

CEARE – Centro de Estudios de la Actividad Regulatoria Energética

MAESTRÍA INTERDISCIPLINARIA EN ENERGÍA

SUSTENTABILIDAD EN EDIFICIOS COMERCIALES: MÉTODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES



Maestrando: Arq. Andrés Fernando Schwarz

Directora: Dr. Arq. Silvia de Schiller

Mayo 2017

ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
ABREVIATURAS	5
GLOSARIO	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN GENERAL	10
Introducción.....	10
Estado de la situación energética nacional	10
Problemática encontrada.....	11
Relevancia del tema a analizar	12
Objetivos.....	14
Objetivos Generales.....	14
Objetivos específicos.....	14
Enfoque de la investigación.....	15
Conclusiones.....	15
CAPÍTULO 2. SUSTENTABILIDAD EN EL HÁBITAT EDIFICADO	16
Introducción.....	16
Desarrollo sustentable y eficiencia energética.....	16
Eficiencia energética y sustentabilidad.....	16
Desarrollo y utilización de indicadores	17
Experiencia en el hábitat construido.....	17
Conclusiones.....	18
CAPÍTULO 3. MARCO NORMATIVO. CONTEXTO NACIONAL	20
Introducción.....	20
Contexto nacional	20
Argentina	20
Conclusiones.....	26
CAPÍTULO 4. MARCO NORMATIVO. CONTEXTO REGIONAL E INTERNACIONAL	27
Introducción.....	27
Contexto regional	27
Brasil.....	27
Conclusiones.....	29
En EEUU (Ciudad de Nueva York)- Local Law 84.....	30
Conclusiones.....	31

En EEU (nivel federal)	33
Conclusiones.....	34
Contexto internacional.....	36
Sistema EDGE.....	36
Conclusiones.....	37
Sistema BREEAM.....	38
Sistema LEED	39
Conclusiones.....	40
CAPITULO 5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES.....	41
Introducción.....	41
Metodología de la investigación.....	41
Medidas de eficiencia energética (MEEs)	41
Construcción de indicadores.....	42
Cálculo de emisiones durante la operación	44
Propuesta de implementación.....	45
Conclusiones.....	47
CAPITULO 6. EXPERIENCIA EN CAMPO. CASO DE ESTUDIO 1	48
Introducción.....	48
Relevancia del caso elegido.....	48
El caso HSBC San Isidro.....	48
Medidas de eficiencia energéticas empleadas	50
Conclusiones.....	55
CAPITULO 7. EXPERIENCIA EN CAMPO. CASO DE ESTUDIO 2	55
Introducción.....	55
Relevancia del caso elegido.....	55
El caso HSBC Barrancas de Lezama.....	56
Medidas de eficiencia energéticas empleadas	59
Registro fotográfico de las medidas empleadas	60
Conclusiones.....	64
CAPITULO 8. CONCLUSIONES	65
REFERENCIAS	71
LISTA DE TABLAS	74
LISTA DE FIGURAS	75
RECONOCIMIENTOS	77
AGRADECIMIENTOS.....	78
ANEXOS	79

Anexo 1	Ejemplo de reporte de Energy Star.....	80
Anexo 2	Ejemplo de reporte de EDGE	81
Anexo 3	Ejemplo de uso de indicadores en publicaciones del INTI	82
Anexo 4	Ejemplo de uso de indicadores en programas de simulación energética	83
Anexo 5	Guía metodológica de reportes para la Ciudad de Nueva York	84
Anexo 6	Extracto de indicadores de edificios de la Ciudad de Nueva York	85
Anexo 7	Listado de edificios relevados	86

ABREVIATURAS

ANSI	American National Standards Institute
ARS/m ² /año	Pesos argentinos por metro cuadrado al año
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating, & Air-Conditioning Engineers (Estados Unidos)
BD+C	Building Design and Construction (Estados Unidos)
BMS	Building Management System
BRE	Building Research Establishment (Reino Unido)
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method (Reino Unido)
CAASBEE	Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (Japón)
CABA	Ciudad Autónoma de Buenos Aires
CAI	Calidad Ambiental Interior
CAPBA	Colegio de Arquitectos de la Provincia de Buenos Aires
CASRN	Chemical Abstract Service Registration Number
CFC	Clorofluorocarbonos
CGIEE	Comité Gestor de Indicadores y Niveles de Eficiencia Energética (Brasil)
CO ₂	Dióxido de carbono
CO ₂ e	Dióxido de carbono equivalente
CPAU	Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo (Ciudad Autónoma de Buenos Aires)
DOE	Department of Energy (Estados Unidos)
DPE	Diagnostic de performance énergétique (Francia)
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservación de Energía (Brasil)
EPA	Environmental Protection Agency (Estados Unidos)
EPD	Environmental Product Declaration
GCBA	Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

GEI	Gases de Efecto Invernadero
GP	Principios Rectores para el Liderazgo Federal de Edificios de Alto Desempeño y Sostenibles (Brasil)
GSF	Gross Square Feet (pies cuadrados brutos)
GT-Edificaciones	Grupo Técnico para lograr Eficiencia en las Edificaciones (Brasil)
H+	Hidrón o catión hidrógeno
HQE	Haute Qualité Environnementale (Francia)
HSBC	Hong Kong and Shanghai Banking Corporation
Inmetro	Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología (Brasil)
IES	Illuminating Engineering Society
IESNA	Illuminating Engineering Society of North America
INTI	Instituto Nacional de Tecnología Industrial
IRAM	Instituto Argentino de Normalización y Certificación
kgCO ₂ e	Kilogramo de dióxido de carbono equivalente
kgCO ₂ e/m ² /año	Kilogramo de dióxido de carbono equivalente por metro cuadrado al año.
KVA	Kilo voltamperios
kWh/m ²	Kilovatio hora por metro cuadrado
kWh/m ² /año	Kilovatio hora por metro cuadrado al año
kWh/mes	Kilovatio hora por mes
kWh/persona/año	Kilovatio hora por persona al año
L/m ² /año	Litro por metro cuadrado al año
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design (Estados Unidos)
LEED-EBOM	Existing Buildings- Operations and Maintenance (Certificación LEED para Edificios Existentes: Operación y Mantenimiento)
LEED-NC	New Construction and Major renovations (Certificación LEED para diseño y construcción de edificios: construcción nueva y remodelaciones mayores)

m ²	Metro cuadrado
m ³ /mes	Metro cúbico por mes
MEEs	Medidas de Eficiencia Energética
MJ	Megajoule
MJ/m ²	Megajoule por metro cuadrado
MMBtu	Millones de unidades térmicas británicas
NO _x	Óxido de nitrógeno
Procel	Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica (Brasil)
PRONURE	Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía
RAC	Requisitos de Validación de Conformidad para Eficiencia Energética de Edificaciones (Brasil)
RTQ-C	Requisitos Técnicos de Calidad para el Nivel de Eficiencia Energética de Edificios Comerciales, de Servicios y Públicos (Brasil)
SO ₂	Dióxido de azufre
ST-Edificaciones	Secretaría Técnica de Edificaciones (Brasil)
tCO ₂ e/mes	Toneladas de dióxido de carbono equivalente por mes
TEPS	Toneladas equivalentes de petróleo
USGBC	United States Green Building Council (Estados Unidos)
W/m ² °K	Vatio por metro cuadrado grado Kelvin
\$/mes	Pesos argentinos por mes

GLOSARIO

Definiciones

Eficiencia: Evaluación cuantitativa de un proceso de lograr un objetivo en relación con el uso de recursos aplicados.

Energía final: energía primaria o secundaria apta como insumo en usos finales.

Energía primaria: toda forma de energía disponible en la naturaleza antes de ser convertida o transformada. Consiste en la energía contenida en los combustibles crudos, la energía solar, la eólica, la geotérmica y otras formas de energía que constituyen una entrada al sistema.

Energía secundaria: energía refinada, transformada o procesada, apta para usos finales.

Envolvente edilicia exterior: los elementos de un edificio que separan espacios acondicionados del exterior.

Indicador: representación simplificada de una realidad compleja. Dentro del campo de aplicación de este trabajo, responde a tres grandes funciones:

científica: evaluar el estado o desempeño de una variable

gestión: identificar las prioridades y orientar la acción a seguir

social: facilitar la comunicación de la actuación

Sustentabilidad: A los fines del presente trabajo, se utilizará la expresión “sustentable” para referirse al uso de los recursos (agua, energía, materiales, predio, sitio, calidad ambiental interior) de un edificio comercial, que le permite realizar la actividad para la que fue concebido, en forma eficiente y con bajo impacto, sin comprometer los recursos de las generaciones futuras.

Uso Racional de la Energía: minimización del “consumo energético actuando adecuadamente en la forma de operar las instalaciones, ajustando los niveles de los servicios energéticos (temperaturas, niveles de iluminación, velocidades, entre otros), y controlando el encendido y apagado para activar sólo cuando es necesario”¹. También “proviene normalmente de las innovaciones tecnológicas que permiten ser más eficientes, disminuyendo el consumo energético para proveer un servicio.”² Se aplica a toda disciplina que busca hacer más eficiente el uso de la energía, mediante un conjunto de estrategias que pueden ser pasivas, activas o una combinación de ambas.

¹ TANIDES, C. et al, (2013), *Escenarios energéticos para la Argentina (2013-2030) con políticas de eficiencia*, pp.12-13

² *Ibidem*, p. 13

RESUMEN

La República Argentina presenta un déficit de energía desde el año 2006 que actúa como una barrera para el desarrollo económico, técnico y humano. Dicha limitación puede superarse desde diversos enfoques: reactivando la producción, desarrollando nuevas fuentes de generación de energía, ajustando marcos legales y económicos, y mejorando la eficiencia del consumo. En ese marco, este trabajo se centra en medir el aspecto relacionado con la eficiencia del consumo energético.

Según el Balance Energético Nacional 2015, el consumo energético en el hábitat construido representó 57,9 % de la energía utilizada en el país. Dado que los sectores público y comercial representan el 8,2% del total, reducir la demanda energética en ese sector contribuye a minimizar la importación de combustible, utilizado para cubrir el déficit energético y mejorar la utilización de los recursos.

En este contexto, se considera relevante desarrollar una herramienta útil para medir y evaluar la utilización de la energía en el ámbito construido: los indicadores de eficiencia energética. Esta metodología ya se ha utilizado exitosamente en distintas partes del mundo, siendo los ejemplos más destacables los de Brasil y Estados Unidos. En estos países se etiqueta el consumo de los edificios comerciales, informando al público sobre el desempeño de los edificios. La novedad de la presente propuesta radica en sistematizar su uso e involucrar a las universidades y los consejos profesionales en la implementación de los mismos.

La relevancia de estos indicadores reside en la generación un punto de referencia para el propietario o locatario. Además permite a las autoridades conocer la realidad, orientar su actividad regulatoria, y orientar más eficientemente la asignación de recursos. El valor de un indicador consiste en poder representar una realidad compleja en forma simplificada, a fin de establecer mejoras. En la elaboración de los mismos se debe prever su sencillez de construcción, su aplicabilidad, su crecimiento gradual, y el coste de su implementación.

A través de dos estudios de caso a nivel nacional (un edificio reformado y un edificio existente), se muestra la construcción de indicadores, y cómo esta metodología permitió determinar la efectividad de las medidas de eficiencia energética, por ejemplo, el reemplazo de una caldera, o la renovación completa de un sistema de iluminación.

A tal fin, este trabajo presenta la metodología de construcción de indicadores de modo de establecer pautas concretas de trabajo. Tiene como finalidad desarrollar una herramienta tanto para particulares como para el sector público, por su sencillez de aplicación. Se considera que este aporte contribuye con la política de eficiencia energética que implementa la Secretaría de Energía de la Nación, a través de la aplicación de distintos programas y leyes, para reducir el consumo de combustibles fósiles y encaminarse a un pleno autoabastecimiento energético.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN GENERAL

Introducción

Este capítulo presenta el panorama del uso de la energía y la problemática encontrada durante el registro de su desempeño. Se pone de manifiesto la relevancia de adoptar una metodología que permita analizar el uso de la energía a través de indicadores claros y sencillos de construir.

En este capítulo sintetiza el enfoque de la investigación y los objetivos a lograr a través del desarrollo de indicadores para lograr una mejora en el uso de los recursos energéticos.

Estado de la situación energética nacional

Según el Balance Energético Nacional 2015³, el consumo energético en el hábitat construido constituyó 57,9 % de la energía utilizada en el país. El sector público y comercial representó el 8,2% del total. Lograr una reducción de consumo energético en ese sector implica reducir los fondos destinados a importación de combustible.

En este marco se considera interesante observar la evolución del consumo, según se explicita en la siguiente Tabla 1:

Tabla 1: Consumo desglosado según sector. Período 2005-2015. Fuente: Secretaría de Energía⁴

Extraído del Balance Energético Nacional
En miles de Teps

Año	Consumo final TOTAL	Consumo final hábitat construido	%	Desglose de hábitat construido					
				Comercial y público	%	Residencial	%	Industria	%
2015	57.158	33.116	57,9%	4.659	8,2%	15.057	26,3%	13.400	23,4%
2014	61.285	35.988	58,7%	4.758	7,8%	15.921	26,0%	15.309	25,0%
2013	61.743	36.338	58,9%	4.849	7,9%	16.059	26,0%	15.430	25,0%
2012	59.964	34.866	58,1%	4.768	8,0%	15.320	25,5%	14.778	24,6%
2011	51.400	29.739	57,9%	3.838	7,5%	12.491	24,3%	13.410	26,1%
2010	52.366	30.284	57,8%	4.260	8,1%	13.045	24,9%	12.979	24,8%
2009	50.196	29.197	58,2%	4.127	8,2%	12.744	25,4%	12.326	24,6%
2008	51.398	30.116	58,6%	4.148	8,1%	12.657	24,6%	13.311	25,9%
2007	51.093	30.469	59,6%	3.954	7,7%	12.398	24,3%	14.117	27,6%
2006	49.026	28.869	58,9%	3.612	7,4%	11.240	22,9%	14.017	28,6%

Los datos de la Tabla 1 permiten detectar una asimetría en el manejo de la información energética. Si bien la Secretaría de Energía planea y registra cuidadosamente las actividades de generación, transporte, distribución, exportación e importación de energía, a la hora de informar el uso de la energía, se enfrenta a un escenario de información atomizada y escasa. En este contexto, se considera que reunir y sistematizar esta información debería ser el fin último para alimentar la planificación futura.

³ El último disponible a la fecha de publicación del presente trabajo.

⁴ SECRETARÍA DE ENERGÍA, (2017), *Balances Energéticos 2015*, SECRETARÍA DE ENERGÍA, Ministerio de Planificación de la República Argentina. Recuperado el 22/05/2017: <http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366>

El sector residencial, de gran consumo y alta dependencia energética, comprende una multiplicidad de actores de diversa extracción con baja capacidad de organización y fuerte exposición social, por lo que cualquier medida tendiente a racionalizar el consumo debe ser ampliamente consensuada, e implementada en forma gradual para evitar su impacto social y costo político.

Con este objetivo, se estima que una solución posible consiste en incorporar medidas de eficiencia energética (MEEs) en los códigos de edificación de la vivienda nueva y/o de edificios de usos específicos, tales como oficinas, comercio, hospitales, escuelas, etc. Sin embargo, como los códigos, de alcance municipal, no se encuentran unificados por tratarse de incumbencias locales, la implementación gradual y efectiva llevará tiempos necesariamente prolongados. Lograr ahorros energéticos a corto plazo, en el sector residencial, sería viable mediante una combinación de reducciones impositivas y regulaciones. A la fecha, las diversas administraciones nacionales y locales se han mostrado reacias a adoptar dichas medidas, ya sea por su efecto político, o por la dificultad de implementar medidas en el hábitat construido existente, en el que participa una multiplicidad de actores.

En cambio, el sector industrial, por la misma dinámica de su actividad, implementa periódicamente MEEs, dado que es de interés de su negocio reducir los costos de la energía para hacer más rentable su actividad. En este sentido, lograr eficiencias adicionales parece poco verosímil. Sin embargo, se considera relevante explorar bolsones de eficiencia adicional (tales como la generación propia, la cogeneración, la reducción en los picos de consumo (“peak shaving”), etc).

Por tal razón, se estima que en el hábitat construido queda por desarrollar el sector edilicio público y comercial. El sector público se encuentra limitado a la hora de disponer de fondos para implementar MEEs que requieran gastos de capital. En cambio, el sector comercial puede verse directamente beneficiado con la implementación de MEEs, dado que redundará en una baja de sus costos de operación y mejora de su desempeño. De ahí la relevancia de la presente investigación orientada a realizar aportes metodológicos y de implementación para el sector analizado.

Sin embargo, a la fecha no hay indicadores claros del uso de la energía, más allá de los consumos bimensuales informados por los distribuidores, importante barrera para lograr un seguimiento más detallado del consumo energético. Asimismo, el uso de otros recursos naturales de vital importancia, tales como el agua, los materiales y la gestión de residuos, no ha sido claramente evaluado.

Ello implica determinar el uso de la energía y de los recursos que dispone el sector comercial para calificar si su desempeño alcanza grados de sustentabilidad en sus tres áreas básicas: social, económica y ambiental. Los inversores carecen, entonces, de indicadores que les permitan conocer su desempeño, para determinar qué lugares son más aptos para invertir.

Problemática encontrada

La República Argentina presenta un déficit energético prolongado. Consultado en abril de 2017, el Ministro de Energía, Juan José Aranguren, afirmó:

“El déficit energético se terminará en los próximos cinco o seis años (...) dentro de unos cinco o seis años, en 2021 o 2022, tenemos que reemplazar la energía que estamos importando”⁵.

Como medida para lograr, o anticipar, la reducción del déficit energético, se considera necesario establecer los niveles de consumo para los distintos usos, y poder aplicar políticas de uso racional de la energía.

Sin embargo, en el ámbito comercial y público, no se cuenta con información desagregada que facilite la aplicación de soluciones, ni indicadores que permitan determinar el estado de situación. Es por ello que resulta relevante implementar una metodología de recolección de información, compilación de datos, construcción de indicadores y comunicación de los resultados.

En un mundo desarrollado, que hace gala de su control tecnológico sobre distintas facetas de la actividad humana, resulta sorprendente la dificultad en implementar sistemas de indicadores que respondan a las condiciones locales o regionales, con criterios amplios e instrumentos específicos, lo suficientemente extendido, accesible y aceptado, que permita conocer el uso de los recursos y anticipar su utilización en base a esa experiencia. Si bien la escasa difusión en esta materia es la principal causa, otros aspectos contribuyen a conformar esta situación, tal como se explicita a continuación.

