



CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE METODOLOGÍAS INTERNACIONALES Y NORMAS IRAM PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL EDILICIA DE LA VIVIENDA: ANÁLISIS DIRIGIDO A LA CONTEXTUALIZACIÓN REGIONAL PARA ZONAS ÁRIDAS DE ARGENTINA.

Artículo
Recibido 08-02-2018
Aceptado 07-07-2018

CHARACTERIZATION AND DIAGNOSIS OF INTERNATIONAL METHODOLOGIES AND IRAM REGULATIONS FOR THE ENVIRONMENTAL EVALUATION OF HOUSING: ANALYSIS DIRECTED TO THE REGIONAL CONTEXTUALIZATION FOR ARID ZONES OF ARGENTINA.

ANALIA ALEJANDRA ALVAREZ
Instituto de Estudios en Arquitectura Ambiental (INEAA)
Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Técnicas (CONICET)
Universidad Nacional de San Juan (UNSJ)
San Juan, Argentina
ana_alv023@hotmail.com

ARTURO FLORENTINO BUIGUES NOLLENS
Programa de Investigación Energías Alternativas
Instituto de Mecánica Aplicada (IMA),
Facultad de Ingeniería (FI),
Universidad Nacional de San Juan (UNSJ)
San Juan, Argentina
abuigues@unsjedu.ar

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo determinar la factibilidad de contextualización de las Metodologías de Evaluación Ambiental (MEAs) aplicables a la valoración de la vivienda de mayor relevancia a nivel internacional, frente al desarrollo actual de la normativa argentina IRAM en materia de sustentabilidad. Para ello, se analizan, por un lado, BREEAM, LEED, CASBEE y VERDE y, por otro, MEAs contextualizadas y desarrolladas en Jordania y Corea. Se utiliza como técnica de investigación el estudio teórico de las MEAs mencionadas, a través de lo cual se caracterizan y diagnostican dichas herramientas. Como resultado se obtiene el marco operativo en que se circunscriben sus desarrollos, las variables de análisis, el tipo de información contenidas en las mismas y sus principales limitaciones. Del contexto nacional, se extrae que corresponden a la normativa IRAM los principales avances en lo que respecta a calidad edilicia, desde una perspectiva centrada en la sustentabilidad. Se concluye que la correlación entre la metodología VERDE NE UNIFAMILIAR V1.G y la normativa IRAM, permite construir un sistema de indicadores que facilita el desarrollo de una metodología contextualizada a la situación físico-ambiental, económica y social de Argentina en general y, en particular, orientada al caso de la Vivienda Social en Zona Árida (VSZA).

Palabras clave

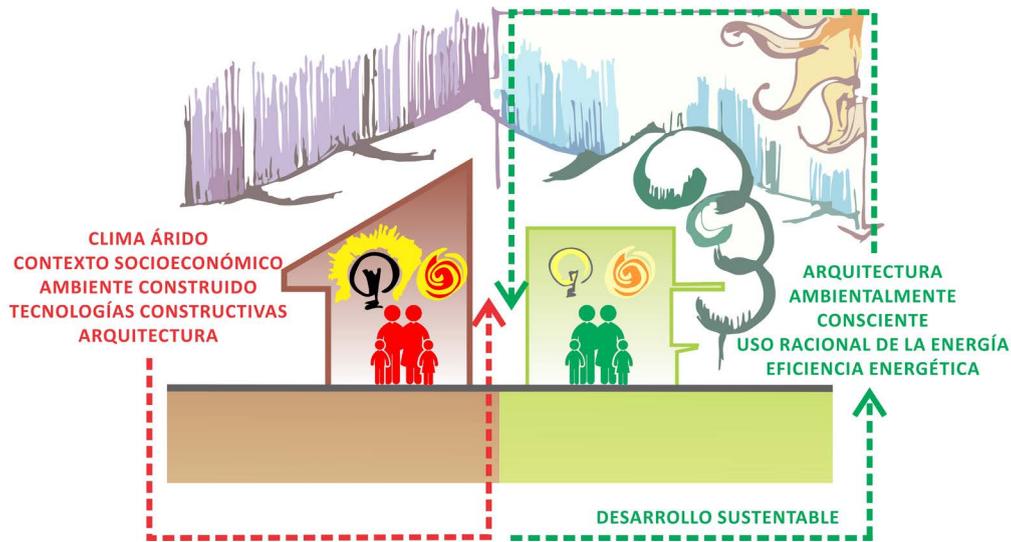
sustentabilidad, métodos de evaluación ambiental, contextualización, vivienda.

