

X Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura

“Tecnología y Políticas públicas”

29, 30 y 31 de agosto de 2018
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional de La Plata

creta



facultad de
arquitectura
y urbanismo



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Presidente Arq. Fernando Tauber

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

Decano Arq. Fernando Gandolfi

RED REGIONAL DE TECNOLOGÍA EN ARQUITECTUA

Director Arq. Gustavo Cremaschi
FAU - UNLP

X Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura : tecnología y políticas públicas / Carlos Gustavo Cremaschi ... [et al.] ; compilado por María Julia Pantaleon ... [et al.]. - 1a ed. - La Plata : Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 2018.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-950-34-1661-7

1. Arquitectura . 2. Tecnología. 3. Políticas Públicas. I. Cremaschi, Carlos Gustavo
II. Pantaleon, María Julia , comp.
CDD 720

ISBN 978-950-34-1661-7



UNIDADES ACADÉMICAS QUE INTEGRAN LA RED FUNDADORAS

ARGENTINA

Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Nacional del Litoral

Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste

PARAGUAY

Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte de la Universidad Nacional de Asunción

URUGUAY

Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República

UNIDADES ACADÉMICAS QUE INTEGRAN LA RED ADHERENTES

ARGENTINA

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Mar del Plata

Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Urbanismo de la Universidad Nacional de Rosario

Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán

BOLIVIA

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Mayor de San Andrés

LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA EDIFICACIÓN COMO POLÍTICA DE ESTADO

Eje 2: Tecnología para la construcción sustentable

Jacobo Guillermo José¹

Alías Herminia María¹

Coronel Gareca Carlos Alberto¹

¹Grupo de Investigación Aplicada de la Cátedra “ESTRUCTURAS II”, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia, Chaco, Argentina. estruct.dos@gmail.com ; gjjacobo@arq.unne.edu.ar ; heralias2001@yahoo.com.ar ; elarqcarlos@hotmail.com

RESUMEN

El crecimiento natural de la población demanda la concreción de nuevas edificaciones para diferentes usos (vivienda, trabajo, servicios, etc.), que deberían contemplar la problemática del siglo XXI: el uso eficiente de los recursos, como la ENERGÍA, que hace posible la vida y el desarrollo. La alta demanda de energía eléctrica de la Edificación en Argentina se debe a la necesidad primordial de satisfacer sus funciones básicas de habitabilidad higrotérmica, que se manifiesta con mayor intensidad durante los períodos climáticos críticos. En los últimos 40 años tuvo lugar un proceso de urbanización acelerado, con crecimiento edilicio cuantitativo, que cualitativamente presenta deficiencias importantes desde el punto de vista de la habitabilidad, en relación con la tecnología de la construcción. Argentina ha devenido en un país dependiente de la importación para producir energía, la cual se destina entre un 35% a un 50% a la edificación según zona geográfica y climática: desde el 2003 se han exportado cerca de US\$10 Mil Millones anuales para adquirir Gas Natural y Petróleo. El 66% de la energía eléctrica generada proviene de fuentes fósiles. 32% tiene origen en nuclear e hidráulica. La oferta de energía “limpia” no cubre actualmente el 2% de la demanda total y para el 2050 alcanzará solo el 10% de la demanda total. Argentina se beneficiaría con una política de estado nacional que aliente la materialización de edificaciones energéticamente eficientes que contemplen calidad habitacional de los usuarios. La Energía como factor de diseño de la Tecnología de la Construcción resulta fundamental para garantizar la calidad de vida de los habitantes, a través del acondicionamiento natural y la protección de los espacios interiores edilicios.

PALABRAS CLAVES: ENERGÍA - TECNOLOGÍA - CONSTRUCCIÓN - NORMATIVA

1. INTRODUCCIÓN

La población de Argentina fue de 43,6 millones de habitantes en el 2016 (www.datosmacro.com/demografia/poblacion/argentina). Debido al crecimiento anual acumulativo del 1,12% se estima que para el año 2050 alcanzará los 50 millones de habitantes. Al 2016, el 90% de la población regional habitaba en zonas urbanas (para el 2050 será casi el 95%). Según los datos del INDEC (2010), al año 2010 existían 11,32 millones de viviendas (13,5 millones de viviendas al 2018). Considerando los edificios *destinados a funciones no residenciales*, se estima un parque edilicio argentino total de 20 millones de unidades construidas y en servicio (25 millones al 2050),



que demandan energía eléctrica para ser vividas y utilizadas para satisfacer las necesidades para las que fueron construidas. Según la Norma IRAM 11.603 (INTI, 1996), el territorio argentino se encuentran dividido en seis *Zonas Bioambientales*, desde la “Muy Cálida” al Norte y Noreste a la “Muy Fría” al Sur, con una superficie total de 3,76 millones de km², con una densidad poblacional bruta de 16 hab./km², que no refleja el fenómeno real de urbanización de la población, la cual se encuentra concentrada principalmente en la *zona Central* (Córdoba, Santa Fe, Buenos Aires y Entre Ríos) y en la *Norte y Noreste* (principalmente en Salta, Tucumán, Santiago del Estero, Chaco, Corrientes y Misiones). Esta dispersión poblacional urbana en un amplio territorio, con diferentes realidades climáticas regionales y locales, no está contemplada por el Estado Argentino en el marco legal y normativo técnico vigente, en cuanto a **las diferencias en la relación existente entre la Energía Final consumida, el Acondicionamiento Ambiental de los espacios interiores de los edificios, las Condiciones de Habitabilidad Higrotérmica de la Edificación y la Tecnología de la Construcción utilizada.**

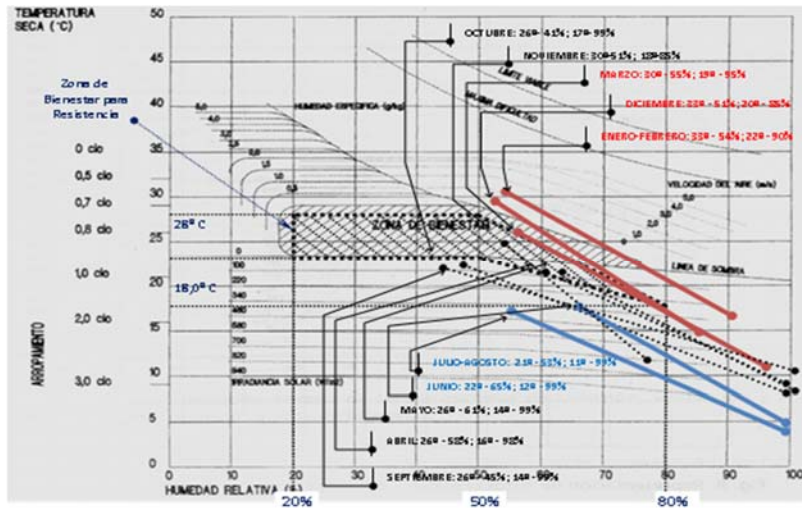


Fig. 1: DIAGRAMA DE OLGAY para las ciudades de Resistencia y Corrientes del NEA: las condiciones climáticas naturales se encuentran en un 90% fuera del Área de Habitabilidad con Bienestar Higrotérmico. Fuente: JACOBO & ALÍAS. 2015, 2016 y 2017.

Dentro de la serie de normas 11600 del IRAM (serie de habitabilidad higrotérmica y acondicionamiento y aislamiento térmico), estos factores NO están abordados integralmente (tan sólo la norma IRAM 11603 aborda una clasificación bioclimática del país, brindando recomendaciones muy generales de diseño edilicio para cada zona). *Las normas técnicas vigentes, por otra parte*, responden al carácter de “recomendaciones”, ya que no son obligatorias al no estar avaladas por leyes. En el caso de la zona Bioambiental I, “Muy Cálida” (noreste del país), y ante el comprobado “cambio climático global”, la estación estival supera ampliamente los tres meses teóricos de duración. Las condiciones climáticas de verano se extienden desde principios del mes de Noviembre hasta bien entrado el mes de Mayo del siguiente año, lo que extiende hasta seis meses el período de temperaturas promedio de 30° C y superiores. Estos valores están acompañados de niveles de humedad relativa promedio de 50%-60% o superior. La situación climática descrita se sintetiza en el *Diagrama de Olgay* (figura 1), para caracterizar el clima del sitio geográfico en relación con las condiciones de bienestar higrotérmico de los habitantes, donde se observan las condiciones climáticas mensuales ejemplificadas para dos ciudades del NEA (Resistencia y Corrientes), de las cuales, sólo en breves períodos, el clima regional se ubica dentro del área de bienestar humano, mientras que en el 90% restante del tiempo del año, el clima regional resulta difícil para el desarrollo de las actividades del “habitar” en los edificios si se los utiliza bajo condiciones climáticas naturales (JACOBO & ALÍAS, 2016 y 2017). El *Diagrama de Olgay*



indica que durante el período estival se debe incorporar movimiento del aire en los espacios interiores de los edificios, en cambio, en el período invernal se debe incorporar radiación térmica. En ambos períodos anuales, esto se logra de manera *artificial*, mediante *consumo de energía eléctrica*. Las condiciones climáticas se tornan críticas para el desarrollo normal de las actividades humanas en los espacios interiores de los edificios, lo que redundará en el hecho de que la calidad de vida de los habitantes (cerca del 80% de la población urbana regional), depende de la posibilidad de hacer uso de *equipamientos electromecánicos de climatización artificial*. La alta dependencia de la energía que tienen los edificios *regionales* es consecuencia de su *irregular ideación y concreción* (proyecto, dirección y ejecución), pues no se consideran inicialmente las *condiciones de habitabilidad necesarias* como “*factor de diseño*”. Así, el alto consumo de energía eléctrica final se concentra principalmente en la climatización de los espacios interiores regionales (figura 2).