Las tarifas energéticas desfasadas y los subsidios generalizados, el hecho de entender “la energía” como un concepto relativamente difícil de concretizar, la falta de responsables designados dentro de las organizaciones para liderar ese proceso, la cultura del *business as usual*, refractaria a cualquier innovación.

La falta de incentivos, la baja conciencia social y educación ambiental por parte de usuarios y autoridades, y la falta de políticas energéticas regionales a corto, mediano y largo plazo, ciertamente no contribuyen todavía a valorizar los recursos y favorecer la responsabilidad social que les cabe a todos los actores de la sociedad.

Relevancia del tema a analizar

La importancia, en primer lugar, es para el propietario del inmueble, dado que le permite optimizar sus recursos. Conocer cuánto asigna a la parte energética le permitirá disponer de las acciones necesarias para reducir su consumo y disponer de los beneficios de los ahorros generados.

En segundo lugar, es importante para el regulador, ya que le facilita parámetros reales que le permitan orientar su gestión y planificar en base a la información sistematizada. Por ejemplo, se podrían asignar menos recursos a la importación de combustible o energía de terceros países, reprogramar el mantenimiento de redes, reducir la posibilidad de cortes de suministro eléctrico o de gas en temporadas de uso intensivo entre grandes centros urbanos, por mencionar algunos de los beneficios.

⁵ FERNANDEZ BLANCO, P. “Aranguren: “El déficit energético se terminará en cinco o seis años”, La Nación, 08/04/2017, recuperado el 14/05/2017 de: <http://www.lanacion.com.ar/2006750-aranguren-el-deficit-energetico-se-terminara-en-cinco-o-seis-anos>

Como conclusión, el tema analizado es prioritario para la comunidad, dado que un mejor desempeño de edificios contribuye a reducir impactos ambientales y mejorar la calidad de vida de la población con menor dependencia energética. Así, se mitigan las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del uso de combustibles fósiles, mejorar la calidad del aire en las zonas aledañas a las fuentes de generación con dichos combustibles, disminuir la percepción de riesgo en la operación, disminuir el la dependencia político-económica de los países exportadores y avanzar hacia la independencia energética.

Hipótesis

Los indicadores de edificación sustentable logran definir un sistema de calificación del desempeño energético-ambiental de edificios comerciales, identificar áreas susceptibles de mejoras y brindar herramientas de gestión y regulación, atendiendo el contexto nacional, escala y rango de niveles.

En efecto, dado que los edificios comerciales conforman un sistema complejo, se analiza cómo recolectar, analizar y presentar la información de manera inteligible para el usuario no técnico. El desafío consiste en presentar la información en forma sintética pero que guarde un significado para el receptor de la misma. Por ejemplo, muchas veces se presenta la unidad kilogramo de dióxido de carbono equivalente (kCO_2e) como representación de las emisiones generadas por una determinada actividad, pocas veces se acompaña dicha información con valores de referencia o elementos asequibles a la experiencia cotidiana, como ser promedios nacionales o por actividad económica (en el caso de valor de referencia) o bien como “cantidad de árboles” o “cantidad equivalente de consumo hogareño (en el caso de métricas más cercanas al interlocutor).

Por otro lado, desde el punto de vista de la gestión de activos, se hace necesario contar con herramientas de visualización rápidas que permitan analizar y determinar cursos de acción. Así, si un administrador inmobiliario decidiera optimizar los costos, puede evaluar el consumo de energía y agua por año o por unidad de superficie, y establecer metas de reducción, o poder comparar el retorno de la inversión, en caso de aplicar mejoras.

Por último, la agregación de informaciones individuales facilita a las autoridades establecer parámetros para la regulación, o proveer de información para fijar incentivos o disuasiones basados en información amplia.

El tema del contexto nacional se encuentra abordado en el capítulo 3.

Finalmente, las escalas y rangos se describen en el capítulo Metodología de Construcción de Indicadores. Sin embargo, conviene anticipar que las mismas están en relación con la superficie, población, actividad y ubicación del edificio (dado que responde una exigencia climática determinada), para poder comparar realidades semejantes.

La hipótesis de que los indicadores permiten definir una calificación energética surge como resultante de la metodología descripta.

Objetivos

El propósito de esta investigación es desarrollar una metodología de construcción de indicadores de sustentabilidad para edificios comerciales. Dado que todo indicador puede servir a distintos propósitos, conviene diferenciar sus fines:

Objetivos Generales

- **Mejorar** el desempeño energético-ambiental de los edificios, considerando que la información sintetizada en los indicadores es útil para orientar los procesos de mejora del inmueble.
- **Aportar** información sobre el uso de los recursos energéticos, considerando el rol del operador del edificio, que cuenta con información sobre el desempeño energético y ambiental del edificio.
- **Favorecer** los procesos de mejora continua y/o en etapas con la información aportada por los indicadores, a fin de planificar las mejoras que redunden en un mejor comportamiento ambiental.
- **Contribuir** al desarrollo de normativas. La colección de diversos consumos e indicadores puede permitir a las autoridades generar o actualizar legislación tendiente a orientar el consumo y asignación de recursos energéticos.

Objetivos específicos

- **Elaborar** criterios de selección de indicadores, con la finalidad es priorizar la información más relevante para el destinatario de la misma, ya sea comités ejecutivos, inversores, gerentes de operaciones o legisladores.
- **Analizar** metodologías de construcción de indicadores, dado que en la actualidad existen múltiples metodologías, por lo que se hace necesario determinar las más relevantes para el medio local.
- **Explorar** alternativas de aplicación y transferencia al medio institucional, académico y profesional, como posibles pasos a seguir para lograr la efectiva implementación de estos indicadores.

Enfoque de la investigación

La investigación realizada sobre la construcción de indicadores de sustentabilidad en edificios comerciales se basó en dos fuentes principales:

- **Marcos normativos:** los marcos normativos proveen distintas clases de indicadores que permiten identificar niveles de desempeño. Específicamente se analizaron los indicadores que surgen de la Norma IRAM 11900:2010 (Argentina), la Etiqueta Nacional de Conservación de Energía (Brasil) y la Norma ASHRAE 90.1-2007 (Estados Unidos).
- **Experiencia en campo:** se analiza como fuente de investigación el trabajo de certificación de edificios comerciales en el período 2008-2016. En dicho período, se analizaron 73 proyectos, de los cuales se logró la certificación de 22 de ellos (incluidos edificios enteros y espacios de oficina) totalizando 241.100 m². En todos ellos se debieron analizar consumos de agua, energía y residuos, por lo que se recurrió a esta fuente de información para desarrollar la metodología de construcción de indicadores, aporte de la presente tesis.

Conclusiones

El estado actual del uso de la energía en edificios, presentado en este capítulo, identifica la necesidad de desarrollar herramientas que aporten información sobre su desempeño energético y ambiental. Ello pone en evidencia la relevancia de la hipótesis en la que se basa este trabajo al considerar que una adecuada construcción de indicadores de edificación sustentable permite definir un sistema de calificación de desempeño energético-ambiental de edificios.

Para ello, la investigación se enfocó en analizar marcos normativos que incorporan indicadores y en la experiencia surgida a partir la realización de trabajo en campo.

El siguiente capítulo aborda el trasfondo teórico de la normativa vigente sobre la evaluación de desempeño sustentable, a partir de variables energéticas y de comportamiento térmico de la envolvente edilicia exterior.

CAPÍTULO 2. SUSTENTABILIDAD EN EL HÁBITAT EDIFICADO

Introducción

Este capítulo aborda la complejidad de medir el desarrollo sustentable, presentando sistemas utilizados en otros países.

A partir de la definición de los conceptos básicos, se presentan distintos indicadores generales que permiten abordar una metodología más amplia, incluyendo parámetros de desempeño, objetivos a lograr y resultados a comparar a lo largo de la vida útil de los edificios analizados.

Desarrollo sustentable y eficiencia energética

Existe un vínculo estrecho entre el desarrollo sustentable y la eficiencia energética. A mayor eficiencia, menor es el impacto en el ambiente por el uso de recursos y quema de combustibles fósiles, y mayor es la disponibilidad de recursos económicos que se pueden orientar a otras actividades.

Es por ello que se considera necesario medir el grado sustentabilidad de un edificio, y en particular, evaluar la eficiencia energética como forma de cuantificar los beneficios de los ahorros obtenidos y la optimización del recurso.

Dependiendo de la naturaleza de la actividad a realizar y de la función del edificio, se elegirán las estrategias, instalaciones y recursos energéticos más adecuados a analizar. En este contexto cabe notar que si bien la mayoría de los comercios utiliza electricidad como principal fuente de energía, algunos rubros dependen mayormente del gas como recurso que moviliza su actividad.

La experiencia desarrollada en otros países muestra los parámetros de uso más frecuente. Por ejemplo, si la actividad a considerar es la construcción de edificios comerciales, es inevitable utilizar la unidad de superficie, típicamente el metro cuadrado. Así, si se desea medir el uso de la energía final por unidad de superficies, se utiliza el indicador kWh/m². Si se quiere agregar la dimensión del tiempo se utiliza el indicador kWh/m²/año. Tales métricas son utilizadas por diversos sistemas de calificación, como la International Sustainability Alliance⁶.

Eficiencia energética y sustentabilidad

La noción de ‘sustentabilidad’ incluye la idea de ‘eficiencia energética’, ya que entre las múltiples acepciones de la palabra “energía”, figura la capacidad de realizar un trabajo. En el marco de esta tesis, se refiere a aquellos elementos o servicios que permiten desarrollar una actividad comercial, y que están directamente ligados al uso de distintos

⁶ The BRE International Sustainability Alliance (2015), *Key Performance Indicators*. Recuperado el 20/09/2015 de <http://www.internationalsustainabilityalliance.org/page.jsp?id=18>

fluidos (eléctrico, vapor, gas, agua, etc.) que alimentan otros procesos, o que son utilizados directamente. Ejemplo de esto es la iluminación (utilización de la electricidad para generar confort visual) o agua (para consumo directo). Sin embargo, limitar el término “sustentabilidad” a la eficiencia energética no contribuye a apreciar la real dimensión de su significado y aporte al desarrollo sustentable. El agua no es energía y, sin embargo, es requerida para desarrollar cualquier actividad humana. El uso del agua conlleva el uso de la energía para su procesamiento, pero por ser un recurso escaso y vital, se entiende su importancia intrínseca, más allá de los procesos a los que se asocie. Otro caso significativo es la Calidad Ambiental Interior (CAI). El término se refiere al conjunto de factores en el que se desarrolla una actividad humana dentro de un edificio, tales como temperatura, humedad, velocidad y pureza del aire, acceso a la luz natural, a las visuales exteriores y el confort acústico. CAI no es energía, y, sin embargo, sin ella, no es posible desarrollar actividades adecuadamente. De ahí que “sustentabilidad” debe ser entendido en forma más amplia que la eficiencia energética exclusivamente, atendiendo a sus tres dimensiones: económica, social y ambiental.

Desarrollo y utilización de indicadores

Para definir los mismos, se realiza un trabajo de investigación que permita conocer el alcance de los elementos y servicios a medir. Luego se analizan distintas alternativas, y se busca el consenso con los actores involucrados. A continuación, comienza el proceso de medición y evaluación de resultados que permite la construcción de indicadores. A partir de esa instancia, se utilizan los indicadores en forma continua, ya que ello permitirá registrar el grado de avance y servirá como herramienta en la toma de decisiones de proyecto y calificación de su desempeño.

Experiencia en el hábitat construido

Son múltiples los sistemas que han buscado cuantificar parámetros de sustentabilidad de los componentes del hábitat edificado. En el ámbito de la actividad comercial, cabe mencionar múltiples sistemas de certificación, desde el primero en desarrollarse e implementarse en el Reino Unido, el sistema BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) del BRE (Building Research Establishment), hasta el LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), promovido por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (United States Green Building Council, o USGBC), incluyendo los sistemas desarrollados en cada país, como:

- Demarche HQE (Haute Qualité Environnementale), en Francia,
- Eficiencia Energética de Suecia,
- Green Star System de Australia,
- CAASBEE de Japón,
- los más recientes como el sistema Passivehaus, de Alemania y norte de Europa, y el mencionado International Sustainability Alliance, de carácter privado.

A modo de ejemplo, Passivehaus adopta un indicador cuantitativo de 15 kWh/m²/año de energía primaria para calefacción y refrigeración para viviendas. Esto implica contar con iluminación muy eficiente, típicamente de LED, y lograr una densidad de potencia

de iluminación de 4 W/m² o menos; generar una envolvente edilicia exterior estanca en todo el perímetro del edificio y adoptar un dispositivo de ventilación mecánica que intercambie el calor de la extracción con el ingreso de aire exterior.

Otros casos exitosos de uso de indicadores de sustentabilidad de edificios se encuentran en la Ciudad de Nueva York (PlaNYC)⁷, o el DPE (*Diagnostic de performance énergétique*)⁸ en Francia, empleados en la venta o alquiler de bienes inmuebles.

Conviene notar que esto sucede también con los sistemas de evaluación BREEAM y LEED, factor fundamental en la mejora del mercado inmobiliario.

Conclusiones

De acuerdo con lo expuestos, se aprecia que existen numerosos ejemplos de sistemas que utilizan indicadores de sustentabilidad en edificios comerciales. La mayoría de los sistemas mencionados incluyen el componente energético, entre otras variables, como factor fundamental y necesario para evaluar el desempeño de un edificio.

El siguiente capítulo desarrolla la experiencia local en Argentina, y de otros países de la región, como Méjico, Brasil y Uruguay, en la certificación de edificios comerciales bajo el sistema LEED, donde se han empleados indicadores de edificación sustentable (*sustainable building*).

Este análisis sucede por no contar con un sistema propio, nacional y/o regional. La falta de una herramienta local genera que se adopten propuestas promovidas por entes internacionales, con sede en varios países, al cual se suma el mercado inmobiliario local.

El abordaje de los marcos normativos contribuyó a detectar parámetros en común y extraer la información relevante para la construcción de indicadores locales.

⁷ NYC MAYOR'S OFFICE OF SUSTAINABILITY (2015), *About*. Recuperado el 20/09/2015 de: <http://www.nyc.gov/html/planyc/html/about/about.shtml>

⁸ WIKIPEDIA (2015), *Diagnostic de performance énergétique*. Recuperado el 20/09/2015 de: http://fr.wikipedia.org/wiki/Diagnostic_de_performance_%C3%A9nerg%C3%A9tique

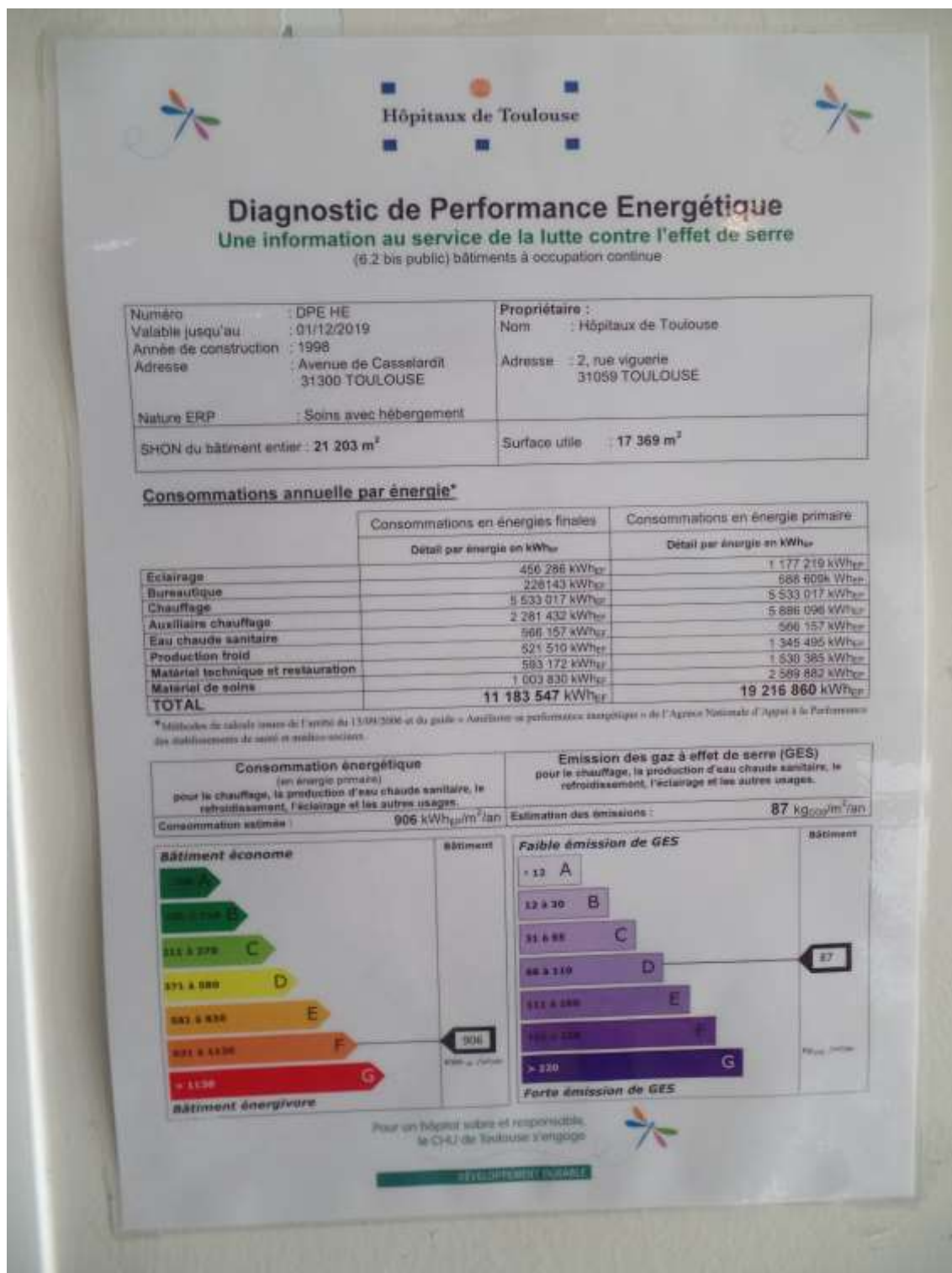


Figura 1 Ejemplo de etiquetado del sistema francés

CAPÍTULO 3. MARCO NORMATIVO. CONTEXTO NACIONAL

Normativa en Argentina y en la región sobre indicadores de eficiencia energética y edificación sustentable

Introducción

Distintos países aplican indicadores de eficiencia energética. En este capítulo se analizan y comparan distintas metodologías, a fin de poder establecer el grado de aplicación en Argentina.