ABSTRACT

The aim of this article is to determine the feasibility of contextualizing the Environmental Assessment Methodologies (EAMs) applicable to the evaluation of housing that are of greater relevance at the international level, compared to the current Argentine IRAM regulations on sustainability. To do this, BREEAM, LEED, CASBEE and VERDE standards, as well as EAMs contextualized and developed in Jordan and Korea were analyzed. The theoretical study of the aforementioned EAMs was used as a research strategy to characterize and perform a diagnostic on these tools. As a result, an operational framework was generated that includes the EAM's development, analysis variables, the type of information contained in each, and their main limitations. With regard to the national context, it was found that the main advances in building quality from a sustainability-centered perspective are part of the IRAM regulations. It was concluded that the correlation between the VERDE NE UNIFAMILIAR V1.G methodology and IRAM standards makes it possible to create a system of indicators that facilitates the development of a methodology contextualized for the physical-environmental, economic and social situation of Argentina in general, and in particular, oriented to the case of Social Housing in Arid Zones (VSZA).

Keywords

sustainability, methods of environmental assessment, contextualization, housing.



Figuras 1. Representación gráfica de la situación actual del hábitat social en Argentina en relación con el escenario edilicio sustentable que debiera ser considerado en una zona árida. Fuente: Elaboración de los autores.

INTRODUCCIÓN

Argentina posee un 75% de su territorio comprendido en la Diagonal Árida de América del Sur, con grandes extensiones de tierra infértil, donde la escasez de recursos naturales, principalmente el agua (12% de los recursos hídricos superficiales) limita en gran medida las posibilidades de desarrollo. Habitan en este sector aproximadamente 12.000.000 de personas, es decir, un 30% del total nacional (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2005). En este contexto, la situación actual de la Vivienda Social (VS) presenta un marcado carácter deficitario que, en lo cualitativo, se relaciona con carencias a nivel funcional, formal y tecnológico, lo cual se traduce en la restricción de la calidad de vida de sus ocupantes. Al respecto, Mitchell¹ (2005) manifiesta que una vivienda es saludable si garantiza confort higrotérmico, espacios en cantidad y calidad suficientes y además resulta energéticamente eficiente. Sobre dicha base, realizar mejoras en la envolvente evitaría la obsolescencia funcional de la VS, al tiempo que se obtendrían mayores estándares de calidad habitacional, reducción de emisiones a la atmósfera y la disminución del consumo de energía superfluo. Consecuentemente, se optimizarían las condiciones de vida del usuario y la protección del ambiente (Figura 1).

De esta manera, garantizar un estándar de calidad habitacional superior al mínimo implica la consideración de aspectos endógenos vinculados a su materialidad, espacialidad y adaptación al medio físico, como también

a características exógenas relacionadas con el contexto construido y ambiental que rodea a la vivienda. En este sentido, es necesario desarrollar un estándar integral con base en la concreción del concepto de vivienda digna (Moreno Crossley, 2015), donde el incremento de la calidad de vida de su usuario resulte prioritaria. Para ello, es necesario que los actores de mayor peso en la toma de decisiones, entiendan que el cambio climático constituye una oportunidad para identificar nuevas formas de concebir la arquitectura y el proceso constructivo.

MEAs A NIVEL INTERNACIONAL: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO

Las metodologías de evaluación ambiental (MEAs) de mayor popularidad² han sido exportadas a distintos contextos como versiones internacionales. Esta situación plantea la necesidad de dar respuesta a ciertas condiciones clave, las cuales tienen que ver con la definición de un lenguaje común estandarizado que facilite la realización de contextualizaciones lógicas y en armonía con el entorno ambiental, social y económico en el que se requiera su implementación, con el fin de lograr rangos mayores de transparencia que garanticen que el resultado conseguido goce de un alto grado de credibilidad. Para obtener esta última, es crucial establecer claramente tanto los objetivos de la evaluación como las bases para la valoración de

[1] Profesional Principal del CONICET, Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía (INAHE) del CONICET-Mendoza.

[2] Corresponde a las MEAs desarrolladas en el marco del Building Research Establishment (BRE), el iiSBE (International Initiative for a Sustainable Built Environment) y el World Green Building Council (GBC).