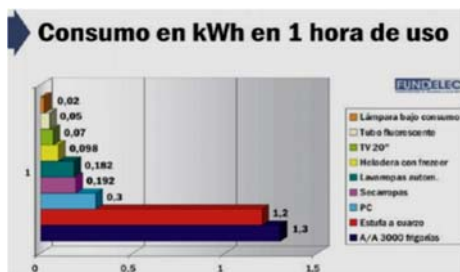


Fig. 2: Consumos de energía eléctrica en los edificios en Argentina. Los rubros de climatización artificial en los espacios interiores de los edificios son los que más demandan energía eléctrica final. Fuente: FUNDELEC, 2011.

La *Fundación para el Desarrollo Eléctrico* (FUNDELEC, 2011) estimaba que antes del año 2013 se encontraban instalados 3 millones de equipos electromecánicos de climatización artificial para los edificios en Argentina. Además, se determinó que en el período 2010-2014 se vendieron 4 millones de dichos equipos. Se estima que al 2018, se encuentran en servicio en Argentina cerca de 10 millones de equipos electromecánicos de climatización artificial para los edificios, con un promedio de *un equipo electromecánico de climatización artificial cada cuatro personas o por familia promedio*.

2. DESARROLLO

Dos factores influyen sobre el habitante y su grado de bienestar en los edificios:

FACTOR METABÓLICO (JACOBO, 2015 y 2016), el cuerpo humano posee una temperatura interna promedio de 36° C. Es en “*la piel*”, donde se efectivizan los procesos de transferencia de energía (conducción, radiación y convección) mediante *mecanismos metabólicos autónomos* (vasoconstricción y vasodilatación de arterias que regulan el flujo de sangre, así *el calor interior corporal se transmite aire que lo rodea*). En el caso de no poder concretarse, cuando el aire circundante posee una temperatura superior o igual a la corporal, se producen descompensaciones orgánicas internas, que hasta pueden causar la muerte. En período invernal la situación es inversa. La situación corporal humana adecuada es la de *habitar en un clima interior “neutral”*, donde las transferencias de energía entre el cuerpo humano y su medio circundante inmediato se realizan sin sensaciones orgánicas negativas, lo que se denomina *sensación de bienestar higrotérmico*.

FACTOR EDIFICIO (JACOBO, 2016 y 2017), los edificios, como función esencial, deben poder generar protección con sus elementos de cierre perimetrales (paredes, techos, carpinterías, etc.) ante el clima natural, además de garantizar seguridad, privacidad, comodidad, etc. *La protección climática* se garantiza con cierto grado de control sobre las precipitaciones, radiación solar (energía térmica) y el viento (aire con humedad, polvo y temperatura), factores que simultáneamente



transmiten energía térmica. Estos factores son controlables, en buena medida, por medio de envolventes constructivas edilicias que posean *adecuadas "resistencias"* al paso de la energía (pérdidas y/o ganancias desde el interior o desde el exterior). También son controlables por medio de otros factores y estrategias de diseño (orientaciones, sombreadamiento, disposición de las áreas vidriadas, estudio de la inercia térmica, entre otros). En el caso de que un determinado diseño tecnológico redunde en la construcción de elementos perimetrales que no posean la adecuada resistencia térmica se produce el fenómeno físico de la *excesiva transmisión de energía*, que se mensura a través el coeficiente de "*Transmitancia Térmica*" ("*K*" o "*U*", en W/m^2C). Cuanto menor es la *resistencia térmica perimetral* de un edificio, mayor es la *Transmitancia Térmica* (mayores son las cantidades de energía térmica que se transmite a los espacios interiores o desde ellos). Por otra parte, el fenómeno conocido como "*isla de calor*", que se refiere al calentamiento del aire ubicado sobre un área urbana (la alta densidad edilicia en un área urbana, la falta de zonas verdes, pavimentos impermeables y el uso desenfrenado del automóvil incrementan la magnitud de este fenómeno), es notorio cuanto mayor es la urbe e incrementa el valor de la temperatura del aire urbano con respecto a los valores registrados e informados por el *Servicio Meteorológico Nacional* (que cuenta con instalaciones en sectores naturales y ventilados de las periferias urbanas). La *ciudad de Resistencia* (Argentina) es un buen ejemplo, *sustancialmente más caliente que la de Corrientes* (Argentina), ubicada a la vera del *Río Paraná* (que se comporta como un regulador térmico natural). En las ciudades *continentales* respecto a su ubicación geográfica, como Resistencia, el valor de la temperatura del aire urbano puede alcanzar los 45° a 50° C en los días críticos de verano (el SMN registra 38° C a 42° C). Según la conformación de las pieles de los edificios (color, rugosidad, porosidad, forma, sombreadamiento, superficies opacas, rugosas, etc.) la temperatura del "*aire de la capa límite*" (a distancia que no supera 3 mm del volumen del edificio), puede alcanzar valores mayores, de 55° a 70° C, que es el valor que se transmite a los espacios interiores de los edificios, a través de la piel constructiva (muros, techos, ventanas, etc.) del edificio.

El fenómeno de **transferencia de energía térmica que tiene lugar en todos los edificios existentes**, depende en mayor o menor medida de la *resistencia térmica de su envolvente constructiva*, que en última instancia **depende de la tecnología de la construcción utilizada**. Vale comentar que en los últimos 100 años en Argentina tuvo lugar una evolución de la tecnología de la construcción para materializar los edificios en zonas urbanas y no urbanas (figura 3).



Fig. 3: Ejemplo de la evolución en los últimos 100 años de la edificación argentina: de construcciones con adobe y madera (izquierda) a las de cerámicos huecos, chapas y vidrio (derecha). *De altas a bajas resistencias térmicas perimetrales de la edificación*. Fuente: JACOBO, 2016 y 2017.

La evolución tecnológica referida pasó desde los edificios con *resistencias térmicas perimetrales con valores altos*, como las edificaciones construidas con *adobe* y *madera* (figura 3, izquierda), cuyos *coeficientes de conductividad térmica* (λ) varían de 0,60 a 0,80 m^2C/W , a otra concepción (a partir de aproximadamente 1960-1970) basada en el uso de otros materiales de construcción con valores más elevados de " λ ", de 50 a 200 m^2C/W , (figura 3, derecha), como los metálicos (chapas, perfiles hierro, aluminio, etc.), hormigones, mezclas cementicias, etc., los que permiten una veloz



transmisión de energía térmica de una cara a la otra de la piel de los edificios. Este devenir tecnológico de la edificación argentina acompañó paralelamente a un *proceso de masificación de la edificación debido a la implementación de políticas de soluciones habitacionales*. Además, la expansión comercial inmobiliaria en los últimos 30 años, generó la ejecución masiva de edificios en altura, que determina grandes superficies construidas expuestas a factores climáticos extremos. El inicio del lento cambio de uso de tecnología de la construcción data aproximadamente en 1972, cuando se reglamentó el FONAVI, para la ejecución masiva de conjuntos habitacionales. En cuanto a calidad constructiva de los edificios construidos, la tecnología empleada por el FONAVI es la debilidad del sistema edilicio argentino. Lo que se denominaba “*El Arte del Buen Construir*” fue paulatinamente reemplazado, principalmente debido a sus costos mayores y mayor tiempo de tiempo de ejecución, por la tecnología de la construcción actualmente denominada comercialmente y culturalmente como “*tipo FONAVI*” (Figura 4), caracterizado por su elevada transmisión de la energía térmica.



Fig. 4: Edificios en Altura en Argentina: hasta 1960 perímetros portantes macizos (izquierda); Desde 1970, con esqueletos estructurales; Desde 1980 con cerramientos de ladrillos huecos y losas alivianadas (centro), bajo acciones climáticas naturales: temperatura del aire y viento. Cerramientos constructivos perimetrales (derecha), sin sellado de las juntas verticales de los mampuestos huecos, quedando secciones transversales con aire y solamente cubiertas por los revocos superficiales. Fuente: JACOBO, 2016 y 2017.

Aunque las normas técnicas del FONAVI, expedidas por el Estado Argentino, también contemplan y recomiendan la aplicación de la normativa relativa al acondicionamiento térmico en la edificación, contenida en la serie 11.600 del IRAM, no se verifica en muchos casos su observancia en la práctica en los conjuntos construidos. Este marco normativo regulatorio tampoco se encuentra incorporado como de cumplimiento obligatorio en los códigos de edificación ni reglamentos de construcción municipales de las ciudades del NEA. La normativa del IRAM establece tres niveles de calidad constructiva en relación a la *Transmitancia Térmica*, la superior u óptima “A”, muy adecuada para climas fríos por su alto nivel de aislación térmica y conservación de la energía térmica en los espacios interiores; la intermedia “B”; y la última o mínima “C”, que debería ser cumplimentada por todos los emprendimientos oficiales financiados por el estado argentino, principalmente por las operatorias estatales habitacionales (JACOBO & ALÍAS, 2017). Sin embargo, el 95% de la edificación ejecutada desde que se masificó la tecnología FONAVI (adoptada también por el mercado privado e inmobiliario de la construcción, desde cerca del año 1980), supera ampliamente el valor límite del nivel “C”. Esta situación del comportamiento energético de la edificación según el tipo de tecnología constructiva utilizada, se verificó en los diferentes estudios realizados sobre la edificación existente en el actual Campus-UNNE de la ciudad de Resistencia (ALÍAS et al, 2010; SUAREZ et al, 2016; VENHAUS HELD et al, 2016), donde se encuentran aplicadas diferentes tecnologías constructivas utilizadas en diferentes períodos de tiempo y circunstancias sociales y políticas (desde el inicio de los edificios destinados al “*Hogar Escuela*” -a principios de 1950- hasta la fecha, transcurrieron 70 años). La diferencia entre uno y otro tipo de solución técnico-constructiva



