

HACIA UN MODELO DE CERTIFICACIÓN DE EDIFICIOS SUSTENTABLES ADECUADO AL CONTEXTO REGIONAL

Jorge Czajkowski, Analía Gómez, Mario Calisto Aguilar, María de la Paz Diulio, David Basualdo, Gabriela Reus Neto, Roberto Berardi, Patricia Camporeale, Walter Giraldo, María de los Ángeles Fuentealba, Augusto Coronel

LAYHS-FAU-UNLP _ Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata

CONICET _ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

Calle 47 N°162 (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina

Tel. +54 221 423 6587 al 90 Interno 255. www.arquinstal.com.ar

layhs@fau.unlp.edu.ar // jdczajko@gmail.com // mouseion.unlp@gmail.com

E3 - Estrategias en el Saber Proyectual Procesos de diseño y Tecnologías sustentables

PALABRAS CLAVE: CERTIFICACIÓN, EDIFICIOS SUSTENTABLES, DISEÑO AMBIENTALMENTE CONSCIENTE, EFICIENCIA ENERGÉTICA, NORMAS.

RESUMEN

En la Argentina la construcción de edificios ha evolucionado a lo largo del último siglo con códigos de edificación que no contemplan la calidad térmica o la eficiencia energética de las construcciones. En 2003 la provincia de Buenos Aires aprobó una ley que buscaba regular y mejorar el comportamiento de los edificios para habitación humana pero no se reglamentó hasta 2010 y a la fecha no se aplica. Poco después la ciudad autónoma de Buenos Aires en 2012 aprobó una ley que mejoraba la bonaerense pero ni siquiera se reglamentó.

Esto hubiera significado el primer antecedente para la certificación de edificios en la variable energética e indirectamente en calidad del aire interior y confort acústico. El LAYHS a lo largo del tiempo ha auditado diversos tipos de edificios (viviendas, oficinas, museos, archivos, bibliotecas, escuelas, hospitales) con el fin de generar conocimiento y antecedentes normativos que son las normas exigidas por estas leyes.

Quedó pendiente el desarrollo de un modelo de certificación que incorporara las principales variables del diseño ambientalmente consciente y la sustentabilidad edilicia para diversas funciones. Se expone el fundamento de dicho modelo, los pesos otorgados a la calificación, se discuten escenarios de eficiencia energética aplicada a viviendas.

INTRODUCCIÓN

Argentina va a la saga del medio internacional ya que no posee un sistema de certificación de edificios sustentables. Si existen oficinas y profesionales de organismos internacionales de certificación entre los que destaca US Greenbuilding con su certificación LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*).

Los sistemas de certificación evalúan y miden el grado de impacto ambiental relativo que causaría una construcción en sus diversas fases a lo largo de su ciclo de vida desde la concepción proyectual hasta la demolición y disposición de sus residuos.

Los requisitos que debe cumplir un edificio requiere del apoyo de normas y en el caso de LEED es usual el Standard ASHRAE 90.1 (Energy Standard for Buildings Except Low-Rise

Residential Buildings), ASHRAE 90.2 (Energy-Efficient Design of Low-Rise Residential Buildings) y ASHRAE 189.1 (Standard for the Design of High-Performance Green Buildings) en sus diversas versiones y en otros países sus normas locales. ASHRAE, significa American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers es una asociación profesional fundada en 1894 en Nueva York, pero que actualmente tiene carácter global y prosigue el bienestar humano a través de la construcción sostenible. A nivel internacional son frecuentes la certificación **LEED** del Green Building Council (GBC) de EEUU, **BREEAM** del Building Research Establishment de Inglaterra, **HQE** de la *Association pour la Haute Qualité Environnementale* de Francia, **Passivehouse** del *Institute for Housing and the Environment de Alemania*, **Verde** de la filial GBC de España, entre muchos otros.

La certificación LEED del GBC de EEUU establece una completa matriz ambiental de consideración y calificación de las diversas variables que competen a un edificio sustentable o verde. Entre el 2000 y el 2015 certificó 83.452 edificios por un total de 1.280 millones de metros cuadrados. El principal objetivo es reducir el impacto ambiental de cada edificio certificado a partir de la matriz propuesta por la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA). La importancia o peso relativo que se da en esta certificación a la eficiencia energética, podría considerarse relativamente baja e incluso estudios mencionan que son tan poco eficientes como un edificio no certificado (Scofield, 2009, 2013) (Newsham, et Al, 2009).