Enfoque para la comparación		Metodologías de evaluación ambiental				
Características		BREEAM	LEED	CASBEE	VERDE	
A	Aspectos generales		Herramienta	Herramienta	Herramienta	Herramienta
	Aspectos contextuales	Decisores	■	■	■	■
		Propósito	■	■	■	■
		Objetivo	□	□	■	
		Perspectiva	■	■	■	■
	Aspectos metodológicos	Dimensiones	□	□	□	■
		Carácter	■□	■□	■□	■
		Bases para la comparación	Indicador	Indicador	Indicador	Indicador normativa tiempo de vida
		Límites	□	□	□	■
		Tipo de datos	■	■	■	■
		Evaluación de resultados	■	■	■	■
	Aplicación del marco		Compiten			
B	Estructura	■	■	■	■	
	Contenido	□	□	■	■	
	Agregación	■	■	■	■	
	Alcance	□	□	□	■	
C	Modelización				■	
	Representatividad de la valoración			■	■	
	Viabilidad de uso	■	■	■	■	
	Claridad	□	□	□	■	
	Capacidad de guiar				■	

Tabla 1. Análisis comparativo de las MEAs.

Fuente: Elaboración de los autores con base en Baumann y Cowell (1999), Wallhagen et al. (2013) y Monterotti (2013).

■ La MEA responde totalmente a las características del enfoque □ La MEA responde parcialmente a las características del enfoque

las categorías, criterios, indicadores e impactos que conforman la estructura jerárquica de datos de la matriz que da origen a la metodología.

La forma en que es realizada la puntuación es quizás el aspecto de mayor discusión en relación con las MEAs. En efecto, los sistemas de ponderación son cuestionados por ser considerados superficiales e igualitarios para diferentes contextos, así como por dar mejores puntuaciones a sistemas mecánicos y tecnología de punta, en lugar de otorgarla a aquellos sistemas pasivos que acompañaran al edificio a lo largo de toda su vida útil. Por otro lado, Alyami y Rezgui (2012), Ali y Al Nsairat (2009) y Kim et al. (2005) detectan que el proceso analítico jerárquico desarrollado por Saaty, en 1977, es una de las propuestas más viables en la búsqueda de una respuesta a estas circunstancias.

De acuerdo con Quezada Molina (2014), dentro de las MEAs de mayor relevancia a nivel mundial se destacan, por pertenecer a programas internacionales, servir de base para nuevos desarrollos, constituir herramientas avanzadas y poseer tipologías específicas para el

caso de la vivienda, las siguientes: BREEAM, LEED, CASBEE y VERDE. Al respecto, el mismo autor analiza comparativamente las MEAs mencionadas conforme al Marco de Evaluación para Enfoques Conceptuales y Analíticos en Gestión Ambiental (A), desarrollado por Baumann y Cowell (1999). En esta investigación, además de dicho marco, se utiliza los enfoques: Marco para la Comparación Detallada de Herramientas de Evaluación Ambiental Edilicia (B), de Wallhagen et al. (2013), y Análisis y propuesta sobre la contribución de las herramientas de evaluación de la sostenibilidad de los edificios a su eficiencia ambiental (C), elaborado por Monterotti (2013). La Tabla 1 expone los resultados alcanzados en los distintos enfoques abordados para el análisis comparativo de las MEAs seleccionadas.

De la Tabla 1 se desprende que BREEAM y LEED son métodos de evaluación de "primera generación" con un marcado énfasis en el uso de los recursos, en tanto CASBEE y VERDE son herramientas más recientes que muestran rasgos estructurales que los diferencian de los anteriores y, por tanto, constituyen instrumentos de

“segunda generación”. A pesar de que estos últimos todavía emplean gran parte del sistema de ponderación de sus antecesores, pueden ser considerados como nuevas herramientas orientadas a alcanzar estilos de vida más sustentables (Cole, 2007).

METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL EDILICIA CONTEXTUALIZADAS, COMO CAMINO POSIBLE HACIA LA SUSTENTABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN.

De acuerdo con Alyami y Rezgui, las MEAs existentes no deberían ser aplicadas en sus formatos originales en cualquier contexto. Al respecto, estos autores hacen hincapié en la influencia sobre los resultados que tienen las variaciones regionales. Sobre dicha base, subrayan que los sistemas de evaluación de mayor relevancia a nivel internacional poseen “convergencias que deben identificarse en pos de argumentar los criterios propuestos en potenciales nuevas metodologías de evaluación ambiental” (2012: 1055). En coincidencia, Ali y Al Nsairat (2009) se valen del estudio de estas herramientas para definir la metodología a emplear en el desarrollo de un instrumento que dé respuesta a las condiciones locales.

