



DIPLOMA DE POSTÍTULO

DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

Facility Management

AUDITORÍAS ENERGÉTICAS

Nombre Profesor :

Contacto:

Mauricio Toledo V.
LEED A.P.

mjtoledo@ing.uchile.cl



AGENDA

- Definición
- Tipos de auditorías energéticas
- El proceso de AE
- Reporte de la AE
- Autoevaluación con checklist
- Audotiría energética residencial
- Formularios tipos



AUDITORÍA ENERGÉTICA

Definición

- Proceso para evaluar dónde un edificio o instalación usa energía, e identificar oportunidades para reducir ese consumo.

Fuente: *Handbook of Energy Audits*.

- El alcance, complejidad de los cálculos, y nivel de sofisticación de la evaluación económica dependen del auditor y deben definirse antes de iniciar una AE
- Costo y tipo de instalación definen el tipo de AE



TIPOS DE AUDITORÍAS ENERGÉTICAS

Nivel 1: Inspección Visual

- Es un tour de la instalación/edificio
- Inspección visual de todos los sistemas que usan energía
- Típicamente incluye una evaluación de información de consumo energético para caracterizar el consumo:
 - Cantidades
 - Patrones
 - Comparaciones con promedios en la industria (BM)





TIPOS DE AUDITORÍAS ENERGÉTICAS

Nivel 1: Inspección Visual

- AE más barata
- Entrega lista preliminar de medidas de eficiencia y ahorros asociados de bajo costo de implementación
- Oportunidad para recolectar información para una auditoría más acabada posterior





TIPOS DE AUDITORÍAS ENERGÉTICAS

Nivel 2: Auditoría Standard

- Busca cuantificar consumos energéticos y pérdidas
- Involucra una revisión y análisis más detallado de los equipos y sistemas
- Este análisis puede incluir mediciones y testeos en terreno para cuantificar consumos energéticos y eficiencias de varios sistemas.
- Se emplean cálculos sencillos de ingeniería para analizar las eficiencias y calcular consumos de energía y potenciales ahorros de costo en base a mejoras y cambios en cada sistema.
- Incluye análisis económico de las medidas de conservación recomendadas





TIPOS DE AUDITORÍAS ENERGÉTICAS

Nivel 3: Simulación Computacional

- Incluye más detalle de los distintos usos de energía por tipo de función
- Evaluación más detallada de los patrones de consumo energético, mediante uso de software de simulación
- El auditor desarrolla una simulación computacional de los sistemas del edificio, considerando factores climáticos y de uso que permitan predecir el consumo energético anual.
- Se busca establecer una base de comparación consistente con los consumos reales del edificio.





TIPOS DE AUDITORÍAS ENERGÉTICAS

Nivel 3: Simulación Computacional

- Se hacen cambios al modelo para mejorar la eficiencia energética de varios sistemas y se mide su efecto en comparación a la línea de base establecida.
- Considera las interacciones entre los sistemas y evita sobreestimaciones de los ahorros.
- Requiere de mucho tiempo para obtener información detallada de los equipos, datos operacionales y elaborar un modelo computacional representativo de la situación analizada
- Costoso, pero las recomendaciones emanadas de este tipo de análisis lo justifican (o debieran)



EL PROCESO DE UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA

- Luego de establecer el tipo de de AE a realizar, el auditor puede comenzar a recolectar información de las componentes mecánicas y estructurales que afectan el consumo energético y las característica de operación del edificio.
- La mayoría de esta información puede y debiera recolectarse antes de la visita a terreno.
- Una acabada evaluación del uso de energía y de los sistemas antes de la visita puede ayudar a identificar potenciales áreas de ahorro y aprovechar mejor la visita a terreno.
- Una AE bien organizada ayudará a recolectar información relevante y a reducir la duración de este proceso.



EL PROCESO DE UNA AE

Trabajo pre-visita a terreno

- Familiarización con aspectos básicos del edificio
- Permite aprovechamiento de visita a terreno en poco tiempo y mínima interrupción al personal del edificio.
- Debiera generar una lista de preguntas específicas y orientar los temas de discusión durante la visita a terreno.