También se analizan distintos marcos normativos, tanto en el ámbito nacional como en el internacional. Al final de cada marco o metodología, se efectúa una breve síntesis sobre su estado de situación y las posibles aplicaciones para la construcción de indicadores locales.

Contexto nacional

Argentina

Argentina carece por el momento un *corpus* unificado sobre eficiencia energética. Existe un conjunto de leyes y normas que hacen referencia a determinados niveles de desempeño de la envolvente, pero no específicamente a la medición del consumo de energía o agua en forma global. Tampoco existe la obligatoriedad de reportar o hacer público el desempeño del edificio.

A fin de explicitar el nivel de desarrollo en este campo, a continuación, se presentan las principales disposiciones concernientes al desempeño energético con sus características particulares y áreas vacantes:

Decreto 140 /2007

Se crea el Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONURE). El objetivo es “contribuir y mejorar la eficiencia energética de los distintos consumidores de energía”. La novedad más relevante de este Programa es que detalla acciones a desarrollar en el corto, mediano y largo plazo, tanto para distintos usos (Industrial, Comercial y Servicios, Educación, Transporte y Vivienda, entre otros).

Para los edificios públicos de los organismos del Poder Ejecutivo Nacional, es obligatorio implementar estas acciones. Un aspecto a destacar es que crea en cada organismo las figuras de Administrador Energético y la de Ayudantes del Administrador Energético.

Si bien es un marco ordenado, variado y amplio, hasta el momento no se han verificado ejemplos relevantes, ni se han compilados buenas prácticas ni experiencias que permitan informar y mejorar las acciones que hayan

implementado.

Otra mejora importante sería precisar los alcances y atribuciones del Administrador Energético y sus ayudantes dado que, si bien la figura fue creada, su perfil y alcance no fue definido.

Ley N° 4458 del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (GCBA)

Esta ley incorpora al Código de Edificación Normas IRAM relativas al acondicionamiento térmico de las construcciones. El alcance de la ley está definido para edificios públicos o privados de más de 1.500 metros cuadrados, aunque aplican excepciones (edificaciones abiertas, industriales, depósitos sin climatización y construcciones provisionales).

Esta ley se centra en aspectos de acondicionamiento térmico, aunque como novedad incorpora también la Norma IRAM 11900, Etiquetado de Eficiencia Energética de Calefacción para Edificios.

A diferencia del PRONURE, no indica un responsable del desempeño del edificio, ya que se basa en la etapa de construcción o remodelación. Tampoco se menciona la obligatoriedad de reportar su consumo de agua y energía.

Ley N° 13059 de la Provincia de Buenos Aires

Establece las condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de edificios. Comprende todas las construcciones públicas y privadas destinadas al uso humano que se construyan en la Provincia de Buenos Aires. La ley establece de aplicación obligatoria las Normas IRAM 11549, 11601, 11603, 11604, 11605, 11625, 11630, 11507-1 y 11507-4, referidas a acondicionamiento térmico de edificios y ventanas, en su edición más reciente. Las Municipalidades son Autoridad de Aplicación. Esta ley se encuentra reglamentada mediante el decreto 1030/2010.

Ordenanza N° 13515 de la Ciudad de Neuquén

Incorpora parámetros de eficiencia energética tales como colectores solares, sensores de iluminación, aislación térmica y control del sistema de climatización. Será de implementación gradual en los edificios de 1.000 m² a partir de los cinco años de promulgada la norma (en agosto de 2016).

Ordenanza N° 8757 de la Ciudad de Rosario

Incorpora al Reglamento de Edificación de una sección 7 denominada "Aspectos Higrométricos y Demanda Energética de las Construcciones". Comprende edificios de nueva construcción, públicos o privados, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios públicos o privados con una superficie útil superior a 500 m², y/o donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos. Excluye: edificaciones abiertas, edificios históricos o protegidos, edificios de culto, construcciones provisionales, instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas y edificios aislados menores a 50 m².

Ley N° 4973 del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (GCBA)

Incorpora al Código de Edificación (Capítulo 4.8 DEL PROYECTO DE LAS INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS) algunas disposiciones para los locales de salubridad [baños] de los locales o edificios públicos, comerciales e industriales, entre ellas la obligatoriedad de contar con un control automático por sensor volumétrico (o tecnología similar que en el futuro la reemplace u optimice) del sistema lumínico a fin de que el mismo se accione únicamente ante la detección de ingreso y estancia de usuarios.

Ley N° 3246 del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (GCBA)

Ley de "Consumo de la Energía - Reducción y Optimización" destinada a las dependencias del GCBA, la iluminación del espacio público, la semaforización, las construcciones proyectadas por el GCBA y las compras y contrataciones públicas. Establece criterios para fijar metas de reducción de emisiones de dióxido de carbono. Designa un administrador energético para registrar mensualmente los consumos de energía y para seguir y ejecutar medidas de ahorro. Cada dependencia contará con una partida presupuestaria específica. Al menos el 50% de los ahorros serán destinados a la educación e información pública y para incorporar tecnologías más eficientes.

IRAM 11900. Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente

El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) es una asociación civil sin fines de lucro cuyas finalidades específicas, en su carácter de Organismo Argentino de Normalización, son establecer normas técnicas, sin limitaciones en los ámbitos que abarquen, además de propender al conocimiento y la aplicación de la normalización como base de la calidad. La etiqueta de eficiencia energética especificada en esta norma tiene por objeto informar al consumidor sobre la eficiencia térmica de la envolvente de los edificios. Mediante la etiqueta se califica la eficiencia a través de un sistema comparativo, compuesto por ocho clases de eficiencia energética identificadas por las letras A, B, C, D, E, F, G y H, donde la letra A se adjudica a las envolventes de los edificios más eficientes y la H a las menos eficientes.

La Norma IRAM 11900 fue incorporada a la Ordenanza N° 8757 de la Ciudad de Rosario, y a la Ley N° 4458 de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

A partir de agosto de 2016, IRAM ha convocado a distintas organizaciones del ámbito público, privado, académico y del sector de la producción para actualizar la norma, que actualmente se encuentra en revisión⁹.

Los sectores a evaluar son:

⁹ INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN, IRAM- 11900. Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente. ICS: 91.120.10 Aislamiento térmico de edificios. Fecha Publicación: 19/05/2010. Estado: Vigente/Revisión. Recuperado el 07/05/2017 de: <http://web.iram.org.ar/index.php?vernorma&id=1822>

Tabla 2: Propuesta de áreas de análisis, junto con sus indicadores

Área de análisis	Agua caliente sanitaria	Iluminación	Calefacción y refrigeración	Aporte de energía renovables	Estrategias pasivas
Resultado	Consumo de energía primaria y emisiones de gases de efecto invernadero	Consumo de energía primaria y emisiones de gases de efecto invernadero	Consumo de energía primaria y emisiones de gases de efecto invernadero	Consumo de energía primaria y emisiones de gases de efecto invernadero	Cualitativo
Indicadores	kWh/m2 kgCO2e/m2	kWh/m2 kgCO2e/m2	kWh/m2 kgCO2e/m2	kWh/m2 kgCO2e/m2	Sistema de puntos

Energía de calefacción

Dirección postal
Identificación catastral

Envolvente edilicia

Más eficiente

A

B

C

D

E

F

G

H

Menos eficiente

T_m
K' m

°C
W /m².K

Temperatura de diseño mínima exterior, según IRAM 11603

°C

Temperatura de diseño interior

20 °C

Superficie cubierta

m²

Profesional responsable

Certificado N°

Fecha de evaluación

Fecha de emisión del certificado

IRAM 11900

Figura 2 Ejemplo de etiquetado IRAM 11900

 **Ministerio de Energía y Minería**
Presidencia de la Nación

 GUÍA DE USUARIO

Por favor, ingrese su usuario y clave

Los campos marcados con asterisco (*) son obligatorios.

Email (*)

andres.schwarz@nrg-ar.com

Clave (*)

Ingresa el texto mostrado en la imagen:

48452100

[Ingresar](#)

[Crear nuevo usuario](#)[Recuperar contraseña](#)

Av. Hipólito Yrigoyen 250 Capital Federal • CP:C1086AAB • República Argentina • Conmutador: 54-11-4349-5000

[illegible]

24

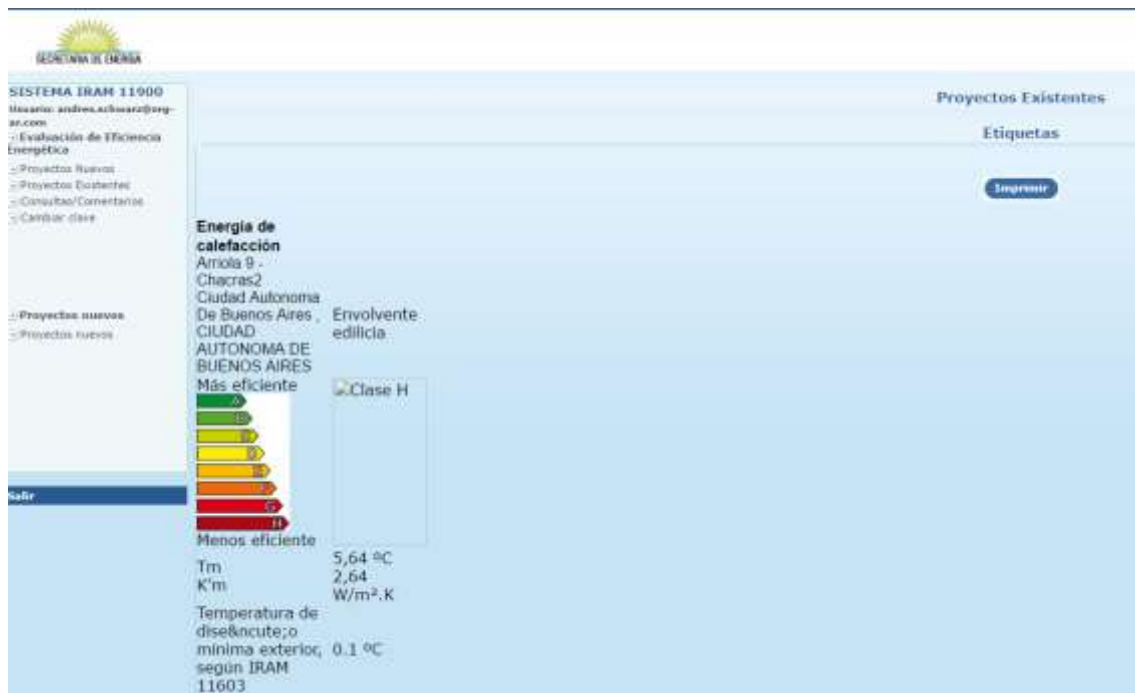


Figura 5 Aplicativo IRAM 11900- generación de etiqueta de eficiencia energética

IRAM 11930. Construcción sostenible. Principios generales

Identifica y establece principios generales para la sostenibilidad en la construcción de edificios. Es de terminología y establece una guía de aplicación de dichos principios generales.

IRAM 21929-1. Construcción sostenible. Indicadores de sostenibilidad. Parte 1 – Marco para el desarrollo de indicadores y de un conjunto fundamental de indicadores para edificios

Esta norma establece un conjunto de indicadores para tener en cuenta al evaluar el desempeño de sostenibilidad de los edificios nuevos o existentes. El campo de aplicación de esta norma es un edificio o grupo de edificios y los trabajos externos dentro del predio.

IRAM 21931-1. Construcción sostenible. Marco de referencia para los métodos de evaluación del desempeño ambiental de las obras de construcción. Parte 1 – Edificios

Esta norma proporciona un marco general de los métodos de evaluación del desempeño ambiental, e identifica y describe los temas a considerar.

IRAM 11931. Construcción sostenible. Sostenibilidad en edificios y obras de ingeniería civil. Guía de aplicación de los principios generales de la IRAM 11930

Esta guía provee lineamientos para la aplicación de los principios generales de la sostenibilidad en edificios y obras de ingeniería civil, indicados en la IRAM

11930. Muestra los diferentes actores en las obras de construcción y de cómo tomar en cuenta estos principios dentro del proceso de toma de decisiones, a fin de incrementar la contribución de las obras de construcción al desarrollo sostenible

Acta acuerdo de Cooperación en Políticas Públicas de Eficiencia Energética en Usos finales¹⁰

Esta acta establece un acuerdo entre la Nación, la Provincia de Santa Fé y la Municipalidad de Rosario que incluye, entre otras disposiciones, una prueba piloto de calificación de eficiencia energética en 500 inmuebles en Rosario. Estas viviendas son analizadas por profesionales colegiados y entrenados, para cuantificar su nivel de consumo y relevar sus características constructivas.

Conclusiones

Si bien Argentina cuenta con diversas iniciativas, el grado de avance es dispar entre los distintos distritos, demorada en su desarrollo y efectiva implementación.

Cabe notar que, si bien la mayoría de las disposiciones apuntan a analizar la envolvente edilicia exterior, hay algunas iniciativas como la Norma IRAM 11900 que establecen indicadores, específicamente W/m² K en la versión vigente. En la versión en estudio de la Norma IRAM 11900 se incluyen indicadores de emisiones gases de efecto invernadero, además de uso de energía por unidad de superficie (kWh/m²).

El análisis de la situación en Argentina permite considerar una barrera para implementar políticas de eficiencia energética en general, y de indicadores en particular: al ser Argentina un estado federal, las disposiciones sobre eficiencia energética es facultativa de cada provincia. Por lo tanto, para avanzar en forma uniforme en todo el territorio nacional, se concluye que la efectiva implementación de medidas de eficiencia energética requiere de un nivel de consenso entre todas las partes interesadas.

Atendiendo a este panorama, se considera útil la adopción de una ley marco, con indicadores mínimos, que puedan ser adaptados y desarrollados por cada provincia de acuerdo con sus necesidades y requerimientos.

Esta iniciativa tiene por fin de apoyar en forma efectiva al mejoramiento del hábitat construido y su desempeño energético-ambiental en el marco del desarrollo sustentable, brindando un marco legal que permita establecer parámetros comunes para las distintas provincias.

¹⁰ PROVINCIA DE SANTA FE, “Lifschitz, Aranguren y Fein firmaron un acuerdo para implementar en Rosario una experiencia piloto en materia de eficiencia energética”. Recuperado el 07/05/2017 de: <https://www.santafe.gob.ar/noticias/noticia/243317/>

CAPÍTULO 4. MARCO NORMATIVO. CONTEXTO REGIONAL E INTERNACIONAL

Introducción

Este capítulo aborda ejemplos del continente americano, tomando como referencia los marcos normativos de Brasil y Estados Unidos, para identificar similitudes y diferencias en la metodología empleada en la presente investigación.

Contexto regional

*Brasil*¹¹

El Decreto N° 4059/2001 creó el Comité Gestor de Indicadores y Niveles de Eficiencia Energética (CGIEE). Para edificaciones, fue creado el Grupo Técnico para lograr Eficiencia en las Edificaciones del país (GT-Edificaciones), para reglamentar y elaborar procedimientos de validación de eficiencia energética. Este Grupo creó la Secretaría Técnica de Edificaciones (ST-Edificaciones) con competencia para discutir las cuestiones técnicas concernientes a los indicadores de eficiencia energética. Al momento de la creación de esta Secretaría, ya se encontraba en funcionamiento el Programa Procel Edifica, donde se canalizaban las exigencias del decreto.

Procel (Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica) es un programa de gobierno instituido para promover el uso eficiente de la energía eléctrica. Una de las áreas del programa, Edificaciones (Procel Edifica), promueve el uso eficiente de la energía en el sector de construcción civil, en edificaciones residenciales, comerciales y públicas, poniendo a disposición recomendaciones especializadas y programas de simulación energética.

En 2005, el Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología (Inmetro) pasó a integrar el proceso de creación de la Comisión Técnica de Edificaciones donde fue definido el proceso de elaboración e implementación de la Etiqueta Nacional de Conservación de Energía (ENCE).

Se desarrollaron los Requisitos Técnicos de Calidad para el Nivel de Eficiencia Energética de Edificios Comerciales, de Servicios y Públicos (RTQ-C)¹², el cual contiene los requisitos necesarios para la clasificación de nivel de eficiencia energética de las edificaciones.

A su vez, se establecieron en forma complementaria los Requisitos de Validación de Conformidad para Eficiencia Energética de Edificaciones (RAC) y el manual de aplicación de RTQ-C, que presenta los procedimientos de presentación para la

¹¹ SCHWARZ, Andrés Fernando; DE SCHILLER, Silvia, *Indicadores de Sustentabilidad En Edificios Comerciales*, Ponencia en XXIX Jornadas de Investigación y XI Encuentro Regional si + ter Investigaciones territoriales: experiencias y miradas 24 y 25 de septiembre 2015, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo Universidad de Buenos Aires, pp. 2 y 3

¹² MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (2013), *Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C)*. pp. 96

validación, los derechos y deberes involucrados, el modelo de la ENCE, la lista de documentos a presentar y los formularios correspondientes. La primera versión del RTQ-C fue lanzada en 2009, manteniéndose vigente desde entonces.

La etiqueta aborda el uso de la energía, principalmente electricidad, dado que el consumo eléctrico en las edificaciones se ubica en torno al 45% del consumo facturado en el país. En ese contexto, se estima un potencial de reducción de este consumo en 50% para edificaciones nuevas, y del 30% para aquellas que promovieren reformas que contemplen los conceptos de eficiencia energética en edificaciones.¹³



Figura 6 Ejemplo de etiqueta Inmetro PBE Edifica

¹³ CENTRO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (2006), *PROCEL EDIFICA - Eficiência Energética nas Edificações*. Recuperado el 28/06/2015 de: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={623FE2A5-B1B9-4017-918D-B1611B04FA2B}&Mode=1>

Conclusiones

Brasil ha implementado desde hace varios años su programa de etiquetado. Esto permite tener una base de conocimientos sólida para evolucionar hacia indicadores más desarrollados. Por ejemplo, la incorporación de indicadores de gases de efecto invernadero ($\text{kgCO}_2\text{e/m}^2$) o la incorporación de niveles crecientes de mayor eficiencia energética (A+, A++, A+++, etc), lo cual incide en el grado de información que disponen los usuarios, para la toma de decisiones al momento de evaluar el desempeño energético-ambiental de edificios.