Según lo expuesto por los autores citados, se concluye que el desarrollo de una herramienta de evaluación ambiental regionalizada responde a un mismo Marco Operativo, el cual se caracteriza por la sucesión de seis etapas relacionadas con:

Estructura de datos: selección de criterios a evaluar, los cuales surgen del análisis pormenorizado de los criterios empleados por herramientas de renombre internacional.

Variaciones regionales: los criterios seleccionados deben ser adaptados al contexto local.

Panel de expertos: el desarrollo de herramientas de evaluación requiere la conformación de un equipo interdisciplinario.

Encuestas: verificación, a partir de encuestas a distintos autores que intervienen en la construcción del hábitat, de la importancia relativa de los criterios adoptados para la construcción de la matriz de datos.

Ponderación: el Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés) es la metodología de toma de decisiones de mayor pertinencia para la determinación de los pesos de los distintos criterios evaluados por la herramienta.



Figura 2. Etapas para el desarrollo de MEAs contextualizadas.
 Fuente: Elaboración de los autores con base en datos de Alyami y Rezgui (2012).

Nuevo método de evaluación: Como resultado de los pasos antedichos, se obtiene una nueva herramienta de evaluación que da respuesta a las condiciones del lugar en que va a ser aplicado. En esta instancia el proceso debe revisarse a efectos de detectar posibles ajustes en la información.

A continuación, la Figura 2 expone gráficamente las etapas antes mencionadas.

Conforme al marco operativo antes mencionado, Kim et al. (2005) desarrolla un software para la evaluación del desempeño de edificios residenciales en Corea. En líneas generales, esta MEA contextualizada estructura la información conforme a tres áreas fundamentales: ambiente, función y confort. El principal objetivo de este instrumento es el de constituir una herramienta para la toma de decisión que introduzca el concepto de “desempeño” como variable de análisis para la comparación entre inmuebles.

Análogamente, sobre la base de investigaciones científicas, conocimiento técnico y la participación y experiencia de múltiples actores del proceso constructivo, Ali y Al Nsairat (2009) diseña SABA, una MEA regionalizada a las condiciones ambientales, sociales y económicas de Jordania. La estructura de datos de esta metodología se conforma a partir de la consideración de siete categorías: eficiencia energética, eficiencia en el uso del agua, de materiales y de recursos, calidad del ambiente interior y economía. Estas categorías involucran 42 indicadores, los cuales se desagregan en 157 criterios. Al respecto, se destaca que las categorías,

Norma		Características generales
IRAM 11601 (2002)		Acondicionamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.
IRAM 11603 (2012)		Establece la zonificación de la República Argentina de acuerdo con un criterio bioambiental, según el cual se indica las características climáticas de cada zona. Define las siguientes zonas: ZONA I: MUY CÁLIDA; ZONA II: CÁLIDA; ZONA III: TEMPLADA CÁLIDA; ZONA IV: TEMPLADA FRÍA; ZONA V: FRÍA; ZONA VI: MUY FRÍA.
IRAM 11604 (2001)		Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdida de calor. Cálculo y valores límites.
IRAM 11605 (1996)		Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.
IRAM 11625 (2000)		Establecer las condiciones y procedimientos para la verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de los muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.
IRAM 11630 (2000)		Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los puntos singulares de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.
IRAM (2004)	11659-1	Establece el vocabulario, definiciones, tablas y datos para determinar la carga térmica de refrigeración, utilizada en los métodos de cálculo para el ahorro de energía en refrigeración.
IRAM (2007)	11659-2	Establece los valores admisibles de G_R (W/m^3) para edificios tipo bloque.