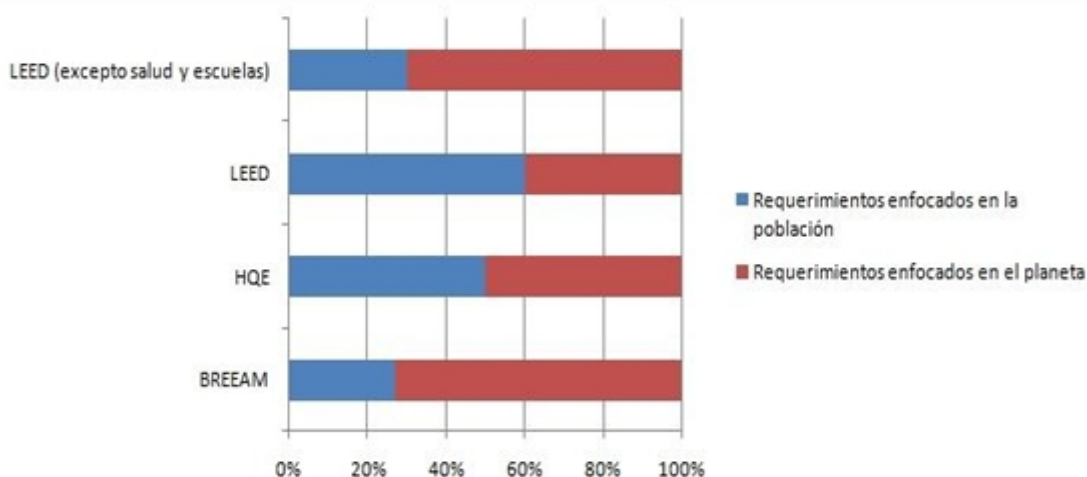


Figura 1: Diferencias entre certificaciones respecto de su compromiso ambiental. Este compromiso puede ser con la población al cuidar la calidad del aire interior, la ergonomía, accesibilidad y relacionados apoyados por encuestas. O puede darse más peso al planeta al buscar mitigar el impacto ambiental global jerarquizando la eficiencia energética, las emisiones de gases de efecto invernadero en el ciclo de vida, el uso de energías renovables y relacionadas con el planeta y con la gente. Fuente: Elab propia a partir de datos GBC Francia

Sobre un total de 110 puntos, a la eficiencia energética del edificio se le otorgan 19 puntos (17,27%) que debe satisfacerse con una simulación energética donde se compara el edificio proyectado con uno que sirve de "línea de base". Desde ya se lo entiende como optimización de la eficiencia energética, ya que previamente debe cumplirse con lo establecido en la norma o estándar ASHRAE 90.1/2010 y funciona como "línea de base".

En la certificación intervienen aspectos tales como: Ubicación y Transporte (16 puntos), Sitios sustentables (10), Uso Eficiente del Agua (10), Energía y Atmósfera (35), Materiales y Recursos (14), Calidad Ambiental Interior (15), Innovación en el diseño (6) y Prioridad Regional (4).

Podría suceder que se alcance una certificación LEED Plata (60 a 79 puntos) u Oro (80 o más puntos) con mínimas mejoras en la eficiencia energética, siempre en obra nueva. Un paso intermedio es gestionar una certificación C&S (Core & Shell o núcleo y envolvente) donde se le dará más peso a la eficiencia energética considerando 3 a 23 puntos.

Podríamos considerar que en este protocolo de certificación la eficiencia energética, que podríamos llamar "pasiva" o que se relacione con aspectos que no tengan que ver con el equipamiento energético, no es adecuadamente considerada.

En la certificación BREEAM de Inglaterra los aspectos energéticos representan el 18%, ligeramente superior a LEED. Es un sistema maduro con más de 25 años y 110 mil edificios certificados, mayoritariamente en Inglaterra. Hasta 2008 no contaba con un sistema de matriculación profesional y llevó a que se demore su internacionalización. Recién en 2016 hizo su presentación en Argentina.

En esta certificación intervienen aspectos tales como: Gestión (11.5), Salud y bienestar (14), Energía (18), Transporte (8), Agua (10.5), Materiales (12), Residuos (7), Uso del suelo y ecología (9.5), Contaminación (9.5) e Innovación (10). El principal objetivo apunta a reducir las emisiones GEI principalmente CO₂. Así como un edificio LEED Platino podría reducir en un 25% el consumo de energía, el nivel superior de BREEAM busca edificios de energía y emisiones cero.

Para hacerse internacional y competir con LEED, tanto BREEAM como HQE optaron por admitir el uso de los estándares propuestos por ASHRAE 90.1/2010 y 90.2/2014 y así aprovechar el software y protocolos asociados. En estos tres casos con similitud en las variables involucradas aunque diferencias en los pesos a cada variable ambiental o uso de indicadores absolutos en unos o relativos en otros, cabe mencionar que se adaptan a sus culturas constructivas o buscan una globalización de sus culturas nacionales.

En este momento y buscando la necesidad de un modelo Argentino de certificación hay que debatir acerca de que peso le damos a la eficiencia energética y a cada una de las otras variables ambientales. Si los componentes constructivos que se fabrican y/o comercializan no siempre conocemos su comportamiento físico y energético, como debiéramos proponer una primera versión de certificación y calificación. Si buscamos solo un modelo nacional o debemos buscar un modelo regional o sub continental.

En base a lo expuesto es de vital importancia realizar un análisis comparativo para tres tipos usuales de vivienda en el país en relación a los modos constructivos más difundidos, en base al cumplimiento de normas exigidas por leyes provinciales y una versión mejorada o recomendada de estas. Al finalizar tendremos una comprensión cabal del perjuicio que causa continuar por la senda convencional el construir viviendas y los beneficios que tendríamos al cumplir con leyes o superarlas.

