Poner atención a prácticas nuevas o poco habituales. Documentar cuando se cumplen los entrenamientos.

Common Training Topics
General purpose of system (design intent).
Use of O&M manuals.
Review of control drawings and schematics.
Startup, normal operation, shutdown, unoccupied operation, seasonal changeover, manual operation, control setup and programming troubleshooting, and alarms.
Interactions with other systems.
Adjustments and optimizing methods for energy conservation.
Health and safety issues.
Special maintenance and replacement sources.
Occupant interaction issues.
System response to different operating conditions.



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Paso 11



ETAPAS DEL COMISIONAMIENTO

Paso 12



¿POR QUÉ ES IMPORTANTE EL COMISIONAMIENTO?

- Medioambiente
 - Si los edificios no funcionan como se planearon, pueden **consumir muchos más recursos** durante su ciclo de vida. El comisionamiento puede minimizar los impactos que por esta vía el edificio tiene en el medioambiente.
- Economía
 - Si el comisionamiento no se ha incluido antes en el proceso de entrega del proyecto, su costo puede producir resistencia.
 - Al considerar los beneficios de largo plazo, el comisionamiento puede ser muy efectivo, desde la perspectiva del costo, para asegurar que el edificio funciona y ahorra energía de acuerdo a lo planeado en el diseño.
 - Cuando los sistemas funcionan como se planean, uno puede esperar menos enfermedades laborales relacionadas con la calidad de aire interior y pueden evitarse reemplazos prematuros de equipos por fallas de operación.