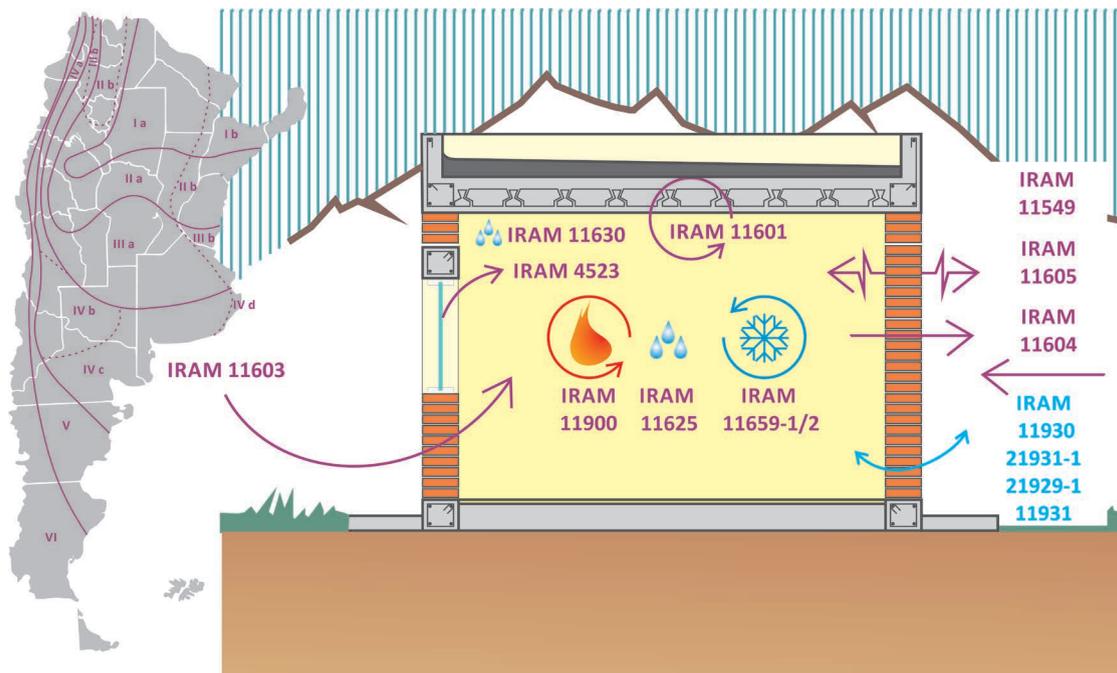
Tabla 2. Síntesis Serie 11600 IRAM. Fuente: Elaboración de los autores con base en datos de IRAM.

Norma		Características generales
IRAM 11523 (2001)		Carpintería de obra. Método de determinación de la infiltración de aire a través de cerramientos exteriores.
IRAM 11549 (2002)		Establecer las definiciones de las magnitudes físicas y sus correspondientes símbolos y unidades, y de otros términos utilizados en el aislamiento térmico de edificios.
IRAM 11900 (2010)		Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente.
IRAM 21929-2 (en estudio)		Construcción sostenible. Indicadores de sostenibilidad. Parte 2: Marco para el desarrollo de indicadores para obras de ingeniería civil.
Otras		IRAM 11507-1. Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Requisitos básicos y clasificación. IRAM 11507-4. Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Requisitos complementarios. Aislación térmica.

Tabla 3. Otras normativas IRAM en relación con la eficiencia energética. Fuente: Elaboración de los autores con base en datos de IRAM.

IRAM en el marco de la sustentabilidad				
	11930/10	21931-1/12	21929-1/14	11931/16
Objetivo	Identificar y establecer principios generales para la sustentabilidad en la construcción de edificios y otras obras de construcción.	Determinar un marco general para mejorar la calidad y comparabilidad de los métodos de desempeño ambiental de edificios y sus obras externas relacionadas.	Establecer indicadores ¹ orientados a evaluar el desempeño de edificios nuevos o existentes, relativos a su diseño, construcción, operación y mantenimiento.	Proveer una guía para la aplicación de los 9 principios generales de la sustentabilidad (IRAM 11930) en edificios y obras de ingeniería civil.
Alcances	Materiales, productos, servicios o procesos relacionados con el ciclo de vida de los edificios y de otras obras de construcción (individual o colectiva).	El edificio y las obras externas en su predio (delimitación catastral).	Edificio, grupo de edificios y trabajos externos dentro del predio.	Los edificios y obras de ingeniería civil.
Contenidos	Definiciones. 9 principios de sustentabilidad.	Definiciones. Principios para la evaluación ambiental de edificios. Requisitos mínimos y recomendaciones para el desarrollo e implementación de los métodos para la evaluación del desempeño ambiental edilicia. Documentación. Aspectos e impactos ambientales. Análisis del ciclo de vida.	Marco para el desarrollo de indicadores de sustentabilidad para evaluar impactos económicos, ambientales y sociales de edificios. Aspectos a considerar para definir un conjunto de indicadores de sustentabilidad. Establece, describe y reglamenta un conjunto fundamental de indicadores de sustentabilidad.	Definiciones. Marco de trabajo. Enfoque metodológico. 10 objetivos de la sustentabilidad.
Límites	No proporciona una base para hacer declaraciones de sustentabilidad ni para evaluar a organizaciones u otras partes involucradas.	Excluye los métodos de evaluación de desempeño social-económico.	No proporciona lineamientos para la ponderación de indicadores o la sumatoria de resultados de evaluaciones.	Se limita a ser una guía de aplicación.
Observaciones	Promueve el desarrollo sustentable de la edificación. Requiere de la interpretación y consideración de áreas de interés tales como: el valor de los activos, la biodiversidad, el patrimonio cultural, los recursos, la salud y el confort humanos y la infraestructura social.	Marco de referencia y Trabajo. Apunta al ciclo de vida	Establece áreas de protección ² , aspectos e indicadores fundamentales.	Promueve la generación de procesos de mejora continua.