Antecedentes del modelo de construcción en la región

En mayor o menor medida el hábitat construido en la Argentina se ha desarrollado con pautas de diseño tecnológico definidas a partir de la sanción de la Ley Nacional 13064 de 1947 sobre Obras Públicas en General, junto a todas sus modificaciones en el tiempo. Estas modificaciones a la Ley y a sus decretos reglamentarios se centraron principalmente en cuestiones económicas y administrativas no así en actualizar el "modelo tecnológico en la construcción de edificios" para que incluya la eficiencia energética y el uso racional de la energía. En general en los modelos de Pliegos de Bases y Condiciones en la sección "Especificaciones Técnicas" se describe lo que conocemos como "*Construcción Tradicional*" también llamado "*Construido según las reglas del arte de la construcción*".

En el caso de la Provincia de Buenos Aires en 2003 se sancionó la Ley 13059 que recién fue reglamentada en 2010 mediante Decreto 1030. En ciudad de Buenos Aires se sancionó la Ley 4458 en 2012 que fue vetada parcialmente y no se reglamentó. Los Códigos de Edificación prácticamente no hacen mención a mejoras en la calidad térmica de la envolvente salvo la Ciudad de Rosario. En este escenario puede afirmarse que prácticamente en todo el país los edificios no cumplen normas de eficiencia energética o incluyen mejoras en la calidad térmica de su envolvente.

A pedido de la entonces Secretaría de Energía de la Nación que en 2009 visitaron el Subcomité de Acondicionamiento Térmico de Edificios de IRAM (Instituto Argentino de Normalización) y se solicitó la creación de una norma de etiquetado de edificios. En menos de un año se aprobaba la Norma IRAM 11900 sobre “Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente.” Norma que en este momento ha pedido de la Subsecretaría de Eficiencia Energética de la Nación y el INTI se encuentra en revisión en su Esquema 1. La futura norma 11900 contemplará el gasto de energía en calefacción y en refrigeración, el uso de sistemas pasivos de acondicionamiento térmico, uso de agua, entre otros. No se ha consensado el peso de cada variable. Volviendo a la vigente, esta fue desarrollada a partir de un modelo térmico simple aplicado a edificios y tomando como referencia un indicador de una norma antigua se adoptó el coeficiente tau de la Norma IRAM 11625 sobre “Riesgo de condensación en paramentos”. Este indicador expresado en grados Celsius expresa la temperatura de la superficie interior de muros, techos, pisos y aberturas y es a su vez expresión del nivel de aislamiento térmico que estas posean.

Se consensó una temperatura interna de confort de 20°C que además se relaciona con las transmitancias térmicas K Nivel B de la Norma IRAM 11605 adoptadas por el Decreto Reglamentario 1030/10 de la Ley bonaerense 13059/03 y la Ley 4458/12 de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. A su vez el modelo energético de la Norma IRAM 11604 incluido en las citadas leyes utiliza el Nivel B.

Con esas referencias se consensó una escala de 1°C para el Etiquetado calidad A y 4°C para el etiquetado calidad H con pasos de medio grado. En los ejemplos elaborados durante la discusión de la Norma 11900 se mostró que prácticamente de aplicar a todo lo construido en el país sería calidad H o menor que H con valores de tau entre 4°C y hasta 6 u 8°C. Si se aplicaran las leyes mencionadas los edificios tendrían etiquetado entre C y E e implicaría un ahorro de la demanda energética de estos entre 30 y 35%.

Lamentablemente no se implementó por múltiples razones hasta la fecha, sean las leyes o la Norma de Etiquetado de Edificios. Una Norma de Etiquetado no obliga al cumplimiento de ningún nivel de eficiencia en particular solo expone el grado de ineficiencia relativa. Pero esta exposición delata la conciencia energética del constructor o desarrollador inmobiliario y quizá por esto se mantiene la resistencia.

A fin de clarificar el impacto energético y económico que significa la aplicación de estas normas, leyes y decretos se propone un análisis teórico para dos tipos de casas y un edificio de viviendas en altura. Y a estos se los materializa con tres escenarios tecnológicos. El primero ET1 con los modos usuales de muros en ladrillo hueco revocado, techos de losa y aberturas de aluminio con un vidrio. Un segundo escenario ET2 buscando cumplir con las leyes provincial y de la ciudad de Buenos Aires y un tercer escenario recomendado por los autores de este trabajo.

Evaluación tipos edilicios y sus escenarios tecnológicos

Basados en lo expresado previamente se propone la evaluación de tipos edilicios a fin de debatir las ventajas de contar con una envolvente mejorada y brindar antecedentes para una calificación.

Se proponen los siguientes escenarios tecnológicos aplicados a la región del área metropolitana de Buenos Aires (AMBA) que forma parte de la Zona bioambiental IIIb (IRAM 11603, Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina). Esto ya que para la realización de simulaciones energéticas debe establecerse un sitio de aplicación que luego puede ajustarse a otras ciudades de la Argentina.