se basa en el nivel de capacitación de la mano de obra utilizada. La primera responde a la del tipo “artesanal” (con práctica continua y de larga data de una técnica exigente para manipular y elaborar el producto final), basado el dominio de la técnica constructivo del mampuesto cerámico macizo cocido fijado con mortero húmedo tanto en sus juntas horizontales como en las verticales, de manera de no dejar intersticios transversales a las secciones del cerramiento perimetral del edificio, para evitar que se conformen cámaras internas de aire. Esto llevaba a que los paramentos perimetrales resultaran superficies murarias monolíticas, a las que luego se les aplicaban terminaciones exteriores e interiores de varias capas, que conferían un muy buen desempeño, tanto mecánico como térmico. Además, se complementaba el trabajo de albañilería con las carpinterías de madera maciza (puertas y ventanas exteriores con maderas regionales semiduras), complementadas con la utilización de galerías externas, y también, con cerramientos de los vanos externos con postigones o celosías de madera maciza sobre las superficies vidriadas en las ventanas, las que generaban importantes sombreadamientos protectores de la excesiva radiación solar en la superficie vertical externa. Los techos se materializaban con características de “pesados”, pues se conformaban con tejas de adobe cocido sobre estructuras de madera maciza (cabreadas o vigas con entablonados superiores para apoyar el maderamen superior de fijación de las tejas). En otros casos, se materializaban las cubiertas con bovedillas de ladrillos comunes revestidos con capas de tierra de espesores importantes, para luego ubicar diferentes elementos de terminación y aislaciones hidráulicas en sus partes superiores. En los edificios en altura erigidos en Argentina hasta 1970, era normal ejecutar un sombreado de la losa superior por medio pilares de mampostería sobre los cuales apoyaban losetas premoldeadas, ubicadas con juntas abiertas entre sí, de manera que las precipitaciones fluyeran a los desagües inferiores y también conformaran cámaras de aire ventiladas sobre las losas. Con estas soluciones tecnológicas se retardaba el paso de la energía térmica generada por la continua e intensa radiación solar. Cuando se utilizaban chapas metálicas como recubrimiento superior, las mismas se ubicaban sobre importantes cámaras de aire ventiladas naturalmente. Todo esto confería una muy beneficiosa adaptación al clima regional, propiciando la generación de las condiciones adecuadas de habitabilidad higrotérmica para los habitantes. Así, la tecnología de la construcción generalizada en la edificación argentina en los últimos 40 años es el punto débil que afecta directamente al sistema energético nacional, pues *se masificaron los puentes térmicos y se redujeron las resistencias térmicas de las pieles envolventes de los edificios*, lo que determinó que la población debiera volcarse al uso masivo de equipos electromecánicos de climatización artificial, que funcionan mediante el consumo intensivo de energía eléctrica. **En períodos críticos climáticos, el uso masivo de climatización artificial, genera demandas picos de energía, que no es cubierta por la oferta de energía generada y distribuida.**

Se puede citar el caso del edificio del “*ExHogar Escuela*”, (ALÍAS et al, 2013), que en sus sectores originales (los más antiguos) durante períodos estivales críticos se comporta manifestando el “*efecto caverna*” dentro los espacios internos: el valor de la temperatura del aire interior es notoriamente inferior a la del exterior, lo que lleva a que la climatización artificial de estos espacios interiores sea la mínima necesaria. En cambio, en los edificios anexos al original, más nuevos y ejecutados en su mayoría con la tecnología “*Tipo FONAVI*”, se hace necesaria la climatización artificial continua e intensiva de los espacios interiores debido a las muy altas temperaturas del aire interior en épocas cálidas y muy bajas en épocas estivales, lo que se ha verificado de manera experimental, mediante relevamientos y monitoreos in-situ durante períodos estivales e invernales con actividades internas. Pero esta situación deficitaria no es exclusiva del NEA, sino que es una réplica de la nacional, por lo que *cuando se presentan períodos climáticos críticos, la población en general debe hacer uso de*



los equipos electromecánicos de climatización artificial de los edificios, pues se produce una demanda pico generalizada de energía, que supera notoriamente la oferta de generación y distribución nacional, que afecta también a la macroeconomía: Argentina debió exportar divisas en los últimos 15 años por valores anuales cercanos a los US\$10 mil millones, para importar combustibles fósiles (gas natural y petróleo), y desde el año 2003 ha perdido la autosuficiencia energética. Además, en los últimos años de subvenciones a las tarifas de los servicios públicos, llevaron a que se tergiversara el valor monetario y moral de los mismos, pues la “valoración subjetiva” de la energía eléctrica es un factor importante: se generalizó el uso masivo de equipos de climatización artificial con ventanas y puertas abiertas en los edificios, bajo la excusa que “la energía era muy barata”. Una situación más negativa es el robo de energía, mala costumbre que se ha hecho normal en la sociedad argentina, debido a una posición pasiva del mismo Estado argentino (figura 5).



Fig. 5: Publicación periodística que refleja los efectos sobre la sociedad del consumo masivo de la energía eléctrica en el NEA.

Para enfatizar la magnitud del problema nacional de consumo energético en la edificación argentina, vale comentar los resultados del *Censo Nacional* del año 2010, del que surgen las cantidades de unidades de viviendas que deben ser *saneadas y reemplazadas* (por ser inservibles para habitar): 4,5 millones de unidades al 2010 (con proyección al año 2020 de 5,5 millones de unidades). Los edificios calificados como “deficitarios” y los “irrecuperables”, tienen como características tecnológicas comunes negativas los *serios defectos en sus envolventes constructivas*, que fueron verificados por medio de un estudio realizado por la antigua *Secretaría de Vivienda de la Nación* (1990), mediante una auditoría realizada sobre 25 mil unidades de viviendas ejecutadas en diferentes operatorias oficiales del FONAVI y con no más de cuatro años de puesta en servicio

3. CONCLUSIONES

El consumo de energía final en distintos sectores (2010-2016) es de 55 millones de Tep distribuida en un 35% promedio en el sector edilicio nacional, que se eleva entre al 50% los fines de semana (y al 80% cuando los fines de semana corresponden a períodos climáticos críticos). El sistema nacional de generación y distribución de energía eléctrica no tiene capacidad de cubrir la demanda y colapsa, manifestándose con cortes prolongados del suministro eléctrico, para perjuicio de toda la población. Argentina se encuentra al borde del colapso energético, y el funcionamiento de los edificios tiene buena parte de responsabilidad en el problema. Según lo expuesto sobre el *uso final de la energía eléctrica en la edificación*, se hace necesario que Argentina desarrolle e implemente una política de estado de que trascienda el mediano plazo.

Sin embargo, en el corto plazo se debe *iniciar un proceso de uso racional de la energía final*, sin afectar la calidad de vida de la población. Se podría implementar una política de estado para el parque edilicio erigido bajo los conceptos de:



- “**SANEAMIENTO ENERGÉTICO DE LOS EDIFICIOS EXISTENTES**”, pues solo en el NEA se han erigido cerca de un millón unidades habitacionales sociales desde 1973, (con tecnología tipo FONAVI), sin contar las del mercado inmobiliario privado, que podría duplicar el campo total de intervención necesaria. El saneamiento implica también una previa calificación energética del parque edilicio construido, a partir del relevamiento de la situación, lo que requiere también una actualización del marco técnico-legal.
- “**DISEÑO DE LOS EDIFICIOS A CONSTRUIR, OPTIMIZADO ENERGÉTICAMENTE**”, para las obras nuevas dentro del territorio regional, tanto en emprendimientos privados como del estado.

El objetivo es que la climatización artificial de los espacios interiores de los edificios deba ser activada sólo cuando sea estrictamente necesaria, y no continuamente. Actualmente, por los problemas y deficiencias expuestos, se utilizan continuamente las instalaciones de climatización artificial, aunque las condiciones climáticas externas no alcancen situaciones críticas. Esto significa que los equipos electromecánicos de climatización deberían activarse en los edificios sólo cuando los espacios interiores de éstos superen los límites del *área de bienestar higrotérmico* (JACOBO, 2001) para los usuarios (en el caso del NEA, sólo a partir del momento en que la temperatura del aire interior supere un valor máximo de 28° C en verano o sean menores a 18° C en invierno). Con la puesta en práctica masiva de estos objetivos, sería posible *una reducción sustancial del consumo de energía eléctrica final, con valores de hasta un 30%*, según experiencias realizadas en los resultados de los trabajos de investigación desarrollados, así como también según experiencias internacionales. Para alcanzar este objetivo se hace necesario *concretar una práctica social activa*, como la que aplica la *Unión Europea*, donde el Estado es el principal protagonista en la divulgación, implementación y control de la observancia de dicha práctica por parte de la población. **El desafío es equilibrar la demanda con la oferta de energía eléctrica final, lo que permitiría asegurar una provisión continua del servicio energético a toda la población**, como así también una reducción de la facturación a cada usuario. Además, al existir una reducción masiva de la demanda energética, si existiera sobrante de la oferta, el mismo podría ser redireccionado a emprendimientos productivos provinciales, con tarifas adecuadas al efecto de financiar la creación de puestos de trabajo, especialmente en la PyMES. De continuarse con la situación actual, sin políticas de estado para afrontar el problema, los estudios macroeconómicos realizados indican que las inversiones necesarias para generar y distribuir mayores volúmenes de energía por el sistema interconectado nacional, implicarían inversiones que el estado argentino no se encuentra condiciones de asumir (figura 6, izquierda).