Tabla 4. IRAM y la sustentabilidad. Fuente: Elaboración de los autores con base en datos de IRAM.



Figuras 3. Representación gráfica normativa IRAM. Fuente: Elaboración de los autores con base en datos de IRAM.

indicadores y criterios considerados en la valoración dependen de la importancia relativa que dicho conjunto posea en el contexto local.

BASES PARA LA CONTEXTUALIZACIÓN DE UNA MEA EN ARGENTINA.

Argentina cuenta con un completo y exigente marco regulatorio ambiental, tanto a nivel nacional como provincial, que es escasamente aplicado y respetado (Sistema de las Naciones Unidas en la Argentina, 2003). En tal contexto, los avances más importantes en lo cuanto a la sustentabilidad en el ámbito de la construcción han sido desarrollados por IRAM. Este organismo es el encargado de emitir cánones relativos a la aislación de los edificios, o bien, a las propiedades térmicas de los materiales, así como también la definición de principios, marcos y guías, a efectos de normar los enfoques metodológicos que pudieran surgir en términos de sustentabilidad en edificios y obras de ingeniería civil en general. Así, en primera instancia desarrolla la Serie 11600, en relación con el confort higrotérmico en la edificación; los contenidos de dicha normativa se sintetizan en la Tabla 2, en tanto se muestran gráficamente en la Figura 3. Asimismo, la Tabla 3 muestra otras normativas concernientes a eficiencia energética edilicia.

En lo que se refiere a la sustentabilidad en la construcción, se observa que las normas IRAM 11930/10; 21931-1/12; 21929-1/14 y 11931/16, al definir principios y marcos para el desarrollo de indicadores de sustentabilidad edilicia, constituyen la base para la contextualización de aquellas MEAs susceptibles de ser regionalizadas. En base a ello, en la Tabla 4 se individualizan los alcances de dichas normativas.

RESULTADOS.

Del análisis precedente se desprende que, entre los principios de la sustentabilidad expuestos en la IRAM 11930/10, los objetivos establecidos en la IRAM 11931/16 y los aspectos determinados por la IRAM 21929-1/14, existe un alto grado de incidencia mutua, lo cual se traduce en la consideración conjunta de aspectos ambientales, sociales y económicos. De manera que definir la estructura jerárquica de datos de una matriz contextualizada conforme a dichas normativas constituye una mirada integral de la sustentabilidad.

Las normas citadas apuntan tanto al edificio como a las obras de ingeniería en general, con enfoques orientados tanto al producto como al proceso. En relación con el alcance con que son analizadas dichas obras, se observa que la normativa comprende el entorno inmediato a la construcción.

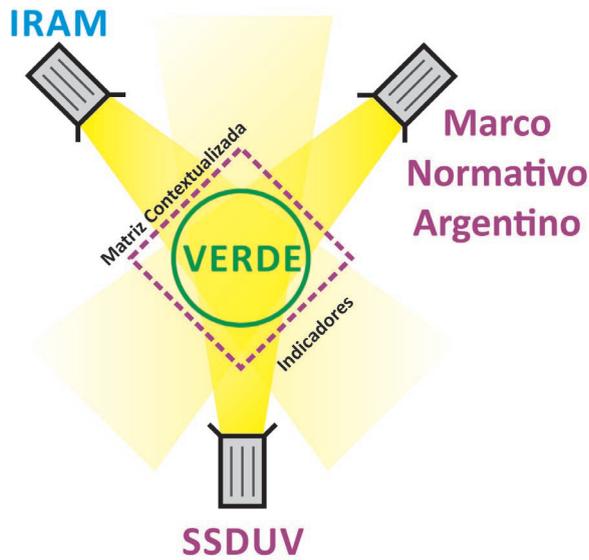


Figura 4a. Lámparas: Marcos legal y operativo de la matriz de datos contextualizada. Fuente: Elaboración de los autores.