	Muros	Techos	Aberturas
ET01	Construcción tradicional convencional resuelta con ladrillos huecos de 18x18x33 revocados en ambas caras. K= 2.10 W/m ² K	De hormigón armado macizo con contrapisos de pendientes y protecciones hidráulicas. K= 3.82 W/m ² K	De aluminio línea herrero de vidrio simple sin protección móvil (K= 5.86 W/m ² K o no clasificable IRAM 11507-4).
ET02	Construcción tradicional mejorada cumpliendo la Ley 13059/03 de la Provincia de Buenos Aires. Con agregado de 2,5 cm de aislante térmico. K= 1.0 W/m ² K, nivel B IRAM 11605	De H ^º A ^º macizo con contrapisos de pendientes, protecciones hidráulicas y 5 cm EPS tipo techo invertido ¹ K= 0.48 W/m ² K, nivel B IRAM 11605	De aluminio línea herrero de vidrio simple con cortina de enrollar plástica exterior o doble vidriado hermético DVH sin protección móvil. K= 3.50 W/m ² K o categoría K5 IRAM 11507-4
ET03	Construcción tradicional mejorada superando lo establecido en el decreto 1030/10 en lo que podemos llamar Nivel B+ (promedio entre Niveles A y B) de la Norma IRAM 11605. Implica resolución de muros con ladrillos huecos de 18x18x33 revocados en ambas caras con EIFS. Con 5 cm de aislante térmico. K= 0.52 W/m ² K	De hormigón armado macizo con contrapisos de pendiente, protecciones hidráulicas y 10 cm EPS tipo techo invertido. K= 0.24 W/m ² K, nivel B+	De aluminio con ruptura de puente térmico o PVC con DVH con cortina de enrollar plástica exterior o panel vidrio tipo DVH LowE sin protección móvil. K= 2.50 W/m ² K o categoría K4, IRAM 11507-4

Tabla 1: Descripción de soluciones constructivas para tres escenarios tecnológicos. Fuente: Elaboración propia.

Sin olvidar que el 40% de la población del país habita el AMBA y se consume más del 80% de la energía primaria. Como a su vez hay que optar por un lugar en particular se promedia la estación meteorológica más cálida que es Aeroparque con la más fría que es Ezeiza y la media aritmética se corresponde con el aeropuerto de La Plata. Se adopta esta estación y los datos homologados que se obtienen de la norma IRAM 11603.

Parte de la envolvente	Escenarios tecnológicos – transmitancias térmicas en W/m ² K		
	ET01	ET02	ET03
	Convencional	Ley 13059/03	Recomendado
Muros	2.10	1.00	0.52
Techos	3.82	0.48	0.24
Ventanas	5.86	3.50	2.50
Puertas	5.86	3.50	2.50
Número de renovaciones aire por hora	2	1.2	1

Tabla 2: Resumen valores calidad de envolvente. Fuente: Elaboración propia.

¹ Techo invertido: se refiere a una forma de aislamiento térmico donde el aislante va sobre la protección hidráulica (membrana) usualmente simplemente apoyado sobre esta y protegida del sol con canto rodado o baldosones de concreto.

Las diferencias en las tasas de renovaciones de aire se dan en el uso de carpinterías de aluminio línea herrero que corresponden a categoría A1 IRAM 11507-1 con un caudal de aire por metro de junta mayor que 4,01 hasta 6,00 m³/h.m y aplicando la expresión de la IRAM 11604 para cálculo de la tasa de renovaciones N para el ET01. Para el ET02 se adopta la categoría “mejorada” A2 IRAM 11507-1 con un caudal de aire por metro de junta mayor que 2,01 hasta 4,00 m³/h.m con el cual se obtiene un N teórico = 1.20. Para el ET03 se adopta la categoría “reforzada” A3 IRAM 11507-1 con un caudal de aire por metro de junta hasta 2,00 m³/h.m con el cual se obtiene un N teórico = 1.00.

En la práctica estimamos A1 es asimilable a carpintería corrediza de aluminio línea herrero, A2 a carpinterías de abrir de aluminio modelo A30 de “Aluar” o corrediza de PVC y A3 a líneas especiales de aluminio de abrir o PVC de abrir.

Como mencionamos antes, para la evaluación comparativa se estima a toda el área metropolitana en una estación meteorológica ideal que promedie las diversas estaciones y corresponderá al Aeropuerto de La Plata. Se simula² una semana de funcionamiento de invierno para obtener demandas calculadas de energía eléctrica y gas natural. Los valores de cargas térmicas mensuales y anuales luego pueden ajustarse para varias localidades del país mediante la Tabla 2.