En Argentina, la revisión de la Norma IRAM 11900 aborda metodologías de medición similares en cuanto a acondicionamiento, iluminación y envolvente, mostrando que es posible considerar una base común para los países de la región.

En EEUU (Ciudad de Nueva York)- Local Law 84¹⁴

La Ciudad de Nueva York ha regulado a través de la Ley Local 84 (*Local Law 84*) la información energética que deben brindar los edificios públicos mayores a 929 m² (10.000 pies cuadrados) y resto de los edificios mayores a 4.645 m² (50.000 pies cuadrados)¹⁵. Para ello utiliza la metodología del ENERGY STAR Portfolio Manager, desarrollada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Esta metodología incluye la zona climática, el uso del edificio, la cantidad de usuarios, el horario de uso y el porcentaje calefaccionado y refrigerado, entre otros datos. El programa en línea, de uso gratuito, requiere el ingreso de doce consumos consecutivos de energía (en caso de ser un edificio existente), o bien, de estimar el objetivo de consumo (Target Finder) en base a las futuras características constructivas. La herramienta Portfolio Manager permite también el ingreso del consumo de agua del edificio, aspecto relevante para verificar otras variables de comportamiento ambiental, además de la energía.

El resultado se expresa en un puntaje de 0 a 100 (siendo 0 el nivel menos eficiente y 100, el más eficiente). El programa permite establecer consumos en kBtu/pie cuadrado, y de emisiones de gases de efecto invernadero en kgCO₂e/pie cuadrado, útil para establecer comparaciones entre períodos, y entre edificios ubicados en una misma zona climática.

La ley de acceso a la información abierta solicita declarar también los datos catastrales, tales como la dirección del edificio, la manzana, parcela y la información de energía y emisiones de los tres últimos años, ofreciendo así un historial del desempeño a futuros compradores.¹⁶

¹⁴ SCHWARZ, Andrés Fernando; DE SCHILLER, Silvia, *Indicadores de Sustentabilidad En Edificios Comerciales*, Ponencia en XXIX Jornadas de Investigación y XI Encuentro Regional si + ter Investigaciones territoriales: experiencias y miradas 24 y 25 de septiembre 2015, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo Universidad de Buenos Aires, p 4

¹⁵ NEW YORK CITY, *Benchmarking Local Law 84*. Recuperado el 18/12/2016 de: http://www.nyc.gov/html/planyc2030/downloads/pdf/benchmarking_summary_for_website.pdf

¹⁶ NEW YORK CITY (2015), *NYC Open Data - NYC Municipal Building Energy Benchmarking Results*, Recuperado el 28/06/2015 de: <https://data.cityofnewyork.us/City-Government/NYC-Municipal-Building-Energy-Benchmarking-Results/vvj6-d5qx>



Figura 7: Análisis comparativo del uso de la energía en la ciudad de Nueva York por tipo de edificio para el año 2014¹⁷

Conclusiones

La Ciudad de Nueva York ha implementado en forma exitosa y transparente el programa, teniendo presente que el marco legal tiene menos de cinco años de su aprobación.

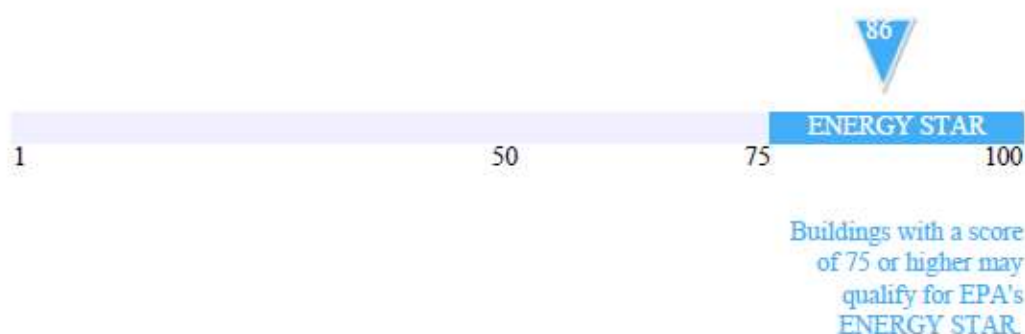
El elemento más destacable es que ofrece la información en forma granular (manzana por manzana, edificio por edificio), para aquellas construcciones alcanzadas por la ley: edificios mayores a 4.645 m², lo que permite considerar en detalle el comportamiento de una ciudad.

En el caso de Argentina, esta experiencia podría replicarse para los grandes centros urbanos, como las Ciudades de Buenos Aires, Córdoba, Rosario y Mendoza. Esta visualización incluso podría dar lugar a interacciones más allá de sus aspectos energéticos, como, por ejemplo, influir en el valor de la renta de los inmuebles, u orientar el mercado hacia sectores de la ciudad con mejores prestaciones de sus edificios.

¹⁷ NEW YORK CITY, *New York City Energy Water Performance Map*. Recuperado el 16/09/2016 de <http://benchmarking.cityofnewyork.us/>



For the year ending in April 2013, this building used 217 kBtu per square foot on a source energy basis. The Environmental Protection Agency's (EPA's) ENERGY STAR score is a 1-100 assessment of a building's energy efficiency as compared with similar buildings nationwide, adjusting for climate and business activity.



Signature of Verifying Professional

I _____ (Name) verify that the information regarding energy use and property use details is true and correct to the best of my knowledge.

Signature: _____ Date: _____

Figura 8: Ejemplo de reporte de boletín de puntaje emitido por el programa ENERGY STAR de la Agencia de Protección Ambiental de EEUU¹⁸

¹⁸ ENERGY STAR, *Sample ENERGY STAR scorecard*. Recuperado el 18/12/2016 de: https://www.energystar.gov/buildings/tools-and-resources/sample_energy_star_scorecard

En EEU (nivel federal)

En el marco de diversos decretos (Executive Orders N° 13653 y 13514) concernientes a la preparación de los impactos de cambio climático y resiliencia¹⁹, la Administración General de Servicios de los Estados Unidos ha implementado a través de la Oficina de Gestión y Presupuesto un puntaje que difunde en forma anual.

Dicho puntaje se divide en objetivos, y cada uno de ellos está valorizado en “verde” (si alcanzó o superó el objetivo), “amarillo” (si fue alcanzado parcialmente) o “rojo” (objetivo no alcanzado).

En ese marco, resulta relevante notar que las normas mencionadas plantean los siguientes objetivos:

1. Reducción GEI, emisiones de gases de efecto invernadero, para alcances 1 (emisiones directas provenientes de la combustión de calderas, hornos, vehículos, etc que son propiedad de la empresa o institución²⁰) y alcance 2 (emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad)
 - a. Verde: objetivo alcanzado y en camino a alcanzar el objetivo 2020
 - b. Amarillo: objetivo alcanzado en al menos 50%
 - c. Rojo: no llegó a alcanzar el 50% del objetivo
2. Reducción de GEI para alcance 3 (otras emisiones indirectas en fuentes que no son propiedad ni están controladas por la empresa, tales como el uso de productos y servicios vendidos y la producción de materiales adquiridos²¹)
 - a. Verde: objetivo alcanzado y en camino a alcanzar el objetivo 2020
 - b. Amarillo: objetivo alcanzado en al menos 50%
 - c. Rojo: no llegó a alcanzar el 50% del objetivo
3. Reducción en la intensidad energética (energía por unidad de superficie, en Btu/GSF).
 - a. Verde: reducción en al menos un 24% comparado con 2003, y en camino a lograr una reducción del 30% para el 2015
 - b. Amarillo: reducción en al menos un 21% comparado con 2003
 - c. Rojo: no llegó a reducir en al menos un 21% comparado con 2003
4. Uso de energías renovables:
 - a. Verde: utiliza al menos 7,5% de electricidad proveniente de energías renovables y al menos 3,75% proviene de fuentes construidas luego de 1999

¹⁹ SUSTAINABLE FACILITIES TOOL, *Executive Order 13653: Preparing the United States for the Impacts of Climate Change*. Recuperado el 11/09/2016 de <https://sftool.gov/learn/annotation/427/executive-order-13653-preparing-united-states-impacts-climate-change>

²⁰ WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, WORLD RESOURCES INSTITUTE, *Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte, Edición Revisada*, Septiembre de 2001. p 33. Recuperado el 11/09/2016 de http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/protocolo_de_gei.pdf

²¹ *Ibidem*, p 33

- b. Amarillo: utiliza al menos 7,5% de energía eléctrica, térmica o mecánica de fuentes renovables, pero menos de la mitad proviene de fuentes construidas luego de 1999
 - c. Rojo: no utiliza al menos 7,5% de energía eléctrica, térmica o mecánica de fuentes renovables
- 5. Reducción de la intensidad de uso de agua potable:
 - a. Verde: reducción de la intensidad de uso de agua potable en al menos 12% respecto de la línea base de 2007, y en camino a lograr una reducción del 26% para 2015
 - b. Amarillo: reducción de la intensidad de uso de agua potable en al menos un 10% respecto de la línea base de 2007
 - c. Rojo: no llegó a reducir la intensidad de uso de agua potable en al menos un 10% respecto de la línea base de 2007
- 6. Reducción del uso de petróleo en la flota de vehículos:
 - a. Verde: alcanzó un 16% de reducción del uso de petróleo comparado con 2005, y en camino a alcanzar una reducción del 20% para 2015
 - b. Amarillo: alcanzó al menos un 14% de reducción comparado con 2005
 - c. Rojo: no alcanzó al menos un 14% de reducción comparado con 2005
- 7. Edificios Verdes:
 - a. Verde: Implementó los Principios Rectores para el Liderazgo Federal de Edificios de Alto Desempeño y Sostenibles (GP) para edificios nuevos, existentes y alquilados; y en camino de alcanzar el objetivo del 15% para 2015 en al menos 11% de edificios de más de 4.645 m2
 - b. Amarillo: Incorpora los GP para edificios nuevos, grandes renovaciones y nuevos alquileres y al menos 11% de los edificios de más de 4.645 m2 inventariados incorporan los GP
 - c. Rojo: no demuestra cumplimiento con los GP para edificios nuevos, grandes renovaciones y nuevos alquileres, y/o menos del 11% de los edificios inventariados cumplen con los GP

Conclusiones

Si bien es de aplicación local, este programa tiene la virtud de plantear indicadores definidos y gráficamente reconocibles. La simplicidad del sistema permite que sea fácilmente replicable.

Dado que hay indicadores de grados de cumplimiento (verde, amarillo, rojo), el sistema se podría completar con disposiciones en caso de no alcanzar el grado propuesto, o bien, de incentivos en caso de lograrlos por un espacio de tiempo determinado, por ejemplo, haber logrado el nivel verde por tres años consecutivos.

	Scope 1&2 GHG Emission Reduction Target For Scope 1&2 GHG Reduction Target of 28.7% by 2020: 53.8% reduction in 2013 and on track		Score: GREEN
	Scope 3 GHG Emission Reduction Target For Scope 3 GHG Reduction Target of 14.6% by 2020: 47.5% reduction in 2013 and on track		Score: GREEN
	Reduction in Energy Intensity Reduction in energy intensity in goal-subject facilities compared with 2003: 24.7% and on track for 30% by 2015		Score: GREEN
	Use of Renewable Energy Use of renewable energy as a percent of facility electricity use: Total of 46.3% from renewable electricity sources including at least 3.75% from new sources (thermal, mechanical, or electric)		Score: GREEN
	Reduction in Potable Water Intensity Reduction in potable water intensity compared with 2007: 27.9% and on track for 26% in 2020		Score: GREEN
	Reduction in Fleet Petroleum Use Reduction in fleet petroleum use compared to 2005: 47.7% and on track for 20% by 2015		Score: GREEN
	Green Buildings Sustainable green buildings: 13.51% of buildings sustainable		Score: GREEN

Figura 9. Puntaje de la Administración General de Servicios de los Estados Unidos, Enero de 2014²²

²² US GENERAL SERVICES ADMINISTRATION, *January 2014 OMB Scorecard on Sustainability/Energy*. Recuperado el 16/0/2016 de <http://www.gsa.gov/portal/content/172751>

Contexto internacional

Sistema EDGE²³

EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies) es un programa creado por la Corporación Financiera Internacional (IFC por sus siglas en inglés), miembro del Grupo del Banco Mundial. EDGE es una herramienta de transformación del mercado, cuyo principal atributo es la simplicidad en el uso.

EDGE aplica a viviendas (unifamiliares en lotes o multifamiliares), hoteles, comercios, oficinas y hospitales. EDGE permite visualizar en pocos minutos, y en forma gratuita, algunas medidas prácticas de ahorro de energía y agua que mejoran el desempeño del edificio en el uso de la energía, del agua y de la energía utilizada para fabricar materiales de construcción.

El programa muestra los siguientes indicadores (dependiendo del tipo de uso):

- Consumo final de energía, en kWh/mes
- Consumo final de agua, en m³/mes
- Ahorro de CO₂ durante el uso, en tCO₂/mes
- Ahorro de energía incorporada en los materiales, en MJ/m²
- Costos de servicios públicos (línea base), en \$/mes
- Reducción en el costo de servicios públicos, en \$/mes
- Costo incremental (por utilizar las medidas de ahorro), en \$
- Retorno de la inversión, en años

Los indicadores muestran la ruta más viable económicamente para la construcción verde y permiten que los desarrolladores inmobiliarios utilicen la mejor estrategia para construir de manera sustentable.

La herramienta es de acceso gratuito y público. En caso de que el propietario desee certificar su proyecto, el camino de la certificación incluye una revisión del diseño y de la construcción (con visita a obra) de parte de un auditor, quien eleva su reporte a una entidad certificadora quien revisa la documentación y emite la certificación correspondiente.

EDGE comenzó en el año 2015, por lo que su implementación es gradual, y las líneas bases de energía y emisiones son, por ahora, estándar. Sin embargo, el IFC incorpora periódicamente nuevas ciudades a medida que se dispone de mayor información sobre las características de las construcciones locales.

²³ INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION (IFC), WORLD BANK GROUP, *EDGE- Excellence in Design for Greater Efficiencies*. Recuperado el 07/05/2017 de: <https://app.edgebuildings.com/#/>

Sistema BREEAM²⁴

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) es el principal sistema de evaluación de Reino Unido. Está gestionado por el Building Research Establishment, o BRE, una entidad inglesa con más de 90 años de historia, especializada en la investigación y educación en el área de la edificación.

En la actualidad existen 561.425 desarrollos certificados, y cerca de 2.263.399 edificios registrados desde su lanzamiento, en 1990. BREEAM se encuentra presente en 78 países.

El sitio de BREEAM España resume las características del sistema:

“El certificado, de carácter privado y voluntario, evalúa impactos en 10 categorías (Gestión, Salud y Bienestar, Energía, Transporte, Agua, Materiales, Residuos, Uso ecológico del suelo, Contaminación, Innovación) y otorga una puntuación final que sirve de referencia, junto al Manual Técnico de la metodología, para una construcción más sostenible tanto en fase de diseño como en fases de ejecución y mantenimiento, disponiendo de diferentes esquemas de evaluación y certificación en función de la tipología y uso del edificio”²⁵

La evaluación es llevada a cabo por asesores autorizados e independientes. Los desarrollos se clasifican y certifican de acuerdo con la escala Aprobado (Pass), Bueno (Good), Muy bueno (Very Good), Excelente (Excellent) y Sobresaliente (Outstanding), de acuerdo con el porcentaje de aprobación que recibe:

Tabla 3: Clasificación y puntajes en el sistema BREEAM In-use²⁶

Porcentaje de la evaluación (%)	Clasificación	Clasificación con estrellas
<10	No clasificable	-
≥ 10 a < 25	Aceptable	★
≥ 25 a < 40	Aprobado	★ ★
≥ 40 a < 55	Bueno	★ ★ ★
≥ 55 a < 70	Muy bueno	★ ★ ★ ★
≥ 70 a < 85	Excelente	★ ★ ★ ★ ★
≥ 85	Sobresaliente	★ ★ ★ ★ ★ ★

Algunos de los indicadores utilizados por BREAM son: emisiones de gases de efecto invernadero (kgCO₂e), porcentaje de reducción en el uso de agua potable, porcentaje de contenido reciclado, etc.

²⁴ BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT (BRE), *Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology*. Recuperado el 04/06/2017 de: <http://www.breeam.com/>

²⁵ BREEAM ESPAÑA, *Conócenos*. Recuperado el 04/06/2017 de: <http://breeam.es/index.php/conocenos>

²⁶ BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT (BRE), *BREEAM In-use. Driving sustainability in existing buildings*. Recuperado el 04/06/2017 de: https://www.bre.co.uk/filelibrary/pdf/Brochures/BREEAM_In-Use.pdf

Sistema LEED²⁷

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) es el sistema de evaluación de sustentabilidad creado por el Consejo de Edificios Verdes de Estados Unidos (United States Green Building Council, o USGBC).

Hasta Abril de 2017²⁸, este sistema cuenta con 90.500 proyectos comerciales y desarrollo de barrios certificados, y cerca de 121.900 unidades de viviendas certificadas desde su lanzamiento, en 1998. BREEAM se encuentra presente en 165 países.

Al igual que otros sistemas de certificación, LEED se encuentra disponible tanto para la etapa de diseño y construcción, como para la etapa de operación y mantenimiento. Abarca los usos residencial, comercial, institucional, desarrollo de barrios y ciudades.

Los indicadores más frecuentes utilizados para edificios son:

- Porcentaje de reducción en los costos de energía, comparado contra un caso base fijado por la norma ASHRAE 90.1-2007 o 2010, dependiendo de la versión de la norma.
- Porcentaje de reducción en el consumo de agua potable, comparado contra consumos base establecidos en la norma.
- Porcentaje de aporte a generación con energías renovables (límites de 35% o 100%, durante un período mínimo de dos años)
- Porcentaje de espacio libre parquizado en relación con la zonificación del proyecto.
- Porcentaje de costo de materiales con contenido reciclado, o extraído y procesado localmente.

De los indicadores mencionados se obtienen otros indicadores, como intensidad de energía por unidad de superficie al año (kWh/m²/año), costo o ahorro de energía por unidad de superficie al año (ARS/m²/año) o consumo de agua potable por unidad de superficie al año (L/m²/año).