El sistema interconectado nacional de distribución de la energía eléctrica requiere elevadas inversiones para su mejoramiento y ampliación (figura 6, izquierda), constituyendo el otro punto débil de la oferta irregular durante los períodos climáticos críticos. Aunque el estado nacional ha iniciado una política ambiciosa de generación alternativa de energía eléctrica desde el año 2016, explotando fuentes renovables eólicas y solares, con grandes inversiones en los dos últimos años, el resultado esperado es cubrir el 2% de la demanda general actual y no llega al 10% del total de energía final demandada para el 2050. El 90% de la energía demandada se generaría con recursos no renovables y con altos costos macroeconómicos y ambientales. **La situación actual es crítica en cuanto a la oferta y a la demanda de energía final** (figura 6, derecha).

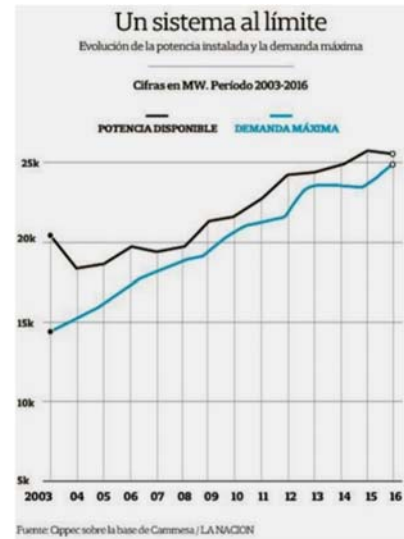


Figura 6: inversiones necesarias (izquierda) para equilibrar la oferta con demanda actual de energía final. Fuente: DALTO, 2016. Situación actual (derecha). Fuente: FERNANDEZ BLANCO, P., 2018.

Aunque a nivel nacional ya se han iniciado acciones técnicas y políticas concretas al respecto desde el año 2007, mediante el PRONUREE y las innovadoras disposiciones técnico-legales, puestas en prácticas en la Provincia de *Buenos Aires*, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y en la de Rosario (Santa Fe) *para lograr un uso eficiente de la energía en la edificación, cabe destacar que las acciones implementadas fueron cumplidas dentro de marcos legales obligatorios* (JACOBO & ALÍAS, 2016):

- **INCORPORACIÓN EN LOS CÓDIGOS DE EDIFICACIÓN MUNICIPALES** de las ciudades argentinas, de la obligatoriedad de presentación en la documentación técnica de los procedimientos de verificación detallados en la normativa técnica de IRAM-INTI de la serie 11.600.
- **CAPACITACIÓN A LOS AGENTES DEL ESTADO** de las áreas técnicas relacionadas con la construcción de edificios, quienes son los encargados de verificar, en la documentación técnica y en las obras en ejecución, el cumplimiento de las condiciones establecidas reglamentariamente.

Se debería avanzar hacia **un marco técnico-legal regional, acorde a la situación climática**, pues la existente es genérica, que permita concretar en un corto plazo el **etiquetado energético en la edificación de Argentina**. Cualquier electrodoméstico que se comercializa en el país lo posee. Sin embargo, la edificación no la contempla, aunque se encuentra en estudio un proyecto de etiquetado energético por parte del INTI. **Lo propuesto debería ser implementado en diferentes escalas y gradualmente, hasta cubrir el 100% de la edificación**. No se puede continuar en la senda actual, basada en el consumo masivo y descontrolado de la energía eléctrica final, pues es un recurso finito, dependiente de recursos naturales no renovables. **Los estándares de vida del siglo XXI no admiten que no exista consumo de energía: sin energía no existe el estado ni la vida en el siglo XXI**.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación de distribuidores de energía eléctrica de la República Argentina (2016), *Informes: Enero y Julio 2016*, www.adeera.com.ar/archivos/ADEERA-Informe-%20ene%2016.pdf
www.adeera.com.ar/archivos/ADEERA-Informe-R6-%20julio%2016.pdf



ALÍAS, ET. AL., (2010), *Aspectos del desempeño térmico del parque habitacional social de resistencia y corrientes*. En la XXXIII Reunión ASADES y XIX Encuentro IASEE, Instituto, INENCO-UNSa y CONICET, Cafayate, Salta, Revista "AVERMA" de ASADES., Volumen 14. ISSN: 0329-5184.

ALÍAS, H., ET AL. (2012), *Monitoreo y simulaciones de desempeño térmico de aulas de la Facultad de Arquitectura de la UNNE en días de verano y condiciones reales de uso*. En el XXXIV ASADES y el XX IASEE. FaCeNa-UNSE, Termas de Rio Hondo. Revista AVERMA. Vol, 15. ISSN 0329 5184.

ALÍAS, H., ET. AL. (2013), *Aplicación cualitativa de la termografía en el diagnóstico higrotérmico edilicio. Caso: sede de facultad de arquitectura-UNNE*. Presentado en la XXXVI ASADES y el XXII IASEE. FAU-UNT, Argentina. Publicado en ACTAS. Vol. 1. Año 2013. ISBN 978-987-29873-0-5.

CAMMESA (2018), *Informe de máximos históricos demandados de energía eléctrica en Argentina*, en el portal de internet de la COMPAÑÍA ADMINISTRADORA DEL MERCADO MAYORISTA ELÉCTRICO S.A. <http://portalweb.cammesa.com/default.aspx>

DATOSMACROS (2016), www.datosmacro.com/demografia/poblacion/argentina

DALTO, V. (2016), *Afirman de la necesidad de la eficiencia energética en Argentina*, Diario EL CRONISTA COMERCIAL del 26/08/2016, www.cronista.com/economiapolitica/Afirman-que-la-eficiencia-energetica-ahorraria-us-31.000-millones-en-inversiones-20160825-0048.html

FERNÁNDEZ BLANCO, P. (2018), *Advierten que se pagará un costo excesivo para salir de la crisis eléctrica*, Diario La Nación, 26/01/2018 www.lanacion.com.ar/2103911-advienten-que-se-pagara-un-costo-excesivo-para-salir-de-la-crisis-electrica

FUNDELEC (2011), *Informe sobre el CONSUMO HOGAREÑO DE ELECTRICIDAD Y SU IMPACTO Normas IRAM de Acondicionamiento Ambiental, EN LA TARIFA FINAL*, Mayo 2011, N° 31, www.fundelec.com.ar/informes/info0031.pdf

IRAM, "Serie 11.600.

JACOBO, G. (2001), *El confort en los espacios arquitectónicos del NEA*. Ediciones Moglia SRL,

JACOBO, G. & ALÍAS, H (2016) *1970-2016: Edificación No Sustentable en Argentina*. En el "XX Congreso Internacional ARQUISUR 2016 – Hábitat Sustentable", Universidad de Bio Bio, Concepción, Chile, ISBN: 978-956-9275-53-1

JACOBO, G. & ALÍAS, H. (Septiembre, 2017), *La eficiencia energética aplicada en la edificación de la provincia del Chaco como factor de desarrollo provincial*. En el "Congreso CONIE 2017 - Innovación para un estado al servicio del ciudadano", Instituto Provincial de Administración Pública del Chaco, Casa de las Culturas del Chaco, Resistencia, Chaco, Argentina.

SÁNCHEZ, C. (2014), *Energiewende, la asombrosa reforma eléctrica de Alemania para llegar a un escenario casi 100% renovable en 2050*. Revista "MERCADO ELÉCTRICO", www.energynews.es/energiewende-la-asombrosa-reforma-electrica-de-alemania-para-llegar-a-un-escenario-casi-100-renovable-en-2050



SUÁREZ, R., ET. AL. (2016), *La problemática higrotérmica de las carpinterías de edificios del nordeste argentino. Simulaciones con Therm 6.3*. En el “XX Congreso Internacional ARQUISUR 2016 – Hábitat Sustentable”, Universidad de Bio Bio, Concepción, Chile, ISBN: 978-956-9275-53-1

VENHAUS HELD, M., ET. AL. (2016), *Las envolventes constructivas en la construcción no convencional de edificios del Noroeste Argentino y el problema de los puentes térmicos. Simulaciones con Therm 6.3*. En el “XX Congreso Internacional ARQUISUR 2016 – Hábitat Sustentable”, Universidad de Bio Bio, Concepción, Chile, ISBN: 978-956-9275-53-1.

LINEAMIENTOS E INDICADORES PARA LA VALORACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EDILICIA, DE FACTIBLE INCORPORACIÓN A LAS NORMATIVAS DE EDIFICACIÓN VIGENTES EN RESISTENCIA Y CORRIENTES

Eje 2: Tecnología para la construcción sustentable

Romano Pamies Carla¹

Alías Herminia María²

Jacobo Guillermo José³

Equipo Investigación cátedra Estructuras II - Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional del Nordeste, Argentina, ¹romanop.carla@gmail.com; ²heralias@arq.unne.edu.ar; ³gjjacobo@arq.unne.edu.ar

RESUMEN

Este trabajo, que aborda el tema de la edificación sustentable en las localidades de Resistencia y Corrientes (capitales de las provincias de Chaco y Corrientes, respectivamente, en la región Nordeste de Argentina –NEA-), propone una herramienta de diseño a partir del desarrollo de un *Sistema de Indicadores* con el que se pueda evaluar el grado de sustentabilidad y eficiencia energético-ambiental de un proyecto arquitectónico, o bien de edificios ya construidos, a los que se pueda proponer alternativas de intervención que mejoren sus condiciones. Dicha herramienta podría incorporarse a las normativas edificatorias municipales locales.