Modelo regional de certificación

En la búsqueda de un modelo regional de certificación, deberíamos preguntarnos: a. qué peso le damos a la eficiencia energética y a cada una de las otras variables ambientales. Si sobre los componentes constructivos que se fabrican y/o comercializan en el país, no siempre conocemos su comportamiento físico y energético ¿cómo debiéramos proponer una primera versión de certificación y calificación?, y b. si buscamos un modelo regional o hasta nacional si deberán tenerse en cuenta aspectos regionales y que peso tendrán. Otro componente es el relacionado con la calidad relativa de nuestros instrumentos de regulación, en relación a otros países. En la figura 2 se muestra al indicador IDEcal³ comparando consumos de energía auditados en viviendas de cinco países y el nuestro. En nuestro caso, las viviendas que usualmente cumplan la Norma IRAM 11604, son comparables con las extranjeras con IDEcal=0,08 kWh/m²°D.año. La mayor exigencia la tiene Alemania con un IDEcal=0,023 kWh/m²°D.año, seguido por Francia IDEcal=0,071 kWh/m²°D.año. Para una Argentina “B” o las auditadas corresponde a nuestras viviendas sub climatizadas en temperatura o en su superficie habitable con un IDEcal=0,11 kWh/m²°D.año. Finalmente, Argentina “A” o ET01 sería si fijáramos el termostato de nuestras viviendas a 20°C lo que implicaría un IDEcal=0,32 kWh/m²°D.año.

Esto resulta de 40 años de falta de política energética con eficiencia energética edilicia, de no exigir el cumplimiento de normas y es el piso del cual debe partirse para mejorar globalmente el nivel de eficiencia energética de nuestro hábitat construido. Proponemos entonces para nuestro modelo otorgar los siguientes pesos, usando a LEED como modelo de referencia:

- Ubicación y Transporte (6 puntos),
- Sitios sustentables (5),
- Uso Eficiente del Agua (10),
- Energía y Atmósfera (55),
- Materiales y Recursos (14),
- Calidad Ambiental Interior (14),
- Innovación en el diseño (4) y
- Prioridad Regional (2).

² Se realiza un análisis energético con el programa AuditCAD. Czajkowski, 1999.

³ IDEcal: Coeficiente Indicador de Demanda de Energía específica en calefacción. Su unidad se expresa en kWh/m² °D.año. Czajkowski, 2012.

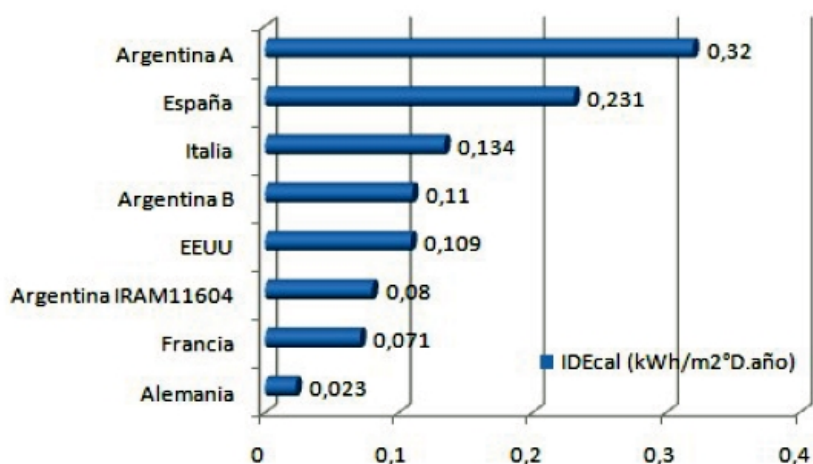


Figura 2: Comparación de la demanda de energía específica en calefacción (IDEcal), en viviendas tipo, en tres escenarios nacionales de consumo y casos de otros países. Fuente: Elaboración propia.

Si hacemos cumplir las leyes vigentes en Provincia de Buenos Aires y CABA, haría que un 50% del peso en una certificación regional tenga relación con la eficiencia energética del edificio, ya sea en la envolvente, como en su equipamiento energético. A partir de lo expuesto y habiendo valorado la potencia de nuestros instrumentos de regulación el nivel “certificado” implica cumplir con leyes vigentes en la región que nos llevaría a un IDEcal=0,08 kWh/m²·D.año solamente de demanda de energía en calefacción.

Aplicación a un caso de estudio

Proponemos una torre de viviendas exenta de dos departamentos por piso agrupados en 10 pisos en altura. Cada departamento tiene 98 m² de superficie cubierta útil y se los supone a todos calefaccionados. El área total a calefaccionar será de 1893.5 m² y por piso 189.35 m² con un volumen total de 5124.60 m³ y cada piso con una altura de local de 2,70m. Se analiza este en los tres escenarios tecnológicos propuestos y se simula su funcionamiento en 7 días de invierno, a nivel mensual y a nivel anual. Luego se obtienen indicadores energéticos a fin de comparar resultados. En la figura 3 se muestra documentación gráfica sintética del edificio mediante la planta de un piso tipo, una vista frontal que en el análisis se orientará al norte y un corte transversal del edificio.