En versiones más recientes de la norma (versión 4, operativa desde Noviembre de 2013) se agregaron indicadores que se basan en conjuntos más complejos de información:

- Evaluación del ciclo de vida del edificio completo, teniendo en consideración al menos tres de los siguientes aspectos:
 - potencial de calentamiento global (gases de efecto invernadero), en CO₂e;
 - agotamiento de la capa de ozono estratosférico, en kg de CFC-11;
 - acidificación de la tierra y fuentes de agua, en moles de H⁺ o en kg de SO₂;
 - eutrofización, en kg de nitrógeno o fosfato;
 - formación de ozono troposférico en kg de NO_x o kg de etano;

²⁷ UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC), *LEED or Leadership in Energy and Environmental Design*. Recuperado el 04/06/2017 de: <http://www.usgbc.org/leed>

²⁸ UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC), *USGBC Statistics*. Recuperado el 04/06/2017 de: <http://www.usgbc.org/articles/usgbc-statistics>

- agotamiento de recursos de energía no renovable, en MJ.
- Declaraciones ambientales de productos (EPDs), que cumplen con las ISO 14025, 14040, 14044 y la EN 15804 o la ISO 21930 y tienen al menos un alcance “de la cuna a la puerta”. Los indicadores a analizar son similares a los mencionados en la evaluación del ciclo de vida del edificio completo.
- Declaración de salubridad del producto (Health Product Declaration), o bien, informes de ingredientes en los materiales, identificados por su nombre y número del Servicio de Registro de Resúmenes Químicos (Chemical Abstract Service Registration Number, CASRN).



Figura 12. Ejemplo de placa y diploma de certificación de un edificio en Argentina

Conclusiones

De acuerdo con lo desarrollado, la experiencia en la región muestra una tendencia a informar el desempeño energético de los edificios. Este desempeño suele mostrar el uso de la energía en relación a la superficie del edificio. Un formato de comunicación utilizado frecuentemente es el sistema de barras de colores. Otra métrica que se incorpora es la emisión de gases de efecto invernadero, también por unidad de superficie, lo cual facilita la comparación de resultados por unidad de superficie.

Caber reflexionar que si fuera posible contar con indicadores de uso de energía y de emisiones, las autoridades podrían trabajar en una línea base mediante la cual poder comparar el desempeño y poder legislar al respecto.

A tal fin, el siguiente capítulo desarrolla la metodología para generar indicadores tomando como modelo el trabajo de campo, que involucró 30 meses de mediciones y su posterior análisis de resultados, considerando dos casos de estudio, a fin de demostrar la trazabilidad de los resultados.

CAPITULO 5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES

Introducción

Este capítulo aborda la metodología para desarrollar indicadores. El objetivo es contar con una herramienta que permita demostrar la efectividad de las estrategias de eficiencia energética, comparando la situación anterior y posterior a la intervención.

La primera parte presenta la metodología de investigación, donde se recopila la información necesaria para la construcción de indicadores. En este contexto, se analizan las medidas de eficiencia energética, de manera de lograr la herramienta de medición necesaria para analizar la evolución del desempeño.

Metodología de la investigación

Previo a la aplicación de estrategias de uso eficiente de la energía, se recaban los datos básicos de proyecto y su contexto, tales como:

- Características del proyecto edilicio: funciones, superficie cubierta, horarios de funcionamiento, etc.
- Contexto ambiental: ubicación, clima y otros impactos sobre el edificio.
- Características de las instalaciones y su demanda de energía: sistemas de acondicionamiento térmico y lumínico, transporte vertical y otros usos: potencias promedio y máximas para satisfacer la demanda, vida útil de las instalaciones, frecuencia de mantenimiento, etc.
- Características de la oferta de energía convencional y no convencional: eficiencia de la conversión de energía primaria en energía secundaria, emisiones de gases de efecto invernadero, tarifas de energía y otras condiciones de suministro.

Con esta información, se procede a relevar la situación anterior a la aplicación de estrategias de eficiencia energética y a construir los indicadores más representativos. Estos pueden ser:

- Energía final por unidad de superficie al año. Ej: kWh/m²/año
- Gases de efecto invernadero por unidad de superficie al año. Ej: kgCO₂e/m²/año
- Energía final por ocupante al año. Ej: kWh/persona/año
- Costo de la energía por unidad de superficie al año

Medidas de eficiencia energética (MEEs)

Las Medidas de Eficiencia Energética (MEEs) es el conjunto de acciones tendientes a

optimizar el uso energético de los edificios y su equipamiento. En edificios comerciales, las MEEs incluyen lo siguiente:

- Mejoras de las características térmicas de elementos opacos (paredes y techos)
- Mejoras en la transmitancia térmica y niveles de infiltración en carpinterías exteriores.
- Reemplazo de filtros en equipos termomecánicos
- Limpieza de artefactos de iluminación
- Reemplazo de equipos o sistemas por elementos más eficientes
- Incorporación de colectores térmicos solares para agua caliente sanitaria
- Incorporación de paneles fotovoltaicos para suplementar los usos eléctricos
- Incorporación de variadores de velocidad en motores eléctricos
- Segmentación de los sistemas para flexibilizar su uso
- Establecimiento de políticas de confort, que fijen temperaturas máximas y mínimas por cada estación del año
- Adecuación de los horarios de funcionamiento
- Incorporación de sistemas de medición y gestión de la energía

De esta forma, se considera adecuado construir una “línea base” que permite comparar los resultados una vez implementadas las estrategias de eficiencia energética.

Durante el proceso de implementación de las medidas de eficiencia, se estima relevante llevar un registro de los consumos de energía, gas, y otras formas de energía, tales como los combustibles líquidos (por ejemplo, el diésel).

El desempeño energético tiene particular relevancia dado que son los que tienen mayor participación en la calificación de sustentabilidad en casi todos los sistemas de certificación ambiental.

Al finalizar la implementación, se mantiene el registro de consumos (tanto de agua como de energía eléctrica y gas), hasta alcanzar un período de igual duración al de la etapa previa. Se considera adecuado tomar como referencia un período de un año, dado que de esta forma se analiza el comportamiento del edificio durante las cuatro estaciones del año.

Construcción de indicadores

Previo a la aplicación de estrategias de uso eficiente de la energía, se recaban los siguientes datos:

1. Persona de contacto o referente dentro del proyecto, quien facilitará la información
2. Nombre del proyecto
3. Ubicación
4. Superficie cubierta, en metros cuadrados
5. Días y horario de ocupación y funcionamiento del edificio

6. Cantidad de ocupantes, dividido en personas que ocupan el edificio en forma regular (turnos de 8 horas) y ocupantes eventuales (visitas, compradores, etc)
7. Registro de consumos energéticos, por tipo (ej: electricidad, gas natural, combustible, etc)
8. Registro de consumos no energéticos, por ejemplo, consumo de agua o insumos administrativos
9. Factores de emisión nacionales, por tipo de energía (ej. electricidad, gas natural, etc)

Con la información disponible, procede a tomar el total de una magnitud (ej. electricidad consumida en un año) y dividirla por otra magnitud (ej. superficie del edificio, o bien población del edificio).

Tabla 4: Ejemplo de construcción de indicador

Período	Energía [kWh]			
nov.-09	312.840	a	Energía total	4.016.843 kWh
dic.-09	333.168			
ene.-10	422.664	b	Superficie	26.800 m ²
feb.-10	415.404			
mar.-10	373.296	c= a/b	Intensidad de uso	150 kWh/m ² /año
abr.-10	373.379			
may.-10	292.512			
jun.-10	287.628			
jul.-10	349.800			
ago.-10	291.984			
sep.-10	295.944			
oct.-10	268.224			
Subtotal	4.016.843			

De esta manera, se llegará a un valor denominado “indicador” que sirve de referencia para medir el desempeño de un edificio.

- Energía final por unidad de superficie al año. Ej: kWh/m²/año
- Energía primaria por unidad de superficie al año. Ej: kWh/m²/año
- Litros de agua potable por unidad de superficie al año. Ej: L/m²/año
- Gases de efecto invernadero por unidad de superficie al año. Ej: kgCO₂e/m²/año
- Energía final por ocupante al año. Ej: kWh/persona/año
- Residuo por unidad de superficie al año. Ej: kg de papel/m²/año

Cálculo de emisiones durante la operación

Para calcular las emisiones durante la operación, se procederá de la siguiente forma:

1. Se registrará el consumo total de energía eléctrica [kWh] que se obtiene de las facturas de la empresa prestadora del servicio.
2. Se verificará el factor de emisión [$\text{kCO}_2\text{e/kWh}$] informado por la Secretaría de Energía²⁹. Este factor varía año a año, de acuerdo al combustible empleado en la generación de electricidad. Al momento de la publicación de este trabajo, último factor conocido era 0,528 $\text{kCO}_2\text{e/kWh}$ (año 2015).
3. Se procede a multiplicar la energía de las facturas por el factor de emisión y se obtienen las emisiones en kCO_2e por electricidad.
4. En caso de que el edificio utilice también gas natural, se registrará el consumo total de gas [m^3] que se obtiene de las facturas de la empresa prestadora del servicio.
5. Se verificará el factor de emisión [$\text{kCO}_2\text{e/m}^3$] informado por la Secretaría de Energía. Al momento de la publicación de este trabajo, el factor era 1,936 $\text{kCO}_2\text{e/m}^3$.
6. Se procede a multiplicar el volumen de gas de las facturas por el factor de emisión y se obtienen las emisiones en kCO_2e por uso de gas natural.

Finalmente, y siempre que el edificio utilice gas natural, se suman las dos cantidades de emisiones para obtener el volumen final.

²⁹ <http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2311>

Propuesta de implementación

La construcción de indicadores es una tarea que no presenta mayores obstáculos una vez conocida la información.

Sin embargo, se ha verificado que distintas organizaciones no poseen un referente para estos temas, y no se registran hábitos de recolección de información, especialmente en las pequeñas y medianas empresas.

Para abordar este déficit, se propone la siguiente metodología de implementación:

Desarrollo

La medida propuesta es incluir el uso de indicadores en las cátedras de Construcciones de las Universidades nacionales y privadas. Una vez adquirido el manejo de la misma, los alumnos, en coordinación con sus docentes, ofrecerán la construcción de los mismos para los proyectos de Jury (evaluación de proyecto), y luego de casos puntuales en organismos que tengan convenio con la Universidad.

Objetivos

Los objetivos de la presente propuesta se pueden sintetizar en cuatro ejes: 1) Difundir el uso de indicadores; 2) Inculcar a los alumnos los principios de consumo energético y emisión de gases de efecto invernadero; 3) Brindar un servicio a la comunidad; y 4) Mejorar el desempeño energético de los edificios.

Ámbito de aplicación

En todas aquellas Universidades Nacionales o privadas que tengan la carrera de Arquitectura o materias afines a la construcción en su currículo (por ejemplo, ingeniería civil).

Tipo de medida

Voluntaria.

Se analizará con las autoridades de las casas de estudios hacerla obligatoria luego de un período de seguimiento de su implementación.

Carácter

El carácter es específico, y se propone implementarlo tanto en el ámbito estatal (universidades, Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires) como en el privado (universidades).

Problema

El principal problema detectado es la falta de conocimiento del consumo energético de los edificios. Asimismo, se observa una marcada ignorancia en el conocimiento de la existencia de las normas, y en el uso de las mismas.

Medidas y etapas

Tal como se anticipó, la medida propuesta es incorporar la construcción de indicadores en las materias de construcción. La medida se implementa en cuatro etapas. La primera etapa consiste en la adquisición del conocimiento y experimentación con los propios proyectos. Dentro de la cátedra de Construcciones, se propone dedicar dos clases: una

para explicar el uso de los indicadores y proponer la aplicación de la misma a los proyectos en los que estén trabajando los alumnos en ese mismo momento, ya sea un proyecto de diseño o de una materia técnica. El alumno deberá presentar como mínimo cuatro indicadores (por ej. energía, agua, emisiones y residuos), junto con medidas de eficiencia energética. A la siguiente clase, el alumno presentará ante el grupo el resultado de sus averiguaciones, y las conclusiones que sacó respecto de comparar ambos proyectos. Luego se pasa a la etapa de ofrecer el servicio puertas adentro de la Universidad, especialmente en los proyectos de los últimos años que estén sometidos a Jury. Los alumnos recibirán los anteproyectos con suficiente anticipación como para que puedan hacer los cálculos de los indicadores. Presentarán los indicadores a los alumnos para que puedan informarse sobre el desempeño de sus propuestas. La tercera etapa corresponde a ofrecer el servicio de revisión de proyectos de al Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo (CPAU) o a los diversos distritos del Colegio de Arquitectos de la Provincia de Buenos Aires (CAPBA) con los que la Universidad tenga convenio. Finalmente, ya adquirido la destreza en el uso de la herramienta, la cátedra de construcciones y la Universidad propondrán a distintos municipios con los que tengan convenios, la revisión de ciertos proyectos reales que reciban el sector de obras particulares. De esta forma, los alumnos tomarán contacto con casos reales y, dentro del convenio que firmen la Universidad y el municipio, ayudarán a las autoridades a mejorar su conocimiento de la herramienta.

Organismo de implementación

La cátedra de construcciones de la Universidad implementará la coordinación para las tres etapas propuestas.

Obstáculos y barreras

- Desconocimiento de la metodología de construcción de indicadores
- Desinterés inicial de las partes interesadas (alumnos, docentes)
- Coordinación de entrega entre los trabajos de Jury con tiempo suficiente para procesar los indicadores, junto con las medidas de eficiencia energética
- Interacción entre la cátedra de construcciones y la cátedra de diseño.
- Tiempos y formatos legales para plasmar el convenio entre la Universidad y los diversos organismos (CPAU, CAPBA, municipio).
- Proactividad por parte de los funcionarios.
- Comunicación del ofrecimiento dentro de la matrícula de los asociados del CPAU y CAPBA.

Beneficios

La medida presentada tiene múltiples beneficios:

- Brinda una formación teórica que tiene una aplicación real en el ejercicio profesional.
- Hace interactuar a los alumnos de los niveles iniciales con los de los niveles finales.
- Permite a los alumnos de los niveles iniciales acceder al ejercicio proyectual de los alumnos de niveles avanzados.
- Permite detectar falencias constructivas a alumnos de niveles avanzados.

- Fomenta la integración entre cátedras de una misma facultad.
- Genera vínculos entre la facultad y organismos que regulan el ejercicio profesional, sirviendo de plataforma para otras actividades.
- Permite ofrecer soluciones para los asociados de los Consejos.
- Fomenta posibles vínculos y salida laboral entre alumnos y arquitectos graduados.
- Aporta herramientas de medición para autoridades reguladoras
- Refuerza el conocimiento de técnicas constructivas de los participantes.
- Mejora la penetración de medidas de eficiencia energética (MEEs).
- Reduce la presión sobre el uso de combustibles, con la consecuente reducción de recursos de importación de los mismos.
- Reduce así la emisión de gases de efecto invernadero.

Criterios de evaluación

Para la primera etapa (trabajo dentro de la cátedra de construcciones), el docente evaluará la correcta aplicación de los indicadores y las MEEs, y verificará su correcta construcción. Para las siguientes etapas, los docentes tomarán una muestra cada cuatro casos, para verificar que se ha realizado correctamente la metodología

Aportes complementarios

El sistema se plantea como un servicio gratuito para la comunidad, devolviendo con trabajo el aporte que ha hecho la comunidad al sostenimiento de la educación (en el caso de las Universidades Públicas). Por otro lado, el servicio requiere muy pocos traslados, ya que la información puede ser compartida en forma electrónica. Sin embargo, en los convenios a firmar entre la Universidad y los distintos organismos, se debería plantear una mínima retribución económica para eventuales traslados para reuniones y para el control de calidad por parte de los docentes. Del uso continuo de los indicadores pueden surgir sugerencias de mejoras para que las autoridades amplíen o modifiquen los alcances, usos energéticos a relevar, o métodos de cálculos, generando una mejora progresiva de la calidad de la norma.

Conclusiones

La presente propuesta tiene la particularidad de que, con una medida y en forma gradual, genera múltiples beneficios. Es de bajo costo, descarga el trabajo de los profesionales más ocupados, y fomenta la movilidad profesional de los alumnos. Redunda en una mejora para el país a largo plazo. Solo resta vencer la inercia inicial en la organización e implementación de la medida.

Para determinar la efectividad de las estrategias de eficiencia energética, se debe seguir la metodología descripta.

En los siguientes capítulos se analiza la implementación de esta metodología en dos casos de estudio.

CAPITULO 6. EXPERIENCIA EN CAMPO. CASO DE ESTUDIO 1

Introducción

Este capítulo aborda el primer ejemplo de aplicación de estrategias de eficiencia energética y sustentabilidad en un edificio renovado, dentro del marco de la certificación LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), para la certificación de una remodelación mayor (LEED-NC Major Renovation).

A continuación, se presenta la metodología utilizada, y los resultados obtenidos.

Relevancia del caso elegido

En el año 2009, la entidad financiera HSBC encaró un programa de puesta en valor de varios de sus activos. HSBC cuenta con más de 130 sucursales distribuidas en todo el país, ubicadas fundamentalmente en entornos urbanos.

Luego de analizar el portfolio de edificios, se tomó como ejemplo una sucursal que tuviera características en común con al menos el 50% del portfolio. De acuerdo con los resultados obtenidos en una sucursal prototipo, se establecieron procedimientos de compras y remodelaciones para el resto de las sucursales.

Basados en esta experiencia, se fijaron parámetros de eficiencia energética mínima en equipos de climatización, incorporación de dispositivos de apagado automático y tipologías de artefactos de iluminación a implementar en las futuras renovaciones.

El caso HSBC San Isidro

La Sucursal HSBC de San Isidro es un edificio destinado a proveer servicios financieros, y alberga oficinas de atención al público y servicios administrativos. Se encuentra en el Gran Buenos Aires Norte, en el partido de San Isidro, en Avenida Centenario 162/168.

El edificio, de 627 metros cuadrados cubiertos, comprende:

- un subsuelo con una bóveda y salas de máquinas,
- una planta baja destinada a atención al público, sala de reuniones y oficinas internas

un primer piso con oficinas semi-abiertas, sala de reunión, oficinas privadas, sector de refrigerio y núcleo sanitario con ducha.

La construcción del edificio data de los años ochenta, y fue remodelado en el año 2011.