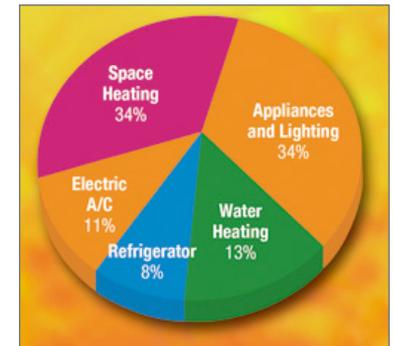


EL PROCESO DE UNA AE

Trabajo pre-visita a terreno: TAREAS

1. Recolección y revisión de información de consumo de los 2 últimos años.

- Tabular y graficar los datos
- Chequear patrones estacionales, peaks inusuales y verificar consumos adecuados
- Identificar consumos bases y de calefacción, refrigeración y otros permite identificar áreas con más potencial de ahorro





EL PROCESO DE UNA AE

Trabajo pre-visita a terreno: TAREAS

2. Obtener planos arquitectónicos, mecánicos y eléctricos del edificio original y cualquier modificación.
3. Hacer simples planos de plantas en tamaño conveniente (carta o doble carta). Usar distintas copias para los distintos sistemas
 - Ubicación de equipos, zonificación térmica, controles, niveles de iluminación, etc.



EL PROCESO DE UNA AE

Trabajo pre-visita a terreno: TAREAS

4. Estimar la superficie del edificio. Grandes áreas no acondicionadas pueden restarse del área bruta calculada.
5. Utilizar formularios tipo (Ej: ASHRAE*) para recolectar, organizar y documentar toda la información del edificio y equipos.
6. Desarrollar una narrativa del perfil del edificio que incluya antigüedad, usos, descripción, y condiciones existentes de los sistemas arquitectónicos, mecánicos y eléctricos. Indicar los mayores consumidores de energía (equipos y/o sistemas)



EL PROCESO DE UNA AE

Trabajo pre-visita a terreno: TAREAS

7. Calcular EUI (BTU/m²/año) y compararlo con edificios similares. Puede indicar potencial de ahorro.
 - Anotar potenciales preguntas y observaciones como zonas de control térmico, características de operación
 - Discutir telefónicamente programas de mantención, intereses de conservación específicos, y programar la visita de modo de observar sistemas de interés en operación
 - Desarrollar lista preliminar de medidas de ahorro energético (ECMs) para discutir las con el FM



EL PROCESO DE UNA AE

Trabajo pre-visita a terreno: TAREAS

- Dibujar un diagrama del sitio que incluya:
 - Ubicación relativa y emplazamiento de los edificios.
 - Nombre y número de cada edificio.
 - Año de construcción de cada edificio.
 - Ubicación, tipo y número de identificación de los medidores.
 - Áreas de cobertura de cada medidor.
 - Ubicación de plantas y equipos de calefacción y refrigeración.
 - Indicar el Norte.