En el caso Torre ET01 las mayores pérdidas serán por renovaciones de aire (43%) seguido de aberturas (25%), muros (20%) y techos (11%) siendo despreciable los pisos (1%). El coeficiente volumétrico de pérdidas térmicas en calefacción será de $G_{cal} = 1.63 \text{ W/m}^3\text{K}$. A nivel de demanda energética este edificio de viviendas para mantenerse a 20°C en el período frío del año requerirá 346600 kWh/año o 183.05 kWh/m²·año. Si hacemos la equivalencia en combustible para un sistema de calefacción usual con tiro balanceado se necesitarán 31890 m³/año de gas natural (16.84 m³/m²·año) o 24610 kg/año de GLP. Una simulación de una semana de uso en el mes de julio nos muestra una demanda de 2900 m³ de gas natural, más 3200 kWh de energía eléctrica de aportes internos para sostener la temperatura de termostato. Se obtienen los siguientes valores considerando ocupación por 80 personas y el aporte solar, con: 60003.90 MJ en gas natural, 11520.00 MJ en energía eléctrica, 2177.28 MJ en personas y 2087.41 MJ en aporte solar por vidriados. Podemos notar que un edificio en torre convencional e ineficiente que le corresponderá una etiqueta H (IRAM 11900) necesitará de un 79.2% aportado por el gas de red y el sol solo aportará el 2.8%. Recordando que los locales principales orientan al norte y poseen grandes ventanales.

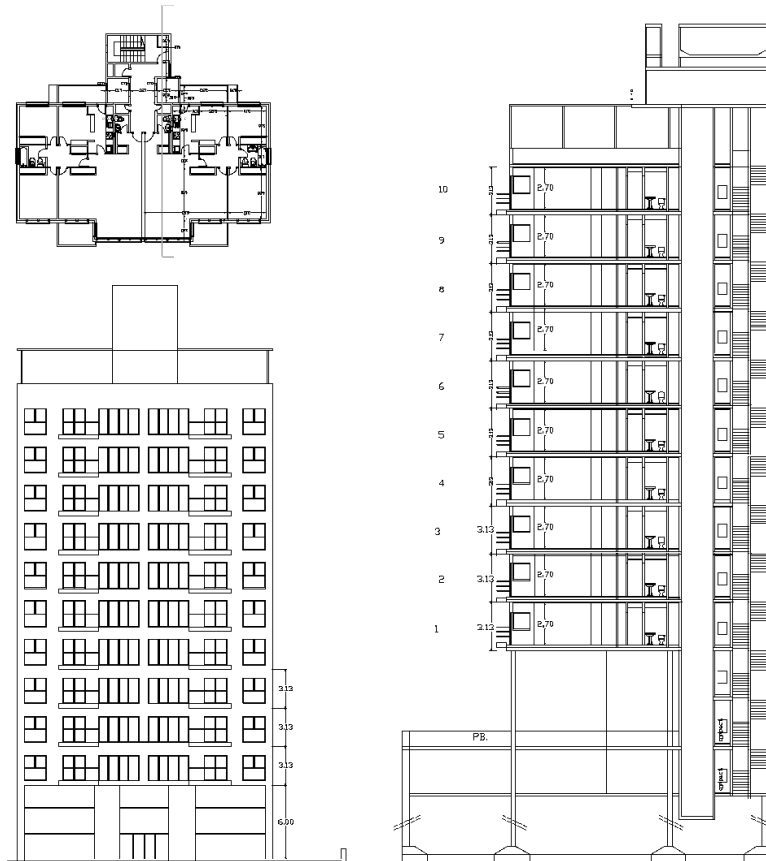


Figura 3: Documentación gráfica de la torre de viviendas. Fuente: elaboración propia.

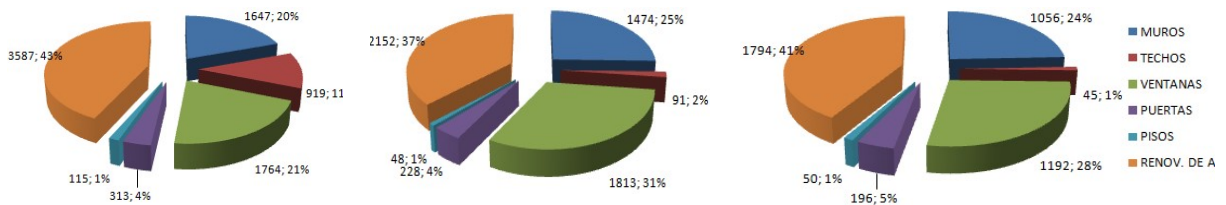


Figura 4: Distribución de pérdidas térmicas por envolvente en ET01 UA=8345 W/°C; ET02 UA=5806 W/°C y ET03 UA=4333 W/°C. Caso Torre ET03 Fuente: Elaboración propia.