Figura 13. Ubicación de la sucursal HSBC San Isidro, en Avenida Centenario 162/168, San Isidro



Figura 14. Vista exterior- frente del edificio



Figura 15. Circulación vehicular perimetral exterior



Figura 16. Interior del edificio- planta baja



Figura 17. Interior del edificio- primer piso

Durante la remodelación, se efectuó el reemplazo de una caldera a gas, para climatización, por un equipo autocontenido de cubierta (“roof top”), más eficiente. También se incorporó un sistema termomecánico por zonas, lo que permitió una mayor flexibilidad en el uso y, por consiguiente, mejorar su desempeño energético.

Además, se reemplazaron lámparas de tubos T8 por tubos T5 y se incorporaron luminarias de escritorio, lo que permitió disminuir el consumo de la iluminación general, pasando a un concepto de iluminación focalizada, de acuerdo al uso.

Se implementaron también otras MEEs, tales como recambio de motores y filtros, ajustes de carpinterías para evitar infiltraciones, pinturas claras en cubiertas para mitigar la absorción por radiación, entre otras medidas.

Medidas de eficiencia energéticas empleadas



Figura 18. Reemplazo de caldera por rooftop frío-calor



Estimación de desempeño mediante simulación energética

La certificación LEED, bajo el sistema de diseño y construcción de edificios (LEED-NC), requiere realizar una estimación del desempeño energético anual del edificio, ya sea bajo un método prescriptivo, o bien, utilizando un programa que estima el desempeño del edificio en base a el horario de uso, el clima del lugar, la potencia y eficiencia de los equipos, entre otras variables.

El sistema de certificación LEED-NC versión 3 (2009), utilizada para certificar el proyecto, establece que para certificar, el edificio debe generar ahorros económicos de al menos un 5% para grandes remodelaciones respecto de un caso base establecido por la Norma ASHRAE 90.1-2007³⁰. Este estándar fija los valores de referencia, la “línea base” contra los cuales se comparará nuestro modelo (llamado “*proposed case*”). El porcentaje de ahorro económico está referido al caso base fijado por esta norma, y utilizando las tarifas de servicios públicos locales.

En el marco de la certificación del proyecto HSBC San Isidro se realizó la simulación energética anual, cuyos resultados se muestran a continuación.

La Tabla 5 muestra el uso estimado de la energía, y sus ahorros comparados con la línea base fijada por ASHRAE 90.1-2007:

Tabla 5: Uso estimado de energía anual del edificio y de la línea base de ASHRAE 90.1-2007

Tipo de energía	Unidades	Caso o línea base		Caso o modelo propuesto		Uso total de la energía
		Energía de proceso	Uso de la energía	Uso de la energía	Energía renovable	
Electricidad	kWh	66.225	258.526	171.155	0	171.155
Gas Natural	termias		268	319	0	319
Totales	MMBtu	225,96	908,89	615,88	0	615,88
Ahorro en el uso de la energía						32,24%

La Tabla 6 muestra el ahorro económico respecto de la línea base. Para el cálculo del ahorro se han utilizado las tarifas de servicios públicos vigentes al momento de efectuarse el modelado energético (2011).

³⁰ ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, & Air-Conditioning Engineers) (2007), *ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*

La línea base de ASHRAE 90.1-2007 (*baseline case*) no contempla el uso de gas, para edificios de determinada superficie y cantidad de niveles. Es por ello que en la tabla no figura el consumo, a pesar de que el edificio real utiliza gas natural y electricidad.

Tabla 6: Ahorros estimados anual del edificio y de la línea base de ASHRAE 90.1-2007

Tipo de energía	Unidades	Caso o línea base		Caso o modelo propuesto		Uso total de la energía
		Energía de proceso	Uso de la energía	Uso de la energía	Energía renovable	
Electricidad	USD	6.096	23.934	16.842	0	16.842
Gas Natural	USD		65	101	0	101
Totales	USD	6.096	23.999	16.943	0	16.943
Ahorro en el uso de la energía						29,40%

Resultados del desempeño antes y después de la refuncionalización

La refuncionalización de la sucursal duró todo el año 2011. Luego de los trabajos de adaptación, se solicitó al Propietario las facturas de electricidad y gas del año anterior a la intervención (2010), del año que duró la remodelación (2011) y de los cinco meses posteriores a la finalización del trabajo (Enero a Mayo de 2012).



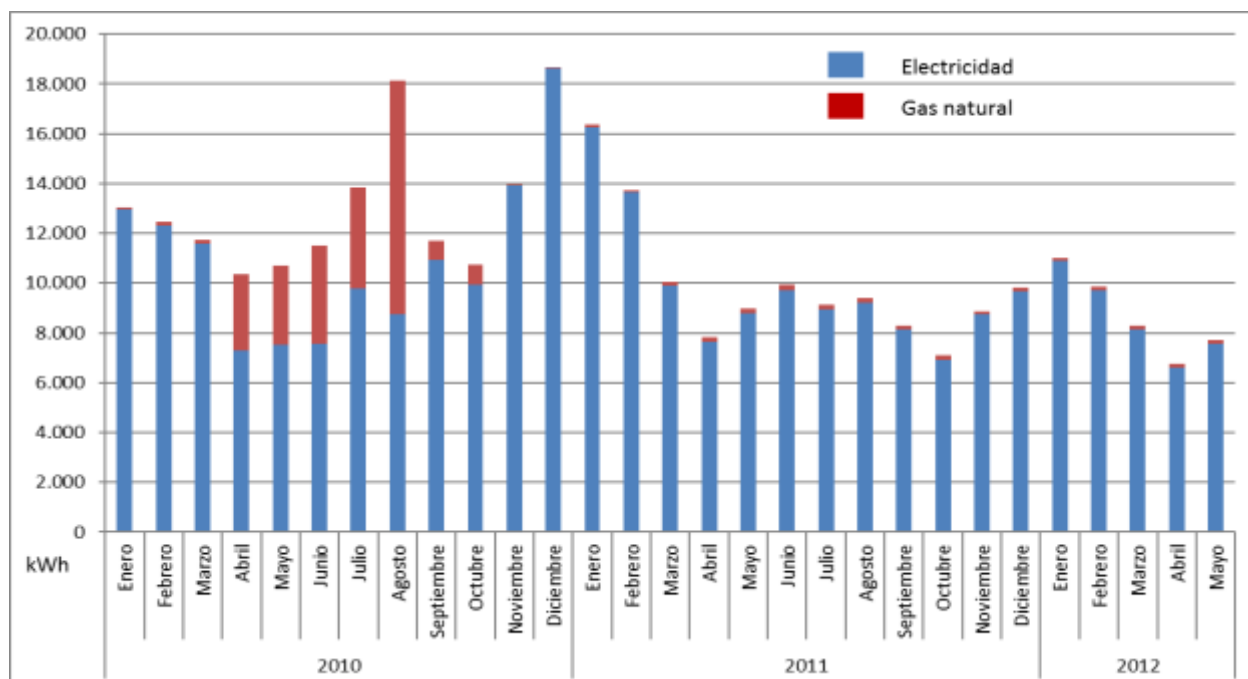
Figura 20. Ejemplo de factura utilizada (Gas Natural)



Figura 21. Ejemplo de factura utilizada (Electricidad)

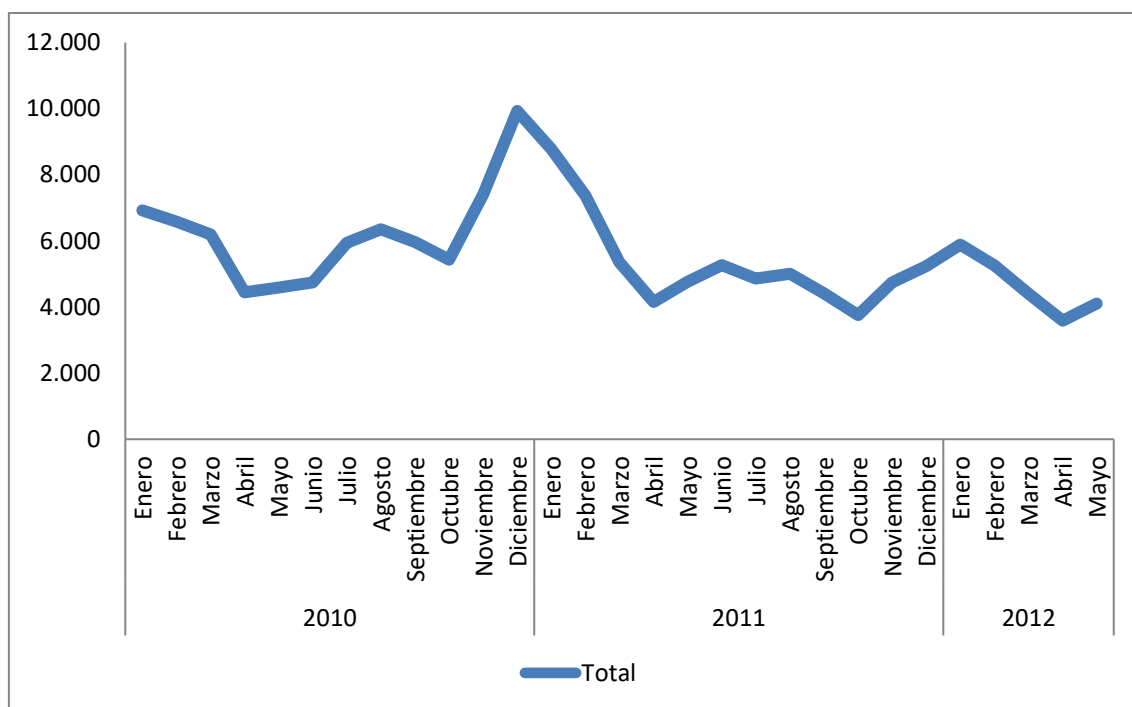
La Tabla 7 explicita la evolución de los consumos mensuales de electricidad y gas en un período de dos años, mostrando la evolución de los consumos:

Tabla 7: Evolución de los consumos energéticos. (Azul: electricidad; Rojo: gas natural).
Período enero 2010-mayo 2012



Asimismo, la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero (generados por las emisiones directas e indirectas de la energía del edificio) mostró una tendencia a la baja, según la siguiente Tabla 8:

Tabla 8: Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero.
Período enero 2010-mayo 2012



Se analizó el mismo período de comparación (de enero a Mayo) para verificar el consumo y emisiones antes y después de la remodelación.

Los resultados permiten cuantificar los ahorros logrados luego de la intervención, particularmente en el consumo de energía, y en las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes de dicho consumo:

Tabla 9: Consumos antes y después de la remodelación. Período enero-mayo 2010 y enero-mayo 2012

		ANTES de la remodelación Ene-May 2010	DESPUÉS de la remodelación Ene-May 2012	Reducción
<u>Consumos</u>				
Energía	kWh	58.242	43.622	-25%
Emisiones	kCO ₂ e	28.728	23.249	-19%

En base a esta información, y a la superficie cubierta, se obtuvieron indicadores de intensidad de energía (en kWh/m²) y de emisiones de gases de efecto invernadero (en kCO₂e/m²), lo que permite mostrar en forma sintética los resultados de prácticas sustentables en edificios comerciales, y los ahorros correspondientes.

Los resultados se presentan en la siguiente Tabla 8:

Tabla 10: Ratios de intensidad antes y después de la remodelación. Período enero-mayo 2010 y enero-mayo 2012

<u>Ratios de intensidad</u>		ANTES de la remodelación Ene-May 2010	DESPUÉS de la remodelación Ene-May 2012
Energía	kWh / m ²	93	70
Emisiones	kCO ₂ e / m ²	46	37

Conclusiones

Los indicadores permitieron demostrar la efectividad de las medidas implementadas y los ahorros logrados. Asimismo, contribuyeron a establecer indicadores de intensidad, que sirven como nueva línea base para establecer objetivos de consumo para el resto de las sucursales a remodelar.

El siguiente caso de estudio considera la implementación de MEEs en un edificio existente, y cómo los indicadores reflejaron la efectividad de las mismas.

CAPITULO 7. EXPERIENCIA EN CAMPO. CASO DE ESTUDIO 2

Introducción

Este capítulo analiza el caso de estudio de un edificio existente, en donde se aplicaron estrategias de eficiencia energética y sustentabilidad, durante la etapa de operación y mantenimiento.

Relevancia del caso elegido

Se consideró adecuado tomar como referente el caso de un edificio existente, en funcionamiento, donde no había posibilidad de cambiar la envolvente edilicia exterior.

En este contexto, no se consideró realizar cambios de sistemas debido a que el edificio debía mantener las prestaciones para el personal que se encontraba ocupando el edificio.

La implementación de MEEs en un edificio en operación resulta interesante dado que es la condición de más del 90% del hábitat construido. En este contexto, desarrollar indicadores de eficiencia energética resulta relevante para contar con referencias de comparación con edificios de similares características y clima.

El caso HSBC Barrancas de Lezama

Este edificio se encuentra emplazado en el barrio porteño de Barracas, a pocos metros del Parque Lezama, Av. Martín García 464. HSBC decidió trasladar a esta construcción de principios del siglo XX gran parte de su operación central.

En su origen, este edificio era la planta de procesamiento de la yerbatera Cruz de Malta. Actualmente es la sede de las oficinas centrales y servicios administrativos, con una capacidad para unos 1.500 puestos de trabajo.

HSBC Barrancas de Lezama logró la certificación LEED para Edificios Existentes: Operación y Mantenimiento en la versión 3 (2009) de la norma, logrando la categoría Oro³¹. Este capítulo presenta las acciones tomadas y resultados obtenidos, a fin de establecer indicadores para edificios existentes.

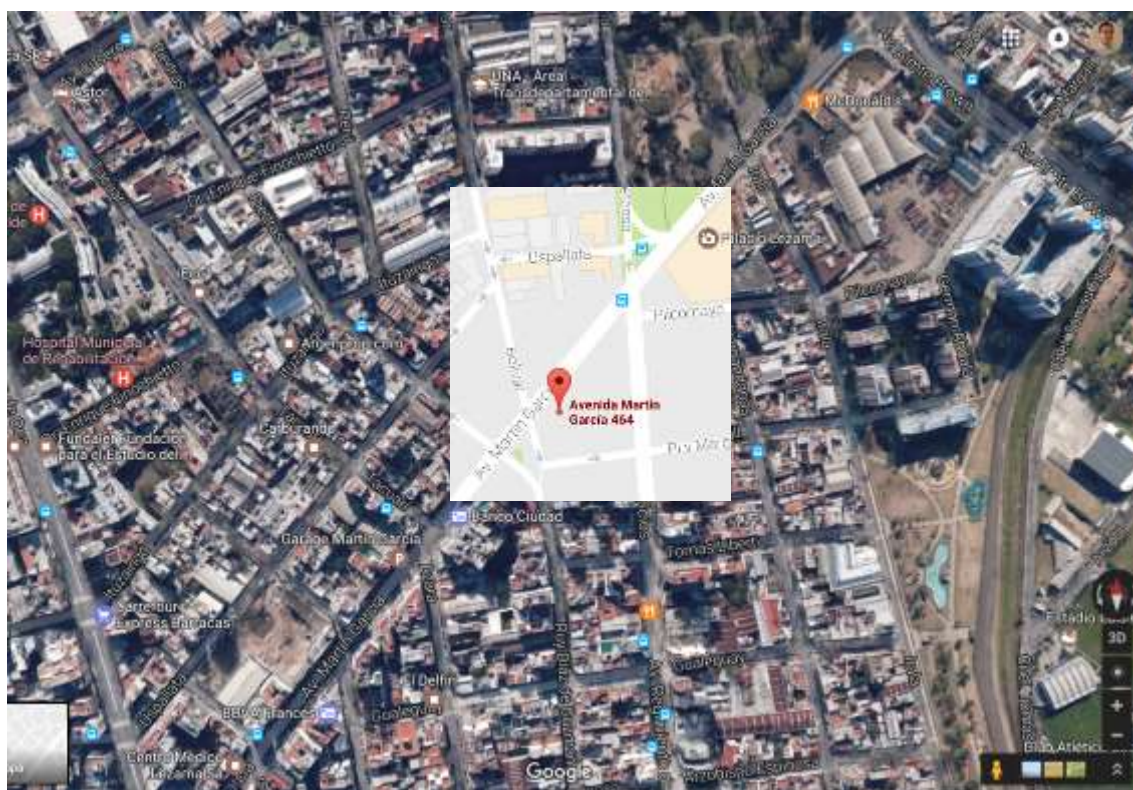


Figura 22. Ubicación de las oficinas de HSBC Barrancas de Lezama, en Avenida Martín García 464, CABA

El edificio, de 22.964 metros cuadrados cubiertos de superficie útil, comprende:

- un subsuelo de estacionamiento y salas de máquinas,

³¹ UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL, *LEED O+M: Existing Buildings v3 - LEED 2009- HSBC Barrancas de Lezama*. Recuperado el 04/12/2016 de <http://www.usgbc.org/projects/hsbc-barrancas-de-lezama>

- siete niveles distribuidos en planta baja, tres pisos completos, dos entrepisos, y un nivel de oficinas superior más pequeño. Los pisos y entrepisos están destinados a sala de reuniones y oficinas de planta abierta.
- El cuarto nivel está destinado a comedor, gimnasio, vestuarios y terraza semi-cubierta. También cuenta con un espacio para servidores y salas de máquinas.

El proyecto incorporó dos patios, lo que permite un acceso controlado a la luz natural.

Una vez que el edificio fue refuncionalizado, el Propietario solicitó un estudio para analizar si alcanzaba la certificación LEED para Edificios Existentes: Operación y Mantenimiento (LEED-EBOM). El edificio no cumplía con algunos requisitos mínimos, como por ejemplo reducir el consumo de agua potable sanitaria en al menos un 20%. Tampoco se contaba con un registro mínimo de 12 meses de consumos necesarios para establecer una línea base.

Se tomó la decisión de implementar las medidas necesarias para lograr la certificación LEED y a la vez ir registrando los consumos hasta lograr un registro continuo mínimo de 12 meses.



Figura 23. Exteriores del edificio



Figura 24. Interiores. Vista a uno de los patios centrales



Figura 25. Espacio de oficinas interiores

Medidas de eficiencia energéticas empleadas

En HSBC Barrancas de Lezama de implementaron las siguientes estrategias:

- Cambio en el horario de puesta en marcha

Las principales instalaciones de climatización, iluminación y generación de agua caliente tenían fijados un horario de arranque a las 06:00 horas, pero la ocupación del edificio no comenzaba sino a partir de las 09:00 horas.