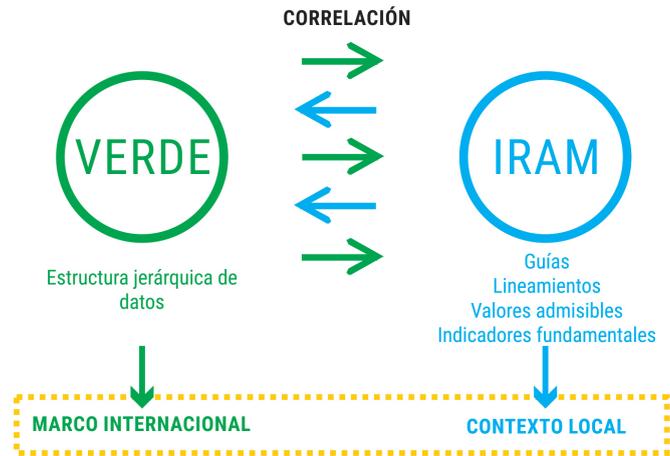


Figura 4b. Marco para la contextualización de VERDE NE UNIFAMILIAR V1.G. Fuente: Elaboración de los autores.

Visión VERDE		Visión IRAM - SSDUEV								% de contextualización	Observaciones
Categorías	Áreas de Protección										
	N° de criterios	Recursos naturales	Capital económico	Salud y bienestar	Equidad social	Patrimonio cultural	Prosperidad económica	Ecosistema			
Parcela y emplazamiento	4	2			2				100		
Recursos naturales	9	8							89	Eco-etiquetado	
Energía y atmósfera	5	3					1		80	Energía no renovable en el transporte	
Calidad del ambiente interior	4			4					100		
Aspectos sociales y económicos	1			1					100		
% de representatividad	100	56.52	0.00	21.74	8.70	0.00	0.00	4.35	---	---	
Total de criterios	23				21				91.30	---	
Innovación	NO INCLUIDO EN EL ANÁLISIS										

Tabla 5. Contextualización de la metodología base. Fuente: Elaboración de los autores.

En líneas generales, abordan todas las etapas del proceso, al tiempo que involucran la participación tanto del cliente como del proyectista, el contratista y el operador. En cuanto al ciclo de vida, las normas analizadas hacen hincapié en las etapas de construcción y uso (IRAM 21931-1/12). Es decir que IRAM apunta su accionar a la causa y no al efecto. Por tanto, aborda aspectos e impactos ambientales globales y locales.

Adicionalmente, la IRAM 21929-1/14, establece claramente qué aspectos corresponden a cada área de protección. En ese sentido, se destaca que cada aspecto tiene influencia primaria sobre una y solo una de las áreas de protección. Por consiguiente, de dicha norma puede extraerse el esqueleto principal de una matriz de datos contextualizada. Por otro lado, a partir de los objetivos de la IRAM 11931/16 pueden explicarse todas las áreas de protección de la IRAM 21929-1/14, lo que hace factible el uso de la misma para la determinación de los criterios y medidas correspondientes a cada indicador fundamental, con lo cual se completa la estructura jerárquica de datos de una matriz contextualizada.

Cabe subrayar que la normativa IRAM, si bien representa un importante avance en materia de sustentabilidad en la construcción no constituye una MEA contextualizada a la situación regional de las zonas áridas de Argentina, dado que no proporciona la estructura jerárquica de datos ni establece el sistema de ponderación propio de una metodología de ese tipo. Sin embargo, una mirada integral de dicha normativa favorece el desarrollo de un sistema de indicadores que faciliten, a futuro, la determinación de una matriz de datos contextualizada que sirva de base para la concreción de una MEA regionalizada para zonas áridas de Argentina.

En esta dirección y de acuerdo con el estudio de las MEAs internacionales realizado en esta investigación, se sostiene que la metodología VERDE presenta una serie de particularidades, tales como su claridad metodológica, la capacidad de guiar, o bien, la posibilidad de ser contextualizada que hacen que la misma sobresalga del resto de las MEAs estudiadas. En este contexto, se selecciona, por estar orientada específicamente a la evaluación de la vivienda, la herramienta VERDE NE UNIFAMILIAR V1.G para ser regionalizada a la situación físico-ambiental, económica y social de Argentina en general y, en particular, de la VSZA.