En el ET02 las mayores pérdidas serán por renovaciones de aire (37%) seguido de aberturas (35%), muros (25%) y techos (1.5%) siendo despreciable los pisos (0.8%). El coeficiente volumétrico de pérdidas térmicas en calefacción será de $G_{cal} = 1.13 \text{ W/m}^3\text{K}$. A nivel de demanda energética este edificio para mantenerse a 20°C en el período frío del año requerirá 241200 kWh/año o 127.4 kWh/m².año. Si hacemos la equivalencia en combustible para un sistema de calefacción usual con tiro balanceado se necesitarán 22190 m³/año de gas natural (11.72 m³/m².año) o 17120 kg/año de GLP sin considerar el aporte del sol. Si consideramos la demanda pero incluyendo al aporte del sol al edificio esta se reducirá a 5710 m³/año en gas natural o 4410 kg/año de GLP. La simulación muestra una demanda de 1730 m³ de gas natural, más 3200 kWh de energía eléctrica de aportes internos para sostener la temperatura de termostato. También obtenemos los siguientes valores considerando ocupación por 80 personas y el aporte solar, con: 37795 MJ/7d en gas natural, 11520 MJ/7d en energía eléctrica, 2177 MJ/7d en personas y 2972 MJ/7d en aporte solar por vidriados. Podemos notar que un edificio que cumpla el Decreto 1030/10 le corresponderá una etiqueta E (IRAM 11900) requerirá un 68.2% aportado por el gas de red y el sol aportará el 5.7%. En síntesis notamos una mejora del 59% respecto al caso convencional ET01. Un el edificio materializado con el ET03 las mayores pérdidas serán por

renovaciones de aire (41.4%) seguido de aberturas (32%), muros (24.4%) y pisos (1.2%) siendo despreciable la pérdida por techos (1.05%). El coeficiente volumétrico de pérdidas térmicas en calefacción será de $G_{cal} = 0.85 \text{ W/m}^3\text{K}$.

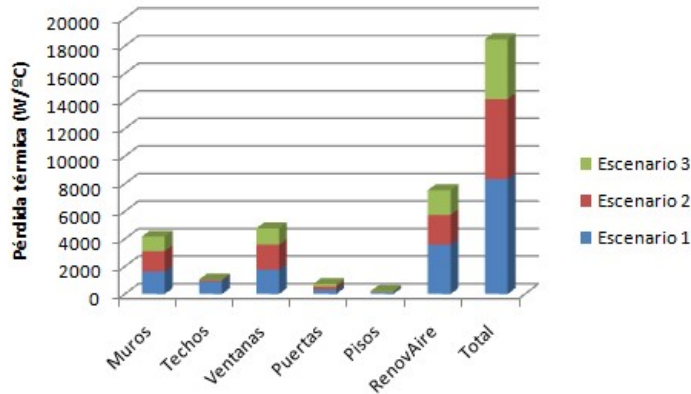


Figura 5: Comparación de mejoras térmicas en la envolvente de una Torre viviendas. Fuente: Elab. propia

A nivel de demanda energética para termostato a 20°C en el período frío requerirá 180000 kWh/año o $95.1 \text{ kWh/m}^2\text{.año}$. Si hacemos la equivalencia en combustible para un sistema de calefacción usual con tiro balanceado se necesitarán $16560 \text{ m}^3\text{/año}$ de gas natural ($8.75 \text{ m}^3\text{/m}^2\text{.año}$) o 12780 kg/año de GLP en caso de no considerar el aporte solar. En un hipotético escenario de tener todos los días soleados estos valores se reducirían a $1930 \text{ m}^3\text{/año}$ de gas natural o 1490 kg/año de GLP. La figura 5 muestra una comparación del edificio de viviendas materializado en los tres escenarios tecnológicos donde se ve claramente la importancia del aislamiento de muros y la calidad térmica de las aberturas.

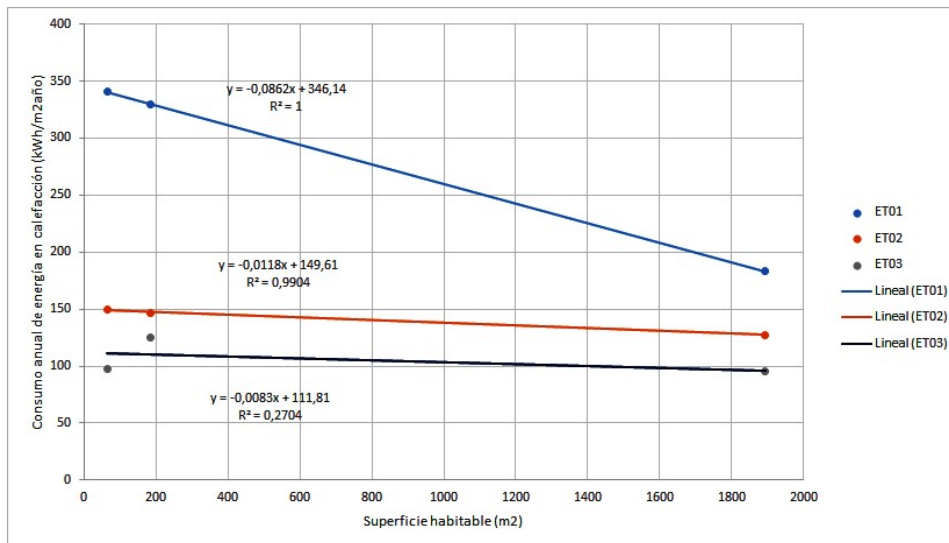


Figura 6: Comparación de escenarios tecnológicos en relación a la superficie habitable de tres tipos de vivienda y el consumo anual de energía en calefacción DE_{cal} para $1668 \text{ GD}_{(20^{\circ}\text{C})}$. Fuente: Elaboración propia.