Junto con la dirección del establecimiento, se convino en diferir la puesta en marcha de las instalaciones para las 08:15 horas, de manera de poder optimizar el uso de la energía, sin resignar la prestación de confort.

- Recomposición del sistema de gestión energética

HSBC Barrancas de Lezama contaba con un sistema de administración energética del edificio (BMS). Sin embargo, el mismo estaba desafectado al uso debido a la falta de unos componentes del *hardware* del sistema.

Como parte del presupuesto de la certificación, se incluyó la recomposición del sistema y posterior programación, para poder monitorear los consumos y actuar ante desvíos.

- Lámparas de escritorio para sectorizar iluminación

Durante el relevamiento inicial, se detectó que vastos sectores de las plantas permanecían encendidos a la tarde y noche, debido a que unos pocos empleados trabajaban en un horario diferencial. Recablear los circuitos de iluminación no resultó ser una opción viable para un edificio de 22.900 m².

Se proveyeron lámparas de escritorios cada dos puestos de trabajo, de manera tal que los usuarios con horarios diferidos podían hacer uso de la iluminación localizada, y solamente tener disponible iluminación general para circulación y seguridad.

- Sensores de presencia en baño

Todos los núcleos sanitarios del edificio mantenían sus luminarias encendidas, independientemente si estaban en uso o no.

Se instalaron sensores de presencia en baños para limitar el uso del sanitario hasta 20 minutos después de detectada una señal de movimiento.

- Submedición

El edificio contaba con varios tableros generales, pero no contaba con registro de consumos por uso (iluminación interna, iluminación externa, torres de enfriamiento, tomas de servicio, etc).

Se implementaron submedidores eléctricos por cada uso energéticos, reportándolos al sistema de monitoreo central del edificio. De esta manera, se pudo desglosar el perfil de uso de la energía y poder actuar sobre los mayores consumos.

- Medidores de conductividad para torres de enfriamiento

La limpieza de torres se efectuaba mediante la purga (vaciado) continua y la reposición de agua permanente. Esta operación de limpieza total duraba de 7 a 10 días, en los que los motores funcionaban las 24 horas, como así también la reposición de agua potable.

Se instalaron medidores de conductividad, asociados a válvulas automáticas de descarga, de manera tal de medir el grado de impureza del agua, y recargar solamente la porción correspondiente, por un plazo de tiempo drásticamente menor (de 10 días se bajó a 1 día). Esto no solo permitió economizar energía, sino también hacer un uso racional del agua potable.

- Medición de iluminación nocturna

Se efectuó un relevamiento nocturno de iluminación, para detectar qué sectores era necesario desafectar.

Luego del relevamiento se redujo el alcance y horario de la iluminación nocturna, manteniendo solo los sectores necesarios para seguridad y limpieza.

Registro fotográfico de las medidas empleadas

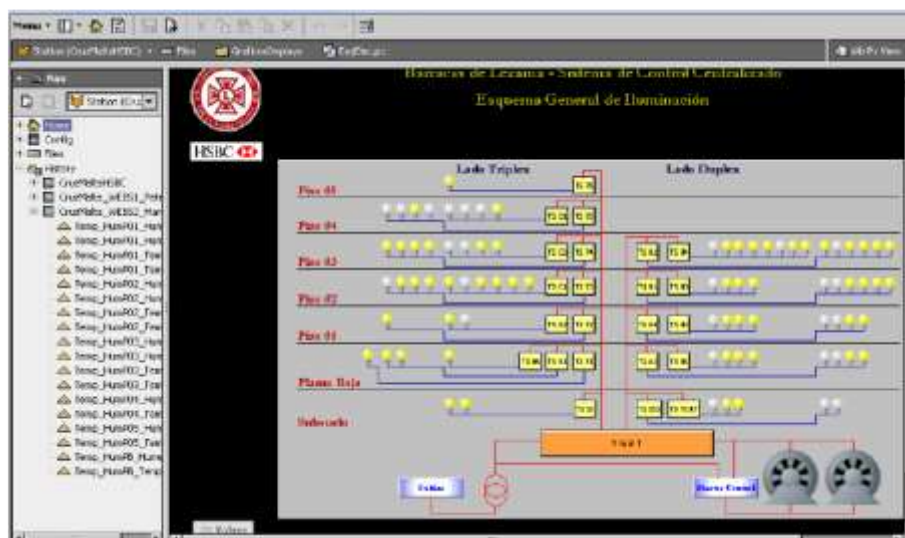


Figura 26. Copia de pantalla del sistema de gestión energética del edificio



Figura 27. Sensor de movimiento en sanitarios



Figura 28. Submedidor eléctrico



Figura 29. Sectorización mediante lámparas de escritorio



Figura 30. Torre de enfriamiento con medidores de conductividad y purga automatizada

Figura 31. Medición de iluminación nocturna y posterior sectorización

Estimación de desempeño mediante comparación con el programa Energy Star

La certificación LEED para Edificios Existentes: Operación y Mantenimiento está basado en el análisis de datos reales, de acuerdo con la metodología de medición por desempeño (*performance based*).

Por esta razón, no se utilizan programas de simulación energética que puedan estimar consumos, sino que se utiliza una evaluación comparada (*benchmarking*). La certificación requiere utilizar la herramienta Portfolio Manager, de Energy Star, desarrollada por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, Environmental Protection Agency).

La comparación que se utiliza es respecto de los consumo de edificios comerciales de similares características al analizado, situados en un clima similar. Para lograr la certificación, la norma requiere que el edificio obtenga una calificación mínima de 69 (siendo 0 el edificio de menor desempeño energético, y 100 el de mayor desempeño).

Luego de haber implementado las medidas de eficiencia energética a lo largo de un año, el edificio Barrancas de Lezama obtuvo la calificación 92, sobre una escala de 0 a 100.





STATEMENT OF ENERGY PERFORMANCE HSBC Barrancas de Lezama

Building ID: 1869993
For 12-month Period Ending: October 31, 2010¹
Date SEP becomes ineligible: N/A

Date SEP Generated: March 06, 2011

The energy use of this building has been measured and compared to other similar buildings using the Environmental Protection Agency's (EPA's) Energy Performance Scale of 1–100, with 1 being the least energy efficient and 100 the most energy efficient. For more information, visit energystar.gov/benchmark.

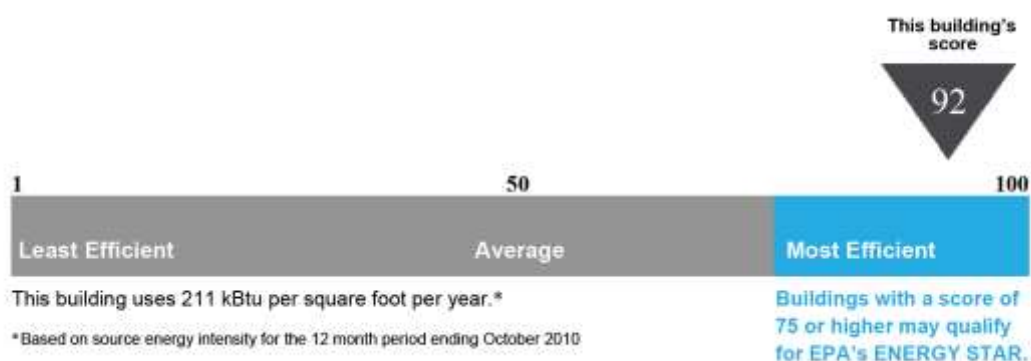


Figura 32. Calificación recibida por el edificio HSBC Barrancas de Lezama

Resultados luego de la intervención

Del análisis de los doce últimos registros de energía, surge que el edificio tiene una intensidad de uso energética de 159 kW/m²/año, según el detalle de la Tabla 7.

HSBC Barrancas de Lezama no contaba con un registro previo de 12 meses de consumo energético, con lo cual no pudo realizarse la comparación entre la situación anterior y posterior a la implementación de las medidas.

Sin embargo, el mantenimiento de las medidas continuó a lo largo del tiempo, manteniéndose un registro de consumos de energía y emisiones de gases de efecto invernadero.

En la Tabla 11 se aprecia cómo la evolución de la eficiencia energética fue favorable, y constante.

Tabla 11: Evolución de los consumos y ratios de intensidad de energía y emisiones de gases de efecto invernadero

Periodo	Intervalo	Energía [kWh/año]	Emisiones		Ratios de intensidad		Reducción respecto del año anterior	
			Factor de emisión [kgCO ₂ e/kWh]	Gases de efecto invernadero [kgCO ₂ e/año]	[kWh/m ² /año]	[kgCO ₂ e/m ² /año]	Energía	Emisiones
2010	Nov-09 a Oct-10	3.651.675	0,533	1.946.343	166	89	N/A	N/A
2011	Nov-10 a Oct-11	3.543.240	0,540	1.913.350	161	87	3%	2%
2012	Nov-11 a Oct-12	3.404.400	0,532	1.811.141	155	82	4%	5%

Conclusiones

El caso de estudio presentado muestra cómo los indicadores permitieron establecer la efectividad de las medidas implementadas en un edificio existente.

Asimismo, logran establecer una metodología de medición a lo largo del tiempo.

En los dos casos de estudio se establecieron métricas que sirven tanto para construcciones nuevas como para edificios existentes. Esta información sirve para fijar máximos admisibles, a partir del cual se deberían tomar acciones correctivas.

Los datos relevados en el trabajo de campo, y los indicadores desarrollados a partir del mismo, son utilizados por el propietario para la planificación y diseño de políticas con objetivos a alcanzar.

CAPITULO 8. CONCLUSIONES

Introducción

Este último capítulo integra los resultados de la tesis en su conjunto, discusiones sobre los aspectos encarados en los Capítulos 3 y 4, los que permitieron establecer un marco de referencia para dar soporte y sustento a la investigación planteada y definir el contexto de los casos de estudio seleccionados.

La segunda serie de capítulos, conformada por los Capítulos 5, 6 y 7, han provisto evidencias a través de los resultados y evaluaciones de dichos casos, con especial énfasis en la región metropolitana de la Ciudad de Buenos Aires. La secuencia del proceso realizado y los resultados obtenidos de esta evidencia contribuyen a confirmar la hipótesis y demostrar el potencial de aplicación con métodos y herramientas orientadas a la predicción y evaluación de contextos de eficiencia energética y reducción de impacto ambiental del hábitat edificado en nuevos marcos regulatorios.

En este capítulo se presentan las conclusiones generales, demostrando el aporte de la propuesta original y los objetivos planteados a tal fin.

Respuestas a la hipótesis y objetivos de la investigación

Respuesta a la hipótesis planteada

Respondiendo a la hipótesis presentada en el Capítulo 1, esta tesis identifica relaciones clave entre indicadores y herramientas de gestión, particularmente enfocadas a factores energéticos, considerando particularmente los resultados logrados en el contexto de una certificación ambiental.

Respuesta a los objetivos planteados

La evidencia obtenida a través de los casos de estudio y la metodología desarrollada para este propósito condujeron a las consideraciones y conclusiones planteadas anteriormente. En este sentido, el estudio de los diferentes sistemas de evaluación permitió verificar que la metodología propuesta es común a varias certificaciones y etiquetados de eficiencia, aportando información y favoreciendo los procesos de mejora.

Panorama del sector energético en Argentina

La República Argentina presenta un déficit de energía que obliga a importar combustible y energía para cubrir dicha carencia.

Del análisis de los balances energéticos se verifica que el hábitat construido representa más de la mitad del consumo energético en Argentina. Esto es, la agregación de los consumos residencial, comercial, público e industrial. En virtud del desarrollo presentado, y teniendo como parámetro la experiencia tanto local como de otros países, se puede constatar que existen oportunidades de reducir el consumo energético en hábitat construido, particularmente en los edificios de los sectores público y comercial.

Sin embargo, no se ha desarrollado y extendido a nivel nacional una herramienta que permita medir el consumo en relación con parámetros básicos del edificio. En primera instancia, debido a la condición de que cada provincia tiene la potestad de redactar sus propias disposiciones energéticas, pero fundamentalmente por la falta de elementos que aglutinen informaciones dispersas.

En este sentido, cabe mencionar que las distribuidoras de energía no cuentan con un formato único, ni presentan la misma información en las distintas zonas. Adicionalmente, la información que se presenta no relaciona características tales como superficie, cantidad de usuarios, horarios de uso, patrones medios de consumo por tipología edilicia, etc.

Normativas analizadas en la región y el mundo

En el marco de la investigación del tema de indicadores de sustentabilidad en edificios comerciales, se han analizado ejemplos de sistemas ya implementados en la región (Brasil, EEUU) y a nivel global (EDGE, LEED), donde se desarrollaron indicadores que informen el consumo de un edificio, y a su vez, sirva para elaborar políticas a futuro.

Estos sistemas se encuentran establecidos desde hace varios años, y han permitido generar una base de conocimiento que sirve de soporte para otras iniciativas, tales como la información al público, la fijación de metas de reducción y el diseño de políticas públicas.

La adopción de estos sistemas ha variado de acuerdo con las reglamentaciones locales, pero en todos los casos se presenta la información en forma sintética, partiendo de datos globales y focalizando en aquellos aspectos que se pretende destacar, como el consumo total, el logro de un objetivo o diversos parámetros específicos, como por ejemplo, la emisión de gases de efecto invernadero.

Es interesante observar cómo se han desarrollado distintas metodologías para informar los resultados, a través de tablas, gráficos, indicadores cromáticos y etiquetas. En aquellos países con mayor volumen de información, se incluyen mapas y herramientas de geolocalización, que permiten no solo visualizar el desempeño ambiental del edificio, sino también vincularlo con el clima local.

En Argentina existe normativa que apunta a implementar medidas de eficiencia energética, en especial a través del análisis del comportamiento térmico de la envolvente edilicia exterior. Las medidas de eficiencia energética son percibidas como una acción útil para lograr reducciones en el consumo de energía y en los costos derivados de su uso. Sin embargo, no se ha difundido una metodología que informe el resultado de la aplicación de dichas medidas.

Los casos analizados de aplicación de indicadores en otros países establecen parámetros y similitudes con parte del marco normativo nacional.

La comprensión del funcionamiento de estos sistemas constituye un paso necesario para entender lo que pasa en el mundo y desarrollar un sistema local basado fundamentalmente en las costumbres y oportunidades de mejora que presenta nuestro

país, teniendo presente la complejidad que se verifica al implementar políticas nacionales en un país con un régimen federal.

Estudio de casos

A través de dos casos estudios analizados en Argentina, se ha mostrado la utilidad de construir indicadores, que permitieron mostrar la evolución positiva de las estrategias utilizadas para reducir el consumo.

La relevancia de presentar estos casos radica en que en ambas instancias se trabajó sobre el hábitat ya construido, es decir, que no se aplicaron medidas desde la concepción de los edificios, sino que se trabajó en adaptar y mejorar un hecho ya dado. Como más del 80% del hábitat construido tiene más de cinco años (tomando como referencia la Ciudad Autónoma de Buenos Aires), adquiere mayor relevancia focalizar la atención en los edificios existentes, a través de acciones que operen no solo en los elementos físicos del edificio (mediante su transformación, mejora o reemplazo), sino también en las pautas de mantenimiento y uso, como por ejemplo, horarios de encendido de instalaciones, políticas de temperaturas máximas de acuerdo a la época del año, etc.

Metodología de construcción de indicadores

Se ha explicitado una metodología de construcción de indicadores, presentando una propuesta de implementación a través de una asociación entre entidades profesionales y casas de estudios, para formar y emplear a estudiantes en el relevamiento de la información y la construcción de indicadores.

Es de particular interés involucrar a los estudiantes de carreras afines a la construcción en el diseño y aplicación de indicadores, con el objetivo de elevar la conciencia en el real desempeño de los edificios.

A su vez, las barreras que puedan encontrarse en la construcción de indicadores (por ejemplo, el acceso a la información, y la efectiva comunicación de los resultados) pueden ser resueltas en forma creativas por los mismos alumnos. De la experiencia en el dictado de clases en esta materia han surgido propuestas innovadoras, como el diseño de *apps* que informen en el teléfono el estado del consumo, gráficos tendenciales, estímulos a la recolección de la información, etc.

Proyección de los resultados a nivel nacional

De acuerdo con los casos analizados, se ha verificado que es posible ahorrar, como mínimo, un 3% anual de la energía utilizada en edificios comerciales y públicos. Esto equivale a un potencial ahorro de 139,77 TEPS al año, tomando como referencia el Balance Energético Nacional de 2015.

Análogamente, se puede analizar los beneficios a nivel del hábitat construido en forma particular. La ley 27.191³² establece para los usuarios con demandas de potencia iguales o mayores 300 KW una meta de generación de energía a través de fuentes renovables, comenzando con 8% a fin de 2017, hasta alcanzar 20% a fin de 2025.

Estos usuarios (en los cuales se encuentran comprendidos los grandes usuarios del sector público y comercial) se verían beneficiados para lograr cumplimiento de esa meta, y la comunidad se vería beneficiada con una economía de al menos un 11% anual de combustibles fósiles de aplicarse la combinación de medidas de eficiencia energética y generación por fuentes renovables.

Transferencia a diversos ámbitos

En este contexto, este trabajo abre la posibilidad de transferir herramientas para múltiples actores.

Los indicadores de sustentabilidad en edificios comerciales tienen distintos beneficiarios. Los Propietarios de edificios son los principales beneficiarios ya que contar con una herramienta de información sintética facilitan la comprensión y gestión de inmuebles. Además, resulta útil para adoptar medidas correctivas, planificar inversiones y facilitar investigaciones de pautas de consumos.

Asimismo, los Desarrolladores y comercializadores inmobiliarios ven favorecida su actividad, ya que los indicadores ayudan a establecer inmuebles con mayor potencial de venta, y mejor exposición. De hecho, este sistema se utiliza actualmente en España y Francia como medio de promoción de los bienes inmuebles. Los indicadores contribuyen a diseñar estrategias de venta y a informar mejor a los consumidores acerca del desempeño de los bienes inmuebles.

En el ámbito del diseño, los Proyectistas encuentran en los indicadores un dispositivo que permiten evaluar en forma comparativa la aplicación de soluciones de proyecto y evaluar el comportamiento de un diseño (por ejemplo, las decisiones vinculadas a la orientación y porcentaje de superficies vidriadas en fachada).