Se siguió una metodología que involucró dos etapas: la primera consistió en un análisis y diagnóstico de antecedentes y experiencias en diferentes sitios a escala mundial, llegando finalmente a nuestra región NEA, estudiando los parámetros de sustentabilidad edilicia más influyentes en la actualidad. Este análisis constituyó la base sobre la cual se realizó, en la segunda etapa, una propuesta tentativa y regionalizada de *indicadores locales de sustentabilidad edilicia*, pretendiendo que los mismos constituyan la base de un sistema de verificación y evaluación factible de incorporarse a la normativa que regula la documentación técnica básica de los legajos de obras (nuevas o de remodelaciones, refacciones y/o ampliaciones). Se trató de lograr una herramienta útil de diseño arquitectónico que pueda ser incorporada y exigida por las reglamentaciones edificatorias de nuestras localidades.

Los criterios locales de sustentabilidad edilicia fueron propuestos tomando como base los ejemplos analizados. Paralelamente se realizó un análisis de la realidad local en cuanto a la edificación y de las normativas edificatorias y constructivas vigentes (*Reglamento General de Construcciones*, en Resistencia y *Código de Edificación*, en Corrientes), con el objetivo de verificar en ellas la existencia de cuestiones referidas a la vigencia de parámetros de sustentabilidad, habiéndose detectado que que las mismas no tienen actualmente contenidos efectivos respecto a este tema.



Se detectó, en general (tanto a nivel nacional como regional y local) una ausencia del Estado para promover políticas que avalen, entre sus instrumentos legales, a normativas que establezcan una regulación tendiente a fomentar una construcción sustentable.

PALABRAS CLAVES: SUSTENTABILIDAD - SISTEMAS NORMATIVOS - ARQUITECTURA - CLIMA - EFICIENCIA AMBIENTAL/ENERGÉTICA

1. INTRODUCCIÓN

Se estima que una de las situaciones que más afecta a las edificaciones actualmente (con fuertes repercusiones en el déficit energético) es su falta de adaptación al ambiente en general, y al clima en particular, muy cálido y húmedo en la región NEA. Ello produce una serie de efectos que inciden directamente en el bienestar y en la calidad de vida de las personas que habitan estos edificios, que recurren (cuando sus posibilidades económicas lo permiten) al uso muy intensivo de artefactos de climatización electromecánicos, buscando su bienestar.

Se hace hincapié en la problemática de la adaptación de los edificios al ambiente, pero desde el punto de vista del ámbito de las normativas edilicias locales (municipales) de diseño y construcción, para la implementación en ellas de criterios de verificación de la sustentabilidad ambiental y energética, bajo la premisa de incorporarles la valoración del uso de las energías alternativas en los edificios (solar, por ejemplo), así como de los sistemas pasivos de adaptación al clima, y de otras disposiciones como la utilización de artefactos de bajo consumo en proyectos de arquitectura y en edificios (tanto nuevos como existentes). El hecho de que exista –y se actualice permanentemente– una reglamentación que exija ciertos parámetros de diseño y construcción sostenibles es de suma importancia para lograr, no solo una disminución del consumo energético, sino un mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

Uno de los objetivos del presente trabajo fue detectar y proponer parámetros de edificación sustentable regionales, pertinentes para su aplicación en edificaciones locales y proponer un *Sistema de Indicadores de Sostenibilidad en la Edificación*, como un instrumento de valoración del grado de sustentabilidad, o una guía orientativa para el diseño, construcción y uso sostenible, que permita prever ciertas condiciones y cuestiones ambientales no consideradas actualmente en la construcción ni en su normativa regulatoria.

Se entiende como eficiencia energética a toda adecuación de los sistemas de producción, o de transporte, distribución, almacenamiento y consumo de energía, orientada a lograr el mayor desarrollo sostenible, minimizando el impacto sobre el ambiente y optimizando la conservación de la energía en conjunto con la reducción de los costos. Dicha adecuación conforma en la Argentina “un componente imprescindible de la política energética y de la preservación del medio ambiente” (Decreto 0140/2007, Boletín Oficial N° 31.309, Ciudad de Buenos Aires).

La edificación sustentable, por su parte, consiste en lograr el máximo rendimiento en cuanto al uso y aprovechamiento de los edificios, logrando a la vez un mejoramiento de su calidad ambiental y mitigando los impactos ambientales negativos, mediante sistemas de adaptación, de control y con un mejor consumo de recursos y energía. Un edificio “sustentable” es un edificio cuyo diseño (incluyendo sus tecnologías y métodos constructivos) reduce el impacto negativo sobre el ambiente y sus habitantes. Si bien hoy en día el tema de la edificación sustentable es muy abordado a través



de diversos campos y enfoques (conocido con nombres variados, como Arquitectura Bioclimática, Ecológica, Verde, Energéticamente Eficiente, de Bajo Consumo, Sostenible o Sustentable, siendo este último término el más utilizado por muchos autores), la realidad es que no se lo tiene en cuenta a la hora de su puesta en práctica en el diseño y la construcción, quedando restringido sólo a consideraciones teóricas y declaraciones de intenciones, debido, entre otros factores, a que muchas veces no está incluido y respaldado por los instrumentos legales y normativos.

En los países desarrollados, los sistemas de evaluación y certificación de sustentabilidad de edificios se han convertido en una herramienta para lograr valor agregado y posicionamiento en el mercado inmobiliario. El desarrollo de este tipo de instrumentos contribuye a un proceso de diseño de edificios cada vez más consciente y respetuoso del medio y la situación en que se insertan. Repetir esta práctica en Argentina, y más concretamente en el NEA, requiere contar con un sistema de evaluación de edificios que tenga el respaldo y la obligatoriedad de aplicación dados por el aval normativo-legal, que se ajuste además a las condiciones y posibilidades sociales, ambientales y económicas locales. El proceso de desarrollo e implementación de sistemas de evaluación de sustentabilidad edilicia fueron el eje principal de redes de investigación y desarrollo, con énfasis en la última década, que se plasmó en foros internacionales y encuentros de gran convocatoria como *Sustainable Building –SB*, realizados en Maastricht 2000, Oslo 2002 y Tokio 2005- (Cabezón et al, 2007).

2. DESARROLLO

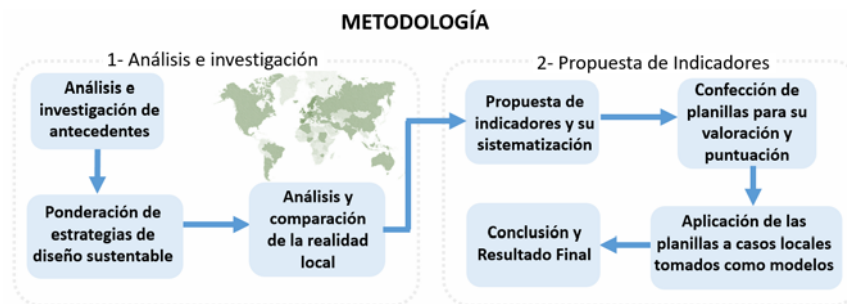


Fig. 1: Esquema de metodología de trabajo. Fuente: elaboración propia.

El trabajo se desarrolló en dos etapas (figura 1). La primera de ellas propuso un abordaje conceptual del análisis y diagnóstico de la sustentabilidad de la arquitectura y la construcción a nivel mundial, regional y local, y a su vez en una identificación y detección de las variables involucradas en la cuestión de la evaluación de la sustentabilidad edilicia en las normativas edificatorias vigentes en dos centros urbanos-cabecera del NEA: Reglamento General de Construcciones, en Resistencia y Código de Edificación, en Corrientes.

En la segunda etapa se elaboraron propuestas de indicadores, en base a las cuales se definieron posibles *criterios locales de edificación sustentable*, como base de lineamientos para una eventual incorporación en las normativas de la edificación de Resistencia y Corrientes (contemplando factores urbanos, socio-culturales, climáticos y económicos locales y regionales).



Rosario y Buenos Aires



2.1. Primera etapa, de análisis y diagnóstico

2.1.a. Análisis e investigación de antecedentes: Se tomó como base el estudio de los casos particulares más reconocidos aportados por experiencias en los distintos países del mundo, desde el punto de vista normativo, identificando la influencia de la aplicación de leyes, principios de evaluación, certificaciones y normativas vigentes en la eficiencia ambiental y energética en la edificación, y analizando la posible existencia de estos principios en normativas regionales del NEA.

De estos análisis surgió que, a partir de la importancia de la edificación sustentable, se han implementado variados sistemas de control ambiental (figura 2) que contribuyen a evaluar y mejorar la gestión energética e implementar medidas que ayuden a reducirlo. En Argentina es escasa la implementación de estas medidas en lo que hace a la aplicación normativa, aunque se pueden detectar algunos intentos referidos al tema.

Dentro de los antecedentes se detectaron diferentes metodologías, se realizó un relevamiento y recopilación de fuentes especializadas (páginas web oficiales de distintas instituciones reguladoras, evaluadoras y certificadoras, tipos de certificaciones, etiquetados edilicios, ordenanzas y normativas, y como complemento, congresos o asociaciones dedicadas a reducir el consumo energético, proyectos de investigación, publicaciones, etc.).

Fig. 2: Sistemas de evaluación de sustentabilidad analizados. Fuente: elaboración propia.

Se detectó que la implementación de sistemas de control ambiental mediante etiquetado edilicio ha tomado fuerza a fines del s. XX e inicios del s. XXI en países industrializados como USA (LEED), Reino Unido (BREEAM), Francia (HQE), Australia (GREEN STAR), Japón (CASBEE) y España (PAAEE), y también en algunos en vías de desarrollo, como Brasil (PEB, Geller et al, 1998; Lamberts, 2006), México (SEDUVI-INVI; CCA, 2007) y Chile (PPEE). Todos ellos impusieron principios de arquitectura sustentable, como medida contra los efectos negativos del cambio climático y las crisis energéticas (Blasco Lucas, 2008). Asimismo, se detectaron políticas de eficiencia energética implementadas por varios países de Latinoamérica, entre los que no está Argentina. Dentro del campo de los sistemas internacionales de evaluación de sustentabilidad, se analizaron las certificaciones mediante LEED y BREEAM (el criterio de selección se basó en la masividad de aplicación a nivel internacional, así como en el tamaño de las áreas geográficas de influencia, y en la detección de gran cantidad de casos analizados mediante ellos, incluso en Argentina y otros países de Latinoamérica):

- LEED (Leadership In Energy And Environmental Design): es un sistema de certificación creado por el U.S. Green Building Council (organización sin fines de lucro que promueve la sostenibilidad en el diseño, construcción y funcionamiento de los edificios en EE.UU.). Su aplicación, que es totalmente voluntaria, se inició en el año 1993, utilizándose en varios países desde entonces.

- BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) desarrollado por la organización BRE Global de Reino Unido (institución de gobierno de Reino Unido, que en la actualidad pasó a ser una entidad particular, dedicada a la investigación, asesoría y desarrollo de experiencias para sectores de la construcción y del entorno construido): es un método internacional que evalúa y certifica sostenibilidad ambiental de la edificación. Comenzó a desarrollarse en 1990 y hoy en día es uno de los más avanzados, con liderazgo a nivel mundial (junto con LEED), con alrededor de 541.000 edificios certificados en 77 países.



satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad. Se detectó que en ninguna de dichas normativas se incluyen exigencias referidas a estrategias pasivas de acondicionamiento ambiental tendientes a una reducción en la demanda de energía eléctrica para climatización (como la orientación, o la mejora de la resistencia térmica de la envolvente del edificio, o el sombreado de las áreas vidriadas en determinadas orientaciones) o estrategias energéticas activas (incorporación de instalaciones y sistemas mecánicos, incorporación de uso de energías no convencionales). Tampoco se caracterizan ni cuantifican otras exigencias básicas de sustentabilidad edilicia referidas a otros aspectos (como el uso del agua, de la iluminación artificial, del tipo de instalaciones - sanitarias, pluviales, eléctricas-, de las implantaciones, del tratamiento de residuos, etc.).

Además, se presentan algunos problemas para la aplicación directa de los principios y variables de la sustentabilidad ambiental y energética edilicia en las normativas locales de edificación, ya que la complejidad de los mismos hace que se necesite, por parte del profesional interviniente, un conocimiento adecuado de los temas y conceptos implicados. Por otro lado, es una realidad que actualmente resulta engorroso el procedimiento para tramitar y obtener un permiso de construcción ante los organismos pertinentes, por lo que se estima que el cumplimiento de los citados aspectos, que requeriría un aporte de documentación adicional para ser evaluada, complicaría (aún mas) toda la secuencia de tramitación para la aprobación del proyecto, a la vez que demandaría una capacitación específica de los cuerpos técnicos de los organismos involucrados en su contralor.

2.2. Segunda etapa, de propuestas y definición de indicadores

2.2.a. Propuesta de indicadores locales y su sistematización: En base al análisis anterior se estableció una propuesta de indicadores locales de edificación sustentable, que apunten a una mejora de los aspectos críticos y/o no contemplados en las normativas edificatorias analizadas de Resistencia y Corrientes, haciendo énfasis en las posibilidades efectivas de aplicación de los mismos. Se identificaron los temas y variables relativos a la sostenibilidad (figura 4), tomando como ejemplos de análisis algunos casos a nivel mundial. Se logró una definición de lineamientos generales, a partir del análisis de las estrategias de diseño que se detectaron en todos los casos analizados. Se obtuvo el siguiente listado de lineamientos básicos para la propuesta de indicadores:

- La planificación y/o consideración del sitio de manera sustentable; SITIO
- La conservación y el aprovechamiento de materiales y recursos; MATERIALES Y RECURSOS
- La configuración arquitectónica del edificio; FORMA Y DISEÑO
- Las envolventes propuestas para la protección en cuanto a aislaciones contra agentes climáticos y aprovechamiento de los recursos naturales; MATERIALIDAD O ENVOLVENTE
- El uso eficiente de la energía, y el uso de energías renovables; ENERGIA
- El consumo racional del agua como recurso; AGUA
- La disminución de residuos y emisiones; RESIDUOS Y EMISIONES
- El cuidado de la calidad ambiental interior; CALIDAD DE AMBIENTE INTERIOR
- El sistema de vegetación utilizada; VEGETACIÓN
- Consideración de los medios de transporte utilizados; TRANSPORTE.

Partiendo de este listado de lineamientos, se propuso una profundización en cada uno de ellos, para detectar su campo de aplicación específico, su influencia y la manera en que se podría considerar su aplicación en la arquitectura regional:



LINEAMIENTOS E INDICADORES PARA LA VALORACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EDILICIA, DE FACTIBLE INCORPORACIÓN A LAS NORMATIVAS DE EDIFICACIÓN VIGENTES EN RESISTENCIA Y CORRIENTES



Fig. 4: Sistema y categorización de parámetros e indicadores de sustentabilidad. Fuente: elaboración propia.

2.2.b. Confección de instrumentos (planillas) para su valoración y puntuación: A partir del sistema de indicadores definido se confeccionaron planillas modelo (tabla 1), que definan un método de valoración o puntuación para poder estimar el grado de incidencia de cada uno de los indicadores en el diseño de un edificio a construir (o de un edificio ya construido).



LINEAMIENTOS E INDICADORES PARA LA VALORACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EDILICIA, DE FACTIBLE INCORPORACIÓN A LAS NORMATIVAS DE EDIFICACIÓN VIGENTES EN RESISTENCIA Y CORRIENTES

Se clasificaron los indicadores por aspectos y se determinó una valoración numérica a partir de 5 niveles diferentes, los cuales representarían al grado de incidencia de cada indicador. Se definieron valores desde 0 a 100, a modo de “porcentajes” de incidencia de los indicadores, quedando así la siguiente determinación: 0 (cero) considerado como Nulo (el edificio no presenta o no tiene en cuenta el indicador mencionado); 25 (veinticinco), representando un nivel bajo de incidencia; 50 (cincuenta), tomado como valor intermedio de incidencia; 75 (setenta y cinco), un valor medio-alto, beneficioso para el análisis con un impacto positivo; y 100 (cien), el valor más alto representando el 100% de la aplicación del indicador puntual en el edificio, representando así los mejores resultados. Se tomaron los valores, según los aspectos considerados, en función del clima en nuestra zona, y se consideró el mayor o menor grado de incidencia y significatividad de cada uno (en función de los antecedentes de investigaciones locales analizadas), llegando así a un valor numérico estimativo por cada uno de los indicadores, para luego realizar una sumatoria de los mismos y llegar a un resultado que determine (en mayor o menor medida) el grado general de “sustentabilidad” de ese edificio.

DATOS DEL EDIFICIO							imagen	
Nombre		Superficie total						
Arquitecto		Sup. cubierta						
Ubicación		Sup. semicubierta						
Año		Sup. descubierta						
Observaciones								
ASPECTOS	INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD	Puntaje o valoración					VALOR	PARCIAL
		0 nulo	25 bajo	50 medio	75 medio	100 alto		
1. SITIO (S)	1.1 Proximidad de servicio de transporte público (menos de 300 m)						50	300
	1.2 Proximidad de equipamientos y servicios públicos (menos de 300 m)						50	
	1.3 Consideración del clima en la forma y diseño						75	
	1.4 Estrategias de solución a los estudios de impacto ambiental						50	
	1.5 Grado de cumplimiento de FOS y FOT						75	
2. MATERIALES Y RECURSOS (MR)	2.1 Utilización de materiales y recursos naturales						50	250
	2.2 Utilización de materiales y recursos duraderos (ver tiempo)						75	
	2.3 Utilización de materiales, reutilizados, reciclados, reciclables						75	
	2.4 Cercanía o proximidad del lugar de obtención						50	
3. ENERGÍA (E)	3.1 Aprovechamiento de recursos renovables (iluminación, ventilación, climatización)						75	300
	3.2 Ahorro en el consumo de energía en la obtención de materiales						50	
	3.3 Ahorro del consumo de energía prevista en el uso del edificio						75	
	3.4 Sistemas activos de producción de energía para disminuir el consumo						25	
	3.5 Sistemas pasivos de producción de energía para disminuir el consumo						75	
4. FORMA Y DISEÑO (FD)	4.1 Consideración de la forma según aspectos climáticos (tipo de partido: abierto / cerrado)						50	300
	4.2 Orientación del edificio y diseño de aberturas considerando la ventilación natural						75	
	4.3 Orientación del edificio y asoleamiento (control solar estival y aprovechan. ilum. natural y logro de asoleamiento mínimo invernal)						75	
	4.4 Volumetría del edificio según las condiciones climáticas						50	
	4.5 Presencia de aleros, galerías y superficies de protección y transición						50	
5. ENVOLVENTES MATERIALES (EM)	5.1 Porcentaje adecuado de superficies llenas y vacías según condiciones climáticas						50	200
	5.2 Aislación resultante en los cerramientos (superficies llenas) nivel alcanzado en la transmitancia, conductibilidad térmica y condensación (ver según normas IRAM)						75	
	5.3 Aberturas utilizadas para el aprovechamiento de recursos naturales						75	
6. RESIDUOS Y EMISIONES (RE)	6.1 Sitio previsto para almacenamiento de residuos generados durante el uso y mantenimiento del edificio hasta su recolección final						50	200
	6.2 Porcentaje de desechos generados en la construcción del edificio (cálculo estimado según los materiales a utilizar)						50	
	6.3 Implementación de planes de control, gestión y destino final de residuos						50	
	6.4 Inclusión de instalaciones complementarias para el tratamiento de residuos						25	
7. AGUA (A)	7.1 Reducción de necesidad de riego en un 50%						25	250
	7.2 Medidas adoptadas para reducir el consumo						75	
	7.3 Métodos o estrategias para reutilización del agua						75	
	7.4 Implementación e incorporación de medidas o artefactos que disminuyan el consumo						75	
8. CONFORT (C)	8.1 Transmitancia, Conductividad térmica, riesgo de condensación (acorde a normas IRAM)						75	300
	8.2 Calidad de iluminación y ventilación natural						75	
	8.3 Solución acústica						75	
	8.4 Calidad del ambiente interior: grado de satisfacción y bienestar						75	
9. TIPO DE ENTORNO Y VEGETACIÓN (V)	9.1 Cantidad y calidad de espacios verdes en todo el entorno, en relación al volumen construido						75	200
	9.2 Porcentaje de vegetación tenida en cuenta en el diseño						75	
	9.3 Porcentaje de vegetación para aprovechamiento de sombras						50	
10. GESTIÓN DEL TRANSPORTE DEL USUARIO (T)	10.1 Eficiencia y suficiencia de los medios de salida al predio/edificio						50	200
	10.2 Cuenta con aparcamiento para bicicletas						75	
	10.3 Sistema de estacionamiento con alguna innovación que fomente la sustentabilidad						75	
VALOR TOTAL OBTENIDO							2500	

Tabla N° 1: Planilla Modelo Resumen; resultado de planilla extensa – Fuente: elaboración propia.