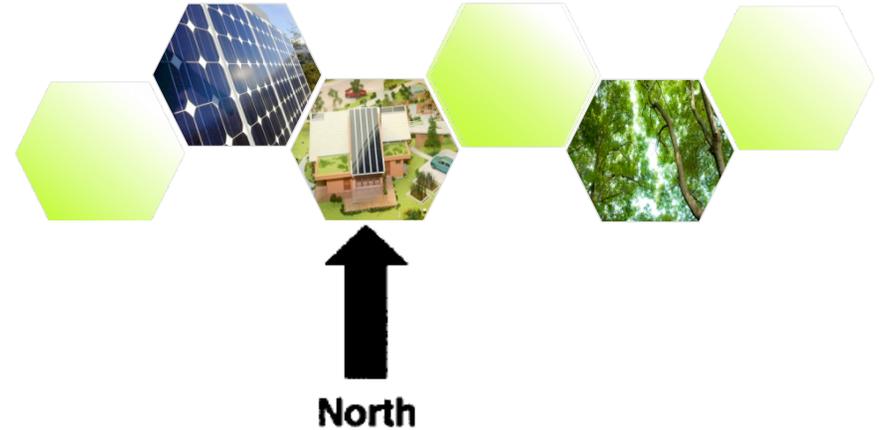
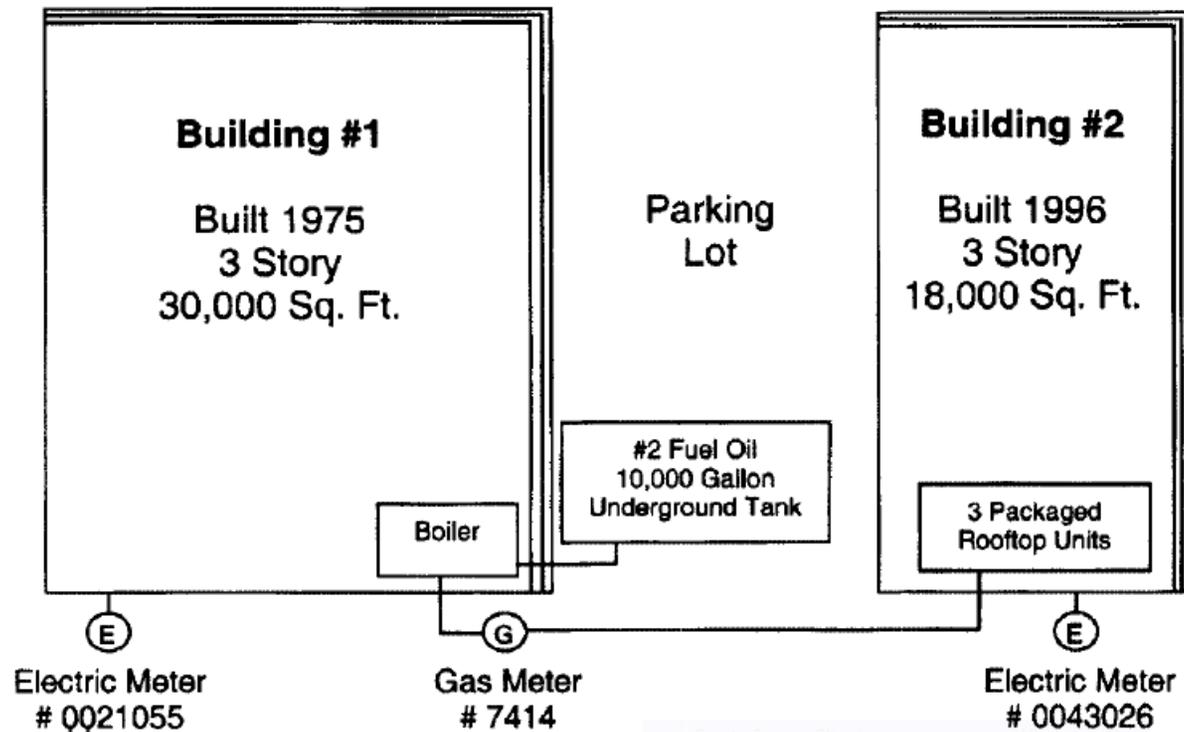


Diagrama del Sitio



Site Sketch



EL PROCESO DE UNA AE

Visita a terreno



- Con el trabajo previo a la visita a terreno, el auditor debiera tener un entendimiento básico del edificio y sus sistemas.
- Durante la visita debiera inspeccionar los sistemas identificados y contestar dudas específicas que surjan del trabajo previo.
- Programar visitas de 1 día por edificio.
- La duración dependerá de cuán completo es el trabajo previo, la complejidad de los sistemas y edificios y la necesidad de testear equipos.



EL PROCESO DE UNA AE

Visita a terreno: PASOS

- Tener todas las herramientas necesarias en terreno.
Recomendaciones:
 - Cuaderno de notas
 - Calculadora
 - Linterna
 - Huincha de medir
 - Termómetro de bolsillo
 - Foto sensor
 - Cortapluma
 - Cámara fotográfica



EL PROCESO DE UNA AE

Visita a terreno: PASOS

- Antes del tour del edificio, sentarse con el FM a revisar los perfiles de consumo y discutir aspectos de los edificios que no son fáciles de observar, por ejemplo:
 - Horarios de uso
 - Prácticas de mantenimiento y operación
 - Planes futuros que pudieran impactar el consumo energético



EL PROCESO DE UNA AE

Visita a terreno: PASOS

- Contrastar la planta de piso del edificio con los planos y anotar cualquier cambio.
 - Usar copias de los planos para indicar ubicación de equipos (boilers, chillers, ventiladores, etc.).
 - Indicar tipos de luces, niveles de luminosidad e interruptores.
 - Indicar dónde se toman las fotos, temperaturas de las habitaciones, y cualquier información adicional.