En este sentido, cabe mencionar que muchos de los actuales programas de diseño que utilizan interfaces 3D incorporan indicadores y métricas de consumo, como *plug-in* de sus motores de cálculo o simulación energética.

Uno de los aspectos que también se beneficia de los indicadores son los Jurados de concursos de arquitectura, ya sea del ámbito privado, institucional o público. Brinda parámetros objetivos que facilitan la evaluación de las propuestas, y permiten comparar desempeño de proyectos entre sí. Para el concursante, resulta una guía clara que orienta su diseño. En este sentido, se estima que los indicadores resulta una medida innovadora que puede contribuir a brindar calidad y trazabilidad al proceso de

³² CONGRESO DE LA NACIÓN ARGENTINA, Ley 27191. *Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica. Modificación Ley 26190*. Recuperado el 21/05/2017 de: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm>

evaluación.

Otro de los beneficiarios de contar con indicadores son los Entes de distribución de energía. Como actores principales de la cadena de suministro, se ven favorecidos, ya que contar con herramientas de análisis facilita la gestión de la información relativa a la programación de despacho y mantenimiento de redes.

En cuanto a lo referido a políticas públicas, las Autoridades Nacionales encuentran en los indicadores un medio para consensuar políticas de eficiencia energética, establecer acuerdos con diversos distritos (provincias o países vecinos), promover políticas públicas y facilitar el seguimiento de los usos energéticos en el hábitat construido. En varios de los sistemas analizados, las Autoridades Nacionales son los administradores (directos o a través de organismos delegados) de los sistemas de evaluación de indicadores, o bien, participan directamente en la construcción de los mismos.

Finalmente, los responsables de redactar códigos de construcción, dado que la utilización de indicadores de sustentabilidad orienta el desempeño esperado en los edificios públicos y comerciales, a la vez que trazan un sendero de transformación del mercado.

Recomendaciones

Si bien el marco de esta tesis ha considerado los criterios de construcción de los principales indicadores de sustentabilidad, queda por profundizar otros aspectos igualmente destacables, como la energía incorporada en la fabricación de materiales, los límites de contaminantes aéreos, o los indicadores de acceso a luz natural, entre otros.

Recomendaciones orientadas a la transformación académica

Como prolongación de este trabajo, se considera conveniente analizar contextos de enseñanza y aplicación de estos indicadores. Como punto de partida, es interesante considerar la incorporación de un capítulo sobre eficiencia energética e indicadores en la currícula de las materias vinculadas al diseño proyectual y a las materias relacionadas con construcciones, por la relación directa que se establece entre el hecho construido (o proyectado) y el desempeño del mismo.

Es de fundamental importancia lograr que los futuros profesionales egresen teniendo una concepción clara del resultado de sus acciones, y cómo las mismas repercuten en la sociedad, más allá del hecho concreto motivo del diseño (un edificio, un espacio habitable, etc). En la actualidad, los edificios y las instalaciones se construyen para operar en plazos que alcanzan los 50 años, y en este sentido, el incorrecto diseño de una envolvente o de sus instalaciones deriva en una hipotética energía para la comunidad en donde se inserta el edificio.

Recomendaciones orientadas a la práctica profesional

Otro aspecto que conviene analizar a futuro es la realización de cursos de actualización en los consejos profesionales. De la experiencia surgida a través de los relevamientos, surgen la necesidad de suplementar los aspectos relacionados con el desempeño energético en la formación de la matrícula profesional. En este sentido, los indicadores

se presentan como una herramienta útil y sintética para visualizar el rendimiento del accionar de los profesionales involucrados en el diseño y construcción de edificios.

En el contexto de la presente investigación, se relevó que la provincia de Santa Fe analiza la posibilidad de incluir indicadores de desempeño ambiental, a través de etiquetados, en los contratos de compra, venta y alquiler de inmuebles de la Ciudad de Rosario. En este sentido, la medida en análisis tiene el potencial de generar una dinámica más ágil en cuanto a la construcción y difusión de indicadores, traduciendo a la ciudadanía un concepto en términos sencillos.

Reflexiones finales

Tal como se ha desarrollado a lo largo de esta tesis, los indicadores de sustentabilidad en edificios comerciales contribuyen a lograr los objetivos planteados en el Capítulo 1.

A través de un análisis de marcos normativos y experiencia en campo, se logró establecer los parámetros comunes a los diversos sistemas, que sirven para establecer las bases de futuras certificaciones locales.

El presente trabajo plantea herramientas para los diversos actores del ámbito de la construcción y contribuye con pautas de mejora hacia otros ámbitos relacionados.

REFERENCIAS

ABASCAL, E. (2013). *Informe ambiental anual 2013: Premio de Monografía Adriana Schiffrin: undécima convocatoria*. 1a ed. - Buenos Aires: Fundación Ambiente y Recursos Naturales.

ABDELGAFFAR M. (2011). *Assessing Sustainability Indicators of a Commercial Building: A LEED Approach*. College of Architecture & Planning, University of Dammam, Saudi Arabia

AKBARI H., ETO J., KONOPACKI S., AFZAL A., HEINEMEIER K., RAINER L., “A New Approach to Estimate Commercial Sector End-Use Load Shapes and Energy Use Intensities”. Lawrence Berkely Laboratory.

ANSI/ASHRAE/IESNA (2010). *Standard 90.1-2010, Energy Standard for Buildings except Low-Rise Residential Buildings*

ASHRAE/IESNA/USGBC/US DOE (2011), *Advanced Energy Design Guide for Small to Medium Office Buildings, achieving 50% energy savings toward a net zero building*

ANSI/ASHRAE/USGBC/IES (2009). *Standard 189.1-2009. Standard for the Design of High-Performance Green Buildings except Low-Rise Residential Buildings*

APUD E., ARÁOZ J., DEVOTO E., ECHARTE E., GUADAGNI A., LAPEÑA J., MONTAMAT D., OLOCCO R. (2014). “Cortes de electricidad de diciembre de 2013 otra manifestación de la crisis del sector eléctrico”, *Documentos de los Ex Secretarios de Energía*

BIG ROOM INC. (2015), *Ecolabel Index*. Recuperado el 28/06/2015: <http://www.ecolabelindex.com/>

CENTRO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (2006), *PROCEL EDIFICA - Eficiência Energética nas Edificações*. Recuperado el 28/06/2015 de: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={623FE2A5-B1B9-4017-918D-B1611B04FA2B}&Mode=1>

COMPAÑIA ADMINISTRADORA DEL MERCADO MAYORISTA ELÉCTRICO SA, “*Informe Anual 2015. República Argentina*”

CONGRESO DE LA NACIÓN ARGENTINA, Ley 27191. Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica. Modificación Ley 26190. Recuperado el 21/05/2017 de: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm>

EPA, ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2008). *Energy Star. Building Upgrade Manual*

EVANS, JULIAN M., *Sustentabilidad en Arquitectura 1* (2009), 1ª. Edición. Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo (CPAU). Buenos Aires.

EVELYN, J. (1662), *Sylva, or A Discourse of Forest-Trees and the Propagation of Timber in His Majesty's Dominions*, 2 vols., Fourth Edition (1706), reprinted London: Doubleday & Co., 1908

FENÉS, GASTÓN. “*Presentan un proyecto de ley para que todas las dependencias del Estado apliquen conceptos de eficiencia energética*”, *Energía Estratégica*, 11/03/2015, recuperado el 21/05/2017 de: <http://www.energiaestrategica.com/presentan-un-proyecto-de-ley-para-que-todas-las-dependencias-del-estado-apliquen-conceptos-de-eficiencia-energetica/>

FERNANDEZ BLANCO, P. “*Aranguren: “El déficit energético se terminará en cinco o seis años*”, *La Nación*, 08/04/2017, recuperado el 14/05/2017 de: <http://www.lanacion.com.ar/2006750-aranguren-el-deficit-energetico-se-terminara-en-cinco-o-seis-anos>

FERNANDEZ BLANCO, P. “*Confirman el plan de aumentos en gas, electricidad y agua*”, *La Nación*,

28/02/2014, recuperado el 21/05/2017 de: <http://www.lanacion.com.ar/1668062-confirman-el-plan-de-aumentos-en-gas-electricidad-y-agua>

FUNDACIÓN VIDA SILVESTRE ARGENTINA (2013), *Escenarios energéticos para la Argentina (2013-2030) con políticas de eficiencia*.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL (2013), *Green Buildings case study Brazil*

HEINS A., (2016). *Eficiencia Energética: contexto regional, global y local*. Subsecretaría de ahorro y eficiencia energética, Ministerio de Energía y Minería, Presidencia de la Nación.

INSTITUTO DE LA VIVIENDA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, *Manual de aplicación de la ley 13059*

INSTITUTO DE LA VIVIENDA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, *Acondicionamiento higrotérmico de edificios. Catálogo de envolventes de muros y techos*

INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION (WORLD BANK GROUP) (2016), *User Guide for Offices, Version 2.0*. Last modified 2016.07.07

INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2010), *Norma IRAM 11900 - Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente*.

KOZAK, D., ROMANELLO, L., *Sustentabilidad en Arquitectura 2* (2012), 1ª. Edición. Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo (CPAU). Buenos Aires.

LAMBERTS, R. R., IWAMOTO, G., NATH LOPES, M.I (2013), *Development of computational tool to evaluate the building energy efficiency level according to the brazilian labeling*, Presentación en Congreso ASADES (18/10/2013)

MINEM (2017) Calculo del Factor de Emisiones de CO₂ de la Red Argentina de Energía Eléctrica. Año 2015. Consultado 22/05/2017

http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/informacion_del_mercado/publicaciones/mercado_electrico/factor_emision/Factor_Emision_2015_1.xlsx

MINEM (2017) Balance Energético Nacional de la República Argentina 2015, consultado 22/05/2017 http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/informacion_del_mercado/publicaciones/energia_en_gral/balances_2016/balances/BEN%202015_final.xlsx

MINISTÈRE DE L'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES ET DU LOGEMENT, MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE, *La Performance Environnementale des Bâtiments (PEB), Support de formation pour les acteurs de la construction*

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (2013), *Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C)*. Brasília: Ministério Do Desenvolvimento, Indústria E Comércio Exterior

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2013), *Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações*.

MORALES SOLÁ, JOAQUÍN (2013), "Un país gobernado por el capricho", La Nación (22/12/2013). Recuperado el 21/05/2017 de: <http://www.lanacion.com.ar/1650003-un-pais-gobernado-por-el-capricho>

NEW YORK CITY (2015), *NYC Open Data - NYC Municipal Building Energy Benchmarking Results*, Recuperado el 28/06/2015 de: <https://data.cityofnewyork.us/City-Government/NYC-Municipal-Building-Energy-Benchmarking-Results/vvj6-d5qx>

SECRETARÍA DE ENERGÍA, (2017), *Balances Energéticos 2015*, SECRETARÍA DE ENERGÍA, Ministerio de Planificación de la República Argentina. Recuperado el 22/05/2017:

<http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366>

SCHWARZ, A.; DE SCHILLER, S., *Indicadores de Sustentabilidad En Edificios Comerciales*, Ponencia en XXIX Jornadas de Investigación y XI Encuentro Regional si + ter Investigaciones territoriales: experiencias y miradas 24 y 25 de septiembre 2015, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo Universidad de Buenos Aires

SCHWARZ, A., *Sustentabilidad en Arquitectura 3* (2015), 1ª. Edición. Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo (CPAU). Buenos Aires.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC) (2013). *LEED, Leadership in Energy & Environmental Design. Guía de Referencia para el diseño y construcción de edificios*, v4

UNIVERSIDAD FEDERAL DE SANTA CATARINA (2015), *S3E – Simulador Eficiência Energética em Edificações*, Recuperado el 28/06/2015 de: <http://www.s3e.ufsc.br/>

VON CARLOWITZ, H. (1713), *Sylvicultura oeconomica, oder haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur wilden Baum-Zucht*, Remagen-Oberwinter: Kessel, Norbert

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (1987), *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Consumo desglosado según sector. Período 2005-2015	Pág. 10
Tabla 2	Propuesta de áreas de análisis, junto con sus indicadores	Pág. 23
Tabla 3	Clasificación y puntajes en el sistema BREEAM In-use	Pág. 38
Tabla 4	Ejemplo de construcción de indicador	Pág. 43
Tabla 5	Uso estimado de energía anual del edificio y de la línea base de ASHRAE 90.1-2007	Pág. 51
Tabla 6	Ahorros estimados anual del edificio y de la línea base de ASHRAE 90.1-2007	Pág. 52
Tabla 7	Evolución de los consumos energéticos. (Azul: electricidad; Rojo: gas natural). Período Enero 2010-Mayo 2012	Pág. 53
Tabla 8	Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero. Período Enero 2010-Mayo 2012	Pág. 53
Tabla 9	Consumos antes y después de la remodelación. Período Enero-Mayo 2010 y Enero-Mayo 2012	Pág. 54
Tabla 10	Ratios de intensidad antes y después de la remodelación. Período Enero-Mayo 2010 y Enero-Mayo 2012	Pág. 54
Tabla 11	Evolución de los consumos y ratios de intensidad de energía y emisiones de gases de efecto invernadero	Pág. 63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ejemplo de etiquetado del sistema francés	Pág. 19
Figura 2	Ejemplo de etiquetado IRAM 11900	Pág. 23
Figura 3	Aplicativo IRAM 11900- acceso al sistema	Pág. 24
Figura 4	Aplicativo IRAM 11900- ingreso de datos de la envolvente edilicia exterior	Pág. 24
Figura 5	Aplicativo IRAM 11900- generación de etiqueta de eficiencia energética	Pág. 25
Figura 6	Ejemplo de etiqueta Inmetro PBE Edifica	Pág. 28
Figura 7	Análisis comparativo del uso de la energía en la ciudad de Nueva York por tipo de edificio para el año 2014	Pág. 31
Figura 8	Ejemplo de reporte de boletín de puntaje emitido por el programa ENERGY STAR de la Agencia de Protección Ambiental de EEUU	Pág. 32
Figura 9	Puntaje de la Administración General de Servicios	Pág. 35
Figura 10	Sistema EDGE – visualización de los datos de diseño e indicadores	Pág. 37
Figura 11	Sistema EDGE – visualización del desempeño energético e indicadores	Pág. 37
Figura 12	Ejemplo de placa y diploma de certificación de un edificio en Argentina	Pág. 40
Figura 13	Ubicación de la sucursal HSBC San Isidro, en Avenida Centenario 162/168, San Isidro	Pág. 49
Figura 14	Vista exterior- frente del edificio	Pág. 49
Figura 15	Circulación vehicular perimetral exterior	Pág. 49
Figura 16	Interior del edificio- planta baja	Pág. 49
Figura 17	Interior del edificio- primer piso	Pág. 49
Figura 18	Reemplazo de caldera por rooftop frío-calor	Pág. 50
Figura 19	Reemplazo de lámparas y recableados de encendidos	Pág. 50

Figura 20	Ejemplo de factura utilizada (Gas Natural)	Pág. 52
Figura 21	Ejemplo de factura utilizada (Electricidad)	Pág. 52
Figura 22	Ubicación de las oficinas de HSBC Barrancas de Lezama, en Avenida Martín García 464, CABA	Pág. 56
Figura 23	Exteriores del edificio	Pág. 57
Figura 24	Interiores. Vista a uno de los patios centrales	Pág. 57
Figura 25	Espacio de oficinas interiores	Pág. 58
Figura 26	Copia de pantalla del sistema de gestión energética del edificio	Pág. 60
Figura 27	Sensor de movimiento en sanitarios	Pág. 60
Figura 28	Submedidor eléctrico	Pág. 60
Figura 29	Sectorización mediante lámparas de escritorio	Pág. 60
Figura 30	Torre de enfriamiento con medidores de conductividad y purga automatizada	Pág. 61
Figura 31	Medición de iluminación nocturna y posterior sectorización	Pág. 61
Figura 32	Calificación recibida por el edificio HSBC Barrancas de Lezama	Pág. 62

RECONOCIMIENTOS

Se reconoce el aporte de los siguientes equipos e instituciones:

La simulación energética del HSBC San Isidro fue efectuada por el Arq. Francisco Minoyetti, en colaboración con el Ing. Santiago Vélez.

La información de base de HSBC fue facilitada por el personal del área de Property, Maximiliano Kuraczinsky, que integró el equipo junto al Ing. Carlos Burgos.

Todas las imágenes de HSBC a nivel peatonal fueron tomadas por el autor de este trabajo, y fueron publicadas en distintos congresos desde el año 2011.

Las imágenes satelitales, así como las inserciones de los planos de referencia, fueron obtenidas de Google Maps.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias al acompañamiento, paciencia, aliento y perseverancia de muchas personas. Esta obra está dirigida a las siguientes personas:

A la Dra. Arq. Silvia de Schiller, la Directora de esta tesis, por su permanente guía, generosidad en compartir su tiempo y sabiduría. Gracias a ella, esta obra pudo concretarse.

Al Dr. Arq. John Martin Evans por sus comentarios y observaciones que hicieron más preciso este trabajo.

Al personal de CEARE, especialmente al Dr. Ing. Raúl Bertero y la Dra. Griselda Lambertini, por su aliento y paciencia.

A la Dra. Ing. Silvia Romano, por hacerme descubrir mi interés por la Química.

A mi esposa Silvina y a mis hijas Julieta, Agustina y Macarena, que me alentaron a investigar, y cedieron muchos fines de semana para que pudiera terminar este trabajo.

ANEXOS

Anexo 1	Ejemplo de reporte de Energy Star
Anexo 2	Ejemplo de reporte de EDGE
Anexo 3	Ejemplo de uso de indicadores en publicaciones del INTI
Anexo 4	Ejemplo de uso de indicadores en programas de simulación energética
Anexo 5	Guía metodológica de reportes para la Ciudad de Nueva York
Anexo 6	Extracto de indicadores de edificios de la Ciudad de Nueva York
Anexo 7	Listado de edificios relevados

Anexo 1 Ejemplo de reporte de Energy Star

Anexo 2 Ejemplo de reporte de EDGE

Anexo 3 Ejemplo de uso de indicadores en publicaciones del INTI

Anexo 4 Ejemplo de uso de indicadores en programas de simulación energética

Anexo 5 Guía metodológica de reportes para la Ciudad de Nueva York

Anexo 6 Extracto de indicadores de edificios de la Ciudad de Nueva York

Anexo 7 Listado de edificios relevados