El valor general obtenido a través de la operacionalización descrita es de 2500, que refiere, según lo estimado, a un nivel de sustentabilidad “óptimo”: un edificio debería rondar ese valor (o superarlo). Valores inferiores no corresponderían a un edificio diseñado de manera ambientalmente sustentable. La búsqueda proyectual debería orientarse a alcanzar o superar el valor “óptimo”.

2.2.c. Aplicación de las planillas a “edificios-caso modelos”, nacionales y locales del NEA:

Para verificar el resultado de la aplicación de la planilla desarrollada (tabla 1), se aplicó la misma a un caso particular de un edificio con certificación LEED en Argentina (tabla 2), el cual supone un muy



LINEAMIENTOS E INDICADORES PARA LA VALORACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EDILICIA, DE FACTIBLE INCORPORACIÓN A LAS NORMATIVAS DE EDIFICACIÓN VIGENTES EN RESISTENCIA Y CORRIENTES

buen grado de sustentabilidad. Se trató de determinar si el resultado arrojado por la planilla de evaluación propuesta se corresponde con el muy buen nivel de sustentabilidad que supondría el modelo analizado mediante el sistema mencionado.

DATOS DEL EDIFICIO							
Nombre	Torre Madero Office	Superficie total	65.000 m ²				
Arquitecto	Mario Roberto Álvarez	Sup. cubierta					
Ubicación	Puerto Madree, Buenos Aires - Argentina	Sup. semicubierta					
Año	2011	Sup. descubierta	65.000 m ²				
Observaciones	Se destaca el diseño de un estacionamiento preferencial para autos no contaminantes, vestuarios para ciclistas en el subsuelo. Posee dos fuentes en el acceso principal pararecolectar agua de lluvia, que después es utilizada, para el riego. Se utilizaron canillas con cierre automático, mingitorios con descarga eficiente e inodoros con doble descarga, lo que reduce en más del 30% la cantidad de agua potable consumida en instalaciones sanitarias. En la terraza, hay paneles solares para generar energía térmica empleada en el calentamiento del agua. al menos el 1% de la energía consumida será obtenida de colectores solares.						
APECTO	INDICADORES	Puntaje o valoración					
		0 nulo	25 bajo	50 medio optimo	75 medio alto	100 alto	VALOR PARCIAL
1. SITIO (S)	1.1 Proximidad de servicio de transporte público (menos de 300 m)					100	375
	1.2 Proximidad de equipamientos y servicios publicos (menos de 300 m)					100	
	1.3 Consideración del clima en la forma y diseño					75	
	1.4 Estrategias de solución a los estudios de impacto ambiental					50	
	1.5 Grado de cumplimiento de FOS y FOT					50	
2. MATERIALES Y RECURSOS (MR)	2.1 Utilización de materiales y recursos naturales					25	175
	2.2 Utilización de materiales y recursos duraderos (ver tiempo)					75	
	2.3 Utilización de materiales, reutilizados, reciclados, reciclables					25	
	2.4 Cercanía o proximidad del lugar de obtención					50	
3. ENERGÍA (E)	3.1 Aprovechamiento de recursos renovables (iluminación, ventilación, climatización)					75	300
	3.2 Ahorro en el consumo de energía en la obtención de materiales					25	
	3.3 Ahorro del consumo de energía prevista en el uso del edificio					75	
	3.4 Sistemas activos de producción de energía para disminuir el consumo					50	
	3.5 Sistemas pasivos de producción de energía para disminuir el consumo					75	
4. FORMA Y DISEÑO (FD)	4.1 Consideración de la forma según aspectos climáticos (tipo de partido: abierto / cerrado)					75	375
	4.2 Orientación del edificio y diseño de aberturas considerando la ventilación natural					75	
	4.3 Orientación del edificio y asoleamiento (control solar estival y aprovechan. ilum. natural y logro de asoleamiento mínimo invernal)					100	
	4.4 Volumetría del edificio según las condiciones climáticas					75	
	4.6 Presencia de aleros, galerías y superficies de protección y transición					50	
	5. ENVOLVENTES MATERIALES (EM)	5.1 Porcentaje adecuado de superficies llenas y vacías según condiciones climáticas					
5.2 Aislación resuelta en los cerramientos (superficies llenas) nivel alcanzado en la tramitación, conductividad térmica y condensación (ver según normas IRAM)					50		
5.3 Aberturas utilizadas para el aprovechamiento de recursos naturales					75		
6. RESIDUOS Y EMISIONES (RE)	6.1 Sitio previsto para almacenamiento de residuos generados durante el uso y mantenimiento del edificio hasta su recolección final					75	250
	6.2 Porcentaje de desechos generados en a construcción del edificio (cálculo estimado según los materiales a utilizar)					50	
	6.3 Implementación de planes de control, gestión y destino final de residuos					50	
	6.4 Inclusión de instalaciones complementarias para el tratamiento de residuos					75	
7. AGUA (A)	7.1 Reducción de necesidad de riego en un 50%					50	350
	7.2 Medidas adoptadas para reducir el consumo					100	
	7.3 Métodos o estrategias para reutilización del agua					100	
	7.4 Implementación e incorporación de medidas o artefactos que disminuyan el consumo					100	
8. CONFORT (C)	8.1 Transmitancia, Conductividad térmica, riesgo de condensación (acorde a normas IRAM)					75	300
	8.3 Calidad de iluminación y ventilación natural					75	
	8.4 Solución acústica					75	
	8.5 Calidad del ambiente interior; grado de satisfacción y bien estar					75	
	9. TIPO DE ENTORNO Y VEGETACIÓN (V)	9.1 Cantidad y calidad de espacios verdes en todo el entorno, en relación al volumen construido					
9.2 Porcentaje de vegetación tenida en cuenta en el diseño					75		
9.3 Porcentaje de vegetación para aprovechamiento de sombras					50		
10. GESTIÓN DEL TRANSPORTE DEL USUARIO (T)	10.1 Eficiencia y suficiencia de los medios de salida al predio/edificio					75	275
	10.2 Cuenta con aparcamiento para bicicletas					100	
	10.3 Sistema de estacionamiento con alguna innovación que fomente la sustentabilidad					100	
VALOR TOTAL OBTENIDO							2800

Tabla N° 2: Planilla Resumen; aplicada al caso del edificio Madero Office – Fuente: elaboración propia.

El edificio en cuestión está ubicado en la ciudad de Buenos Aires ("Torre Madero Office", proyectado por el arq. Mario Roberto Álvarez), y fue seleccionado por el carácter particular de su diseño, con una tipología muy moderna, pero con la particularidad de que aprovecha muchas ventajas del contexto natural que lo rodea mediante recursos técnicos específicos. Se fue otorgando cada puntaje de la planilla (tabla 2) en función de cada aspecto detectado en la información recabada. Si bien muchos datos no fueron accesibles, se pudo lograr un valor numérico estimado, para poder corroborar y validar en forma general el mecanismo de las planillas de valoración. El resultado obtenido resultó mayor (mejor) al considerado como "óptimo" en la planilla modelo. Esto implicaría que (siendo además un edificio que posee una certificación LEED) posee un planteo acertado desde el punto de vista ambiental y energético.