EL PROCESO DE UNA AE

Visita a terreno: PASOS

- Utilizar los formularios tipo para AE.
 - Ayuda para organizar la visita
 - Recordatorio de información a recolectar
- Observar los sistemas relacionados con las ECMs preliminares
 - Revisar aplicabilidad de recomendaciones
 - Indicar cualquier potencial problema de implementación
 - Indicar ECMs adicionales durante la visita



EL PROCESO DE UNA AE

Visita a terreno: PASOS



- Tomar fotos del recorrido
 - Incluir equipos mecánicos, luminarias, espacios interiores, áreas comunes y corredores, además de fotos exteriores y del techo.
 - Documentación de condiciones existentes, discusión de problemas con colegas y recordatorio de la visita.
 - Ayudan a FM y ocupantes a entender la ECMs y su implementación.



EL PROCESO DE UNA AE

Trabajo post-visita a terreno

- Asegura que la AE sea una efectiva herramienta de planificación de mejoras.
- Evaluar información recolectada durante la visita a terreno.
- Estudiar posibles ECMs.
- Hacer recomendaciones de mejoras arquitectónicas, operacionales y a las prácticas de mantención.
- Organizar AE en un completo reporte.



EL PROCESO DE UNA AE

Trabajo post-visita a terreno: PASOS

- Revisar y clarificar notas inmediatamente después de la visita.
 - Completar información no escrita durante la visita.
 - Usar copias de los planos de planta para “pasar en limpio” las notas de terreno.





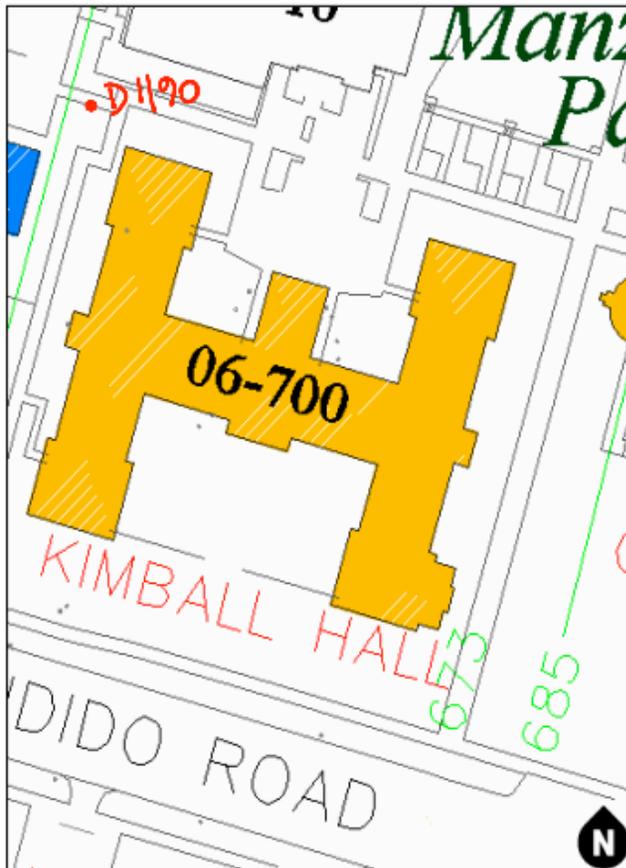
EL PROCESO DE UNA AE

Trabajo post-visita a terreno: PASOS

- Revisar las propuestas de ECMs y O&M
 - Eliminar (y justificar) medidas poco prometedoras
 - Hacer estudio preliminar de ECMs y comentar si requieren del análisis de un ingeniero u otro especialista.
- Organizar las fotos
 - Numerar las fotos indicando en un plano de planta dónde fueron tomadas
 - Agregar notas explicativas (captions).