Como síntesis la figura 6 muestra el resultado de aplicar un modelo de eficiencia energética en tres escenarios tecnológicos aplicado a tres tipos de vivienda con superficie creciente. El ET01 es el que surge del modo actual de construcción en el país y su muy alta demanda de energía para mantenerlos climatizados. Sirve a los fines de comparación. El ET02 es el exigido por leyes de la región ya tratadas y permite conocer la demanda de energía mediante la ecuación 1 y 2:

$$DE_{cal \text{ ET02}} = -0.0118 \times SH + 149.61 \text{ [kWh/m}^2\text{año]} - \text{Eq. 1}$$

$$DE_{cal \text{ ET03}} = -0.0083 \times SH + 111.81 \text{ [kWh/m}^2\text{año]} - \text{Eq. 2}$$

Puede fácilmente transformarse en IDEcal dividiendo a DEcal por los grados día en calefacción. Otro elemento a destacar es que el modelo actual sin eficiencia energética muestra el valor de la compacidad edilicia en viviendas agrupadas en un gran volumen. De aplicarse las leyes la compacidad no es tan importante ya que es reemplazada por una envolvente eficiente. Sea con una verificación de un proyecto en régimen estacionario o dinámico el IDEcal se muestra como un indicador fiable de eficiencia de la envolvente de edificios. La figura 6 es aplicable a toda la región y probablemente al país con más de 900 grados día de calefacción con base 20°C y se propone como indicador de eficiencia para "Energía y atmósfera" en la matriz de impacto.

CONCLUSIONES

Como tratamos la región o el país no cuentan con un sistema de certificación de la sustentabilidad edilicia. Los protocolos internacionales que están más difundidos en nuestro medio no consideran adecuadamente la eficiencia energética o poseen poco peso en su matriz, hecho que lo descarta para nuestra realidad energética. Se suma la alta ineficiencia energética en el parque edilicio de la región, el no cumplimiento de normas nacionales, aún con leyes reglamentadas hace difícil pensar en un escenario de mejora en el corto plazo. La comparación en tres escenarios tecnológicos, donde el primero es el vigente junto a dos con eficiencia energética creciente muestra un impacto positivo alto. Otros trabajos muestran que el sobre costo no es significativo y hay casos construidos que lo demuestran. Resta el compromiso político de aplicar eficazmente la ley y el compromiso ético de los profesionales de cumplirlo previo a que se implemente un sistema de certificación regional.

REFERENCIAS

- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) [<http://www.usgbc.org/leed>]
- Scofield, John H. (2009). "Do LEED-certified buildings save energy? Not really". *Energy and Buildings*. 41 (12): 1386–1390. doi:10.1016/j.enbuild.2009.08.006.
- Scofield, John H. (2013). "Efficacy of LEED-certification in reducing energy consumption and greenhouse gas emission for large New York City office buildings". *Energy and Buildings*. 67: 517–524. doi:10.1016/j.enbuild.2013.08.032.
- Newsham, Guy R.; Mancini, Sandra; Birt J., Benjamin (2009). "Do LEED-certified buildings save energy? Yes, but..." *Energy and Buildings*. 41 (8): 897–905. doi:10.1016/j.enbuild.2009.03.014.
- GBC France. (2015) International environmental certifications for the design and construction of non-residential buildings. The positioning of HQE certification relative to BREEAM and LEED. [https://plgbc.org.pl/wp-content/uploads/2015/07/2015_EN_France_GBC_study_HQE_LEED_BREEAM.pdf]
- Ley 13059/03 y Decreto Reglamentario 1030/12 de la Provincia de Buenos Aires. [<http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/l-13059.html>]
- Ley 4458/12 de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Normas de acondicionamiento térmico en la construcción de edificios. [<http://www2.cedom.gob.ar/es/legislacion/normas/leyes/ley4458.html>]
- Ley nacional de obras públicas 13064 [<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/35000-39999/38542/texact.htm> - acceso: 10/4/2017]
- Modelo de Pliego de bases y condiciones del EBY. [<http://www.eby.org.ar/licitaciones/licitaciones/Pliego-lp293.pdf> – acceso: 10/04/2017]
- Proyecto UNLP 11/U141: Certificación de edificios sustentables para la adaptación y mitigación del cambio climático- Director: Czajkowski, Jorge Co director: Gómez, Analía. LAyHS-FAU-UNLP
- Proyecto UNLP 11/U143: Plan de contingencia ambiental para bibliotecas, archivos y museos ante el cambio climático. Director: Gómez, Analía. Co director: Czajkowski, Jorge LAyHS-FAU-UNLP
- Czajkowski, Jorge (2012). *Eficiencia Energética Edilicia. Modelización y simulación mediante tipos y auditorías*. Edit. EAE. ISBN-10: 3847358723