LINEAMIENTOS E INDICADORES PARA LA VALORACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EDILICIA, DE FACTIBLE INCORPORACIÓN A LAS NORMATIVAS DE EDIFICACIÓN VIGENTES EN RESISTENCIA Y CORRIENTES

DATOS DEL EDIFICIO										
Nombre	Torre Vista	Superficie total	7.500 m ²							
Arquitecto	estudio de arquitectos BMA de la ciudad de Buenos Aires, junto al estudio MARQ de Resistencia. Arqs. Martín Bodas / Alejandra Maro / Jorge Castro / Ariela Fernández.	Sup. cubierta								
Ubicación	Resistencia, Chaco - Argentina	Sup. semicubierta								
Año	Proyecto 2007 - 2009 / Ejecución 2009 - 2013	Sup. descubierta								
Observaciones	Losas sin vigas o de vigas planas e invertidas, y columnas que se mimetizan conformas de tabiques. Espacios limpios de columnas y vigas, carpinterías que van hasta las losas sin dinteles, paños vidriados de 2.60 metros de altura, el hormigón visto y las carpinterías son las protagonistas de la fachada. Edificio en perímetro libre, enfatizando la esquina. Generosos espacios de uso común, grandes superficies vidriadas y el uso de hormigón visto son sus principales características.									
ASPECTO	INDICADORES	Puntaje o valoración					VALOR	PARCIAL		
		0 nulo	25 bajo	50 medio óptimo	75 medio alto	100 alto				
1. SITIO (S)	1.1 Proximidad de servicio de transporte público (menos de 300 m)						100			
	1.2 Proximidad de equipamientos y servicios públicos (menos de 300 m)						75			
	1.3 Consideración del clima en la forma y diseño						50			
	1.4 Estrategias de solución a los estudios de impacto ambiental						25			
	1.5 Grado de cumplimiento de FOS y FOT						50		300	
2. MATERIALES Y RECURSOS (MR)	2.1 Utilización de materiales y recursos naturales						25			
	2.2 Utilización de materiales y recursos duraderos (ver tiempo)						75			
	2.3 Utilización de materiales, reutilizados, reciclados, reciclables						25			
	2.4 Cercanía o proximidad del lugar de obtención						25		150	
3. ENERGÍA (E)	3.1 Aprovechamiento de recursos renovables (iluminación, ventilación, climatización)						50			
	3.2 Ahorro en el consumo de energía en la obtención de materiales						25			
	3.3 Ahorro del consumo de energía prevista en el uso del edificio						25			
	3.4 Sistemas activos de producción de energía para disminuir el consumo						0			
	3.5 Sistemas pasivos de producción de energía para disminuir el consumo						25		125	
4. FORMA Y DISEÑO (FD)	4.1 Consideración de la forma según aspectos climáticos (tipo de partido: abierto/cerrado)						50			
	4.2 Orientación del edificio y diseño de aberturas considerando la ventilación natural						50			
	4.3 Orientación del edificio y asoleamiento (control solar estival y aprovecham. ilum. natural y logro de asoleamiento mínimo invernal)						50			
	4.4 Volumetría del edificio según las condiciones climáticas						50			
	4.5 Presencia de aleros, galerías y superficies de protección y transición						75		275	
5. ENVOLVENTES MATERIALES (EM)	5.1 Porcentaje adecuado de superficies llenas y vacías según condiciones climáticas						25			
	5.2 Aislación resuelta en los cerramientos (superficies llenas) nivel alcanzado en la tramitación, conductibilidad térmica y condensación (ver según normas IRAM)						25			
	5.3 Aberturas utilizadas para el aprovechamiento de recursos naturales						50		100	
6. RESIDUOS Y EMISIONES (RE)	6.1 Sitio previsto para almacenamiento de residuos generados durante el uso y mantenimiento del edificio hasta su recolección final						25			
	6.2 Porcentaje de desechos generados en a construcción del edificio (calculo estimado según los materiales a utilizar)						50			
	6.3 Implementación de planes de control, gestion y destino final de residuos						25			
	6.4 Inclusión de instalaciones complementarias para el tratamiento de residuos						0		100	
7. AGUA (A)	7.1 Reducción de necesidad de riego en un 50%						25			
	7.2 Medidas adoptadas para reducir el consumo						0			
	7.3 Metodos o estrategias para reutilización del agua						0			
	7.4 Implementación e incorporación de medidas o artefactos que disminuyan el consumo						0		25	
8.CONFORT (C)	8.1 Transmitancia, Conductividad térmica, riesgo de condensación (acorde a normas IRAM)						25			
	8.2 Calidad de iluminación y ventilación natural						75			
	8.3 Solución acustica						75			
	8.4 Calidad del ambiente interior; grado de satisfacción y bien estar						50		225	
9. TIPO DE ENTORNO Y VEGETACIÓN (V)	9.1 Cantidad y calidad de espacios verdes en todo el entorno, en relación al volumen construido						0			
	9.2 Porcentaje de vegetación tenida en cuenta en el diseño						25			
	9.3 Porcentaje de vegetación para aprovechamiento de sombras						0		25	
10. GESTIÓN DEL TRANSPORTE DEL USUARIO (T)	10.1 Eficiencia y suficiencia de los medios de salida al predio/edificio						50			
	10.2 Cuenta con aparcamiento para bicicletas						25			
	10.3 Sistema de estacionamiento con alguna innovación que fomente la sustentabilidad						0		75	
VALOR TOTAL OBTENIDO							1400			

Tabla N° 3: Planilla Resumen; aplicada un caso local Torre Vista, Resistencia – Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, se aplicó este modelo a dos casos locales de edificios en altura (uno en la ciudad de Resistencia y otro en la ciudad de Corrientes), teniendo en cuenta que la torre constituye la tipología edilicia más demandada en los últimos años en la región. Los dos casos seleccionados comparten ciertos aspectos con el edificio tomado como modelo a nivel nacional. Se pretendió determinar el nivel de sustentabilidad general en cuanto a los aspectos e indicadores propuestos, mediante la identificación de sus deficiencias y puntos favorables. En la ciudad de Resistencia se seleccionó, como caso – modelo, el edificio “Torre Vista”, cuyos rasgos identificatorios le confieren notoriedad en la ciudad. Ubicado en el casco céntrico, posee la cara de mayor superficie orientada hacia el Noroeste (NO). Su envolvente se materializa en Hormigón Armado casi en su totalidad, y las caras más afectadas por el asoleamiento presentan grandes paños vidriados. El resultado obtenido al aplicar la planilla desarrollada (tabla 3) se encuentra por debajo del valor planteado como “óptimo”, lo que determinaría que el caso presenta deficiencias en relación a algunos indicadores significativos y de gran incidencia. Se hizo lo mismo para un edificio en altura en la ciudad de Corrientes, en el que el resultado obtenido también resultó menor que el “óptimo” planteado respecto a la sustentabilidad ambiental y energética (deficiencias respecto a ciertos indicadores y aspectos), que



justificarían una intervención rehabilitadora. Se puede decir que el análisis de aplicación de las planillas a edificios-caso resultó de utilidad, permitiendo plantear una posible escala con ciertos rangos de valores numéricos (figura 5), a partir de la ponderación de los aspectos e indicadores propuestos: mediante la sumatoria de los mismos se determinó un valor numérico estimativo final, que aporta una idea del nivel al cual es factible apuntar.

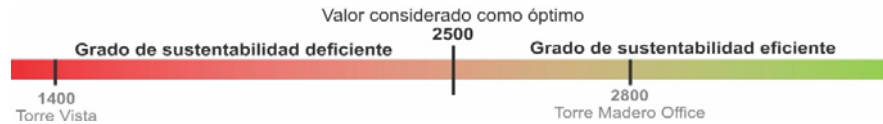


Fig. 5 - Tabla de valores obtenidos. Fuente: Elaboración propia.

3. CONCLUSIONES

Mediante el análisis realizado se planteó, a partir de la consideración y ponderación de ciertos aspectos e indicadores, el desarrollo de rangos de valores numéricos, llegando con su sumatoria a definir un valor estimativo final “óptimo” de diseño y edificación ambientalmente consciente, que configura una idea del nivel al que es factible y deseable apuntar para lograr un proyecto que considere -al menos- algunos aspectos significativos de la sustentabilidad. Este valor constituyó un punto de referencia, que pudo operar como guía orientadora respecto a la cual referenciar análisis de modelos, para luego ser ratificado a partir de la experimentación, a través de la aplicación las planillas, a casos / modelo a nivel nacional (de los cuales se conoce de antemano su nivel de sustentabilidad, por tratarse de edificios certificados con muy buena puntuación según el sistema LEED). Tras verificar que el valor obtenido en el caso - modelo superó al valor “óptimo”, se verificó que la estimación numérica planteada resultó adecuada, validando así el nivel de sustentabilidad al que es factible apuntar “numéricamente” (si se quiere asignarle un valor). Aplicando el valor de referencia obtenido (y los indicadores definidos) a casos locales en las ciudades de Resistencia y Corrientes, y tras obtener valores mucho menores a los óptimos, se planteó la hipótesis de su deficiencia en aspectos de sustentabilidad.

A modo de reflexión final, es importante reconocer la escasa conciencia que existe nacional y regionalmente respecto a los beneficios (tanto económicos como ambientales) de la construcción ambientalmente consciente y energéticamente eficiente. Se destaca una ausencia del Estado para promover la disminución del impacto negativo al ambiente y disminuir el consumo de energía: no hay políticas que cuenten, entre sus instrumentos, con normativas que establezcan una regulación tendiente a fomentar y regular una construcción sustentable. Frente a ello se intenta aportar, a partir del sistema de indicadores sistematizados y operacionalizables mediante las planillas desarrolladas en este trabajo, un elemento que pueda funcionar como instrumento de evaluación y verificación de los proyectos de edificios, el cual podría ser considerado y avalado por los entes municipales y organismos de contralor relacionados a la producción de edificios, para su efectiva implementación.



BIBLIOGRAFÍA

Blasco Lucas, I. (2008). *Aportes de la arquitectura sustentable en el sector residencial sobre el balance energético-ambiental argentino. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 12. Argentina. ISSN 0329-5184. Pp. 07.17 – 07.24.

Cabezón, de Schiller y Evans (2007). *Sistemas de certificación de sustentabilidad de edificios adaptabilidad y aplicabilidad en Argentina y propuesta de categorías. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 11. Argentina. ISSN 0329-5184. Pp. 01.33 – 01.35.

De Schiller, S; Gomes da Silva, V; Goijberg, N; Treviño, C (2003). *Edificación sustentable: consideraciones para la calificación del hábitat construido en el contexto regional latinoamericano*.

Normas IRAM 11601, 11603, 11604, 11605, 11625, 11630, 11659, 11900.

Ordenanza N° 8757 – Concejo Municipal de Rosario: incorporación al Reglamento de Edificación de la Ciudad, sección: *Aspectos Higrotérmicos y Eficiencia Energética de las construcciones*.