06-700: Kimball Hall



Location:

- On the ground, next to black valves on the north west corner of the building (by the sidewalk).

5

Conservation Cup 2008 - Water Meters' Location by MJT



EL PROCESO DE UNA AE

Trabajo post-visita a terreno: PASOS

- Organizar las tablas, gráficos, descripciones de edificios, formularios de la auditoría, notas y fotos en un formato que permita agregar información (archivador, pdf, etc.).
 - AE puede ser un proceso largo.
 - Facilidad para agregar o modificar información.
 - Legado para futuros trabajos y mejoras.



REPORTE DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA

- El flujo general de las actividades de la AE contempla identificar todos los sistemas que demandan energía, evaluar las condiciones de los sistemas, analizar el impacto de mejoras a esos sistemas y escribir un reporte de la AE.
- El reporte describe las condiciones actuales de los edificios en términos de su envolvente, equipos, iluminación y uso. Además incluye recomendaciones de mejoras mediante prácticas de O&M y ECMs.
- Comunicar efectivamente el diagnóstico y recomendaciones incrementa las chances de que se implementen y reduzca el consumo.
- Considerar siempre la audiencia a quien se dirige el reporte.



REPORTE DE LA AE

Resumen Ejecutivo

- Simple y directa explicación de la situación actual, mejoras recomendadas y las ventajas de implementarlas.
- Incluye una breve introducción sobre el edificio, su función, el propósito de la AE y conclusión general.
- 1 ó 2 páginas que pueden decidir la suerte de todo este esfuerzo.



REPORTE DE LA AE

Información del Edificio

- Antecedentes del edificio, incluyendo sistemas mecánicos y perfil de operaciones.
- Incluir descripción de la envolvente, antigüedad, historia de construcciones/modificaciones, horarios de operación, número de empleados y patrones de uso y una discusión del programa de mantención y operación.
- Incluir un plano de planta, algunas fotos del edificio y sus sistemas mecánicos, una descripción de los tipos de energías presentes y una descripción de los principales sistemas mecánicos y de control.



REPORTE DE LA AE

Resumen de Consumo Energético

- Incluir información de consumo de los 2 últimos años.
- Incluir algunas tablas y gráficos usadas en el análisis y que describen el tipo de consumo del edificio.
- Gráficos de torta del consumo y costo por tipo de combustible ofrecen un buen entendimiento del edificio y su consumo y costos asociados.
- Incluir índices y BM si se dispone de ellos.
- Analizar posibilidades de tarifas horarias si corresponde.



REPORTE DE LA AE

Medidas de Ahorro Energético

- Comenzar con una lista que resume las ECMs que satisfacen criterio financiero definido por el mandante.
- Incluir tabla con la ECM, costo estimado, ahorro estimado y payback simple.
- Incluir además una descripción breve de cada ECM con sus respectivos cálculos, payback simple, VPN, LCCA. Incluir supuestos de cálculo respecto a eficiencias u operación. 1 ó 2 páginas para cada una.
- Incluir ECMs consideradas, pero que excedían criterio financiero considerado.



REPORTE DE LA AE

Medidas de Operación y Mantenimiento

- Incluir descripción de elementos de O&M de bajo costo que requieren atención.
- Incluir elementos que reducirían el consumo energético y costo, solucionarían problemas existentes o mejorarían prácticas para alargar la vida útil de sistemas no considerados para upgrade.
- Incluir costos y estimaciones de ahorro de O&M.



REPORTE DE LA AE

Apéndices

- Agregar en los apéndices información técnica y de apoyo no incluida antes.
- Típica información incluida aquí:
 - Planos de planta con notas de terreno
 - Fotos
 - Formularios de AE
 - Inventarios de motores, equipos y luminarias.
 - Especificaciones de equipos existentes o recomendados.



AUTOEVALUACIÓN CON CHECKLIST

- Procedimiento estandarizado y replicable
- Busca determinar los principales factores de consumo de energía y determinar patrones de consumo en áreas específicas.
- Descubrir técnicas replicables para ahorro energético.
- Guía para FM para encontrar modificaciones en los sistemas del edificio y prácticas operacionales que reduzcan los consumos energéticos.
- Identificar áreas que requieren más atención y sugerencias.