Para tales efectos, la construcción de matriz de datos contextualizada involucra (Figura 4a):

- La metodología VERDE NE UNIFAMILIAR V1.G³, a fin de acotar el campo del conocimiento.

- La normativa IRAM analizada, con el objetivo de contextualizar el método de referencia.
- Lo establecido por la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación (SSDUV), en lo que respecta a estándares mínimos de calidad (2006) para regionalizar el análisis en relación con la VS unifamiliar urbana.

De esta forma, la estructura jerárquica de datos de la matriz surge como resultado de la determinación de variables, criterios e indicadores simples, comparables internacionalmente y formulados en respuesta a las particularidades inherentes a climas áridos (Figura 4b). Por último, la Tabla 5 expone el alto porcentaje de contextualización a obtener como resultado de correlacionar las categorías de la metodología VERDE NE UNIFAMILIAR V1.G y la normativa IRAM puntualizada en el presente artículo.

CONCLUSIÓN

A partir de la caracterización y diagnóstico de los distintos sistemas de evaluación ambiental existentes, se identifican las características, estructura de datos y tendencias preponderantes de los mismos. Adicionalmente, el estudio permite pormenorizar cuatro de ellos (BREEAM, LEED, CASBEE y VERDE), los cuales se destacan por su metodología y trayectoria, como así también por abordar en específico la tipología vivienda.

Asimismo, se detectan las variables de análisis que determinan el carácter de la información contenida en estas herramientas, como también sus principales críticas, las que se relacionan directamente con la búsqueda de un mayor grado de estandarización, usabilidad y simpleza que facilite la contextualización al tiempo que disminuya la relatividad de sus sistemas de ponderación. Desde este punto de vista, evolucionar del paradigma del rendimiento al de la arquitectura integrada, supone que los mismos se desarrollen conforme a una mirada holística de la sustentabilidad.

Por ello, la búsqueda de una metodología de evaluación ambiental edilicia que sea contextualizable al caso de la VSZA debe aprehender integralmente el concepto de sustentabilidad, de modo que el énfasis esté puesto tanto en la dimensión ambiental de la arquitectura como en la social y económica. Esto resulta de primordial importancia para el caso de sistemas de evaluación cuyo límite espacial se corresponde con el de países en vías de desarrollo, dado que la realidad ambiental, social y económica de los mismos difiere de la de los países del primer mundo.

[3] VERDE - Vivienda unifamiliar, nueva edificación – Versión febrero de 2015.

En este marco, pensar en el mejoramiento de esta la VSZA, desde una perspectiva centrada en la sustentabilidad, involucra entender que el usuario y su comportamiento influyen en el mayor o menor consumo energético de la misma; así como, que las características proyectuales y constructivas son determinantes de su confort higrotérmico.

Sobre la base de lo antedicho, se concluye que la herramienta de evaluación ambiental VERDE, desarrollada en el marco del GBCe, posee características que permiten su regionalización a la situación ambiental, social y económica de la VS unifamiliar urbana de zonas áridas en Argentina. En consecuencia, su aplicación para el desarrollo de una matriz de datos contextualizada, que permita la construcción de indicadores compuestos de calidad orientados al mejoramiento integrado de dichas viviendas, resulta altamente viable. En efecto, el uso de la metodología VERDE permite obtener resultados comparables a nivel internacional que surgen en respuesta al cumplimiento normativo local. Así, de la correlación entre VERDE NE UNIFAMILIAR V1.G y la normativa IRAM relativa a la sustentabilidad en la edificación, el confort higrotérmico y la calidad edilicia, surgirá, en definitiva, la matriz de datos contextualizada a las particularidades de la VS en ambientes áridos, antes mencionada.

FUTURAS INVESTIGACIONES

Los resultados alcanzados requieren ampliar la investigación con miras a incluir, en lo sucesivo, el análisis de sistemas de calificación edilicia desarrollados en Latinoamérica, tales como la Calificación Energética de Viviendas (CEV) y Certificación Edificio Sustentable (CES).

AGRADECIMIENTOS

Instituto de Estudios en Arquitectura Ambiental (INEAA) – Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño – Universidad Nacional de San Juan (UNSJ).
Instituto de Mecánica Aplicada (IMA) – Facultad de Ingeniería – UNSJ.
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, Hikmat y AL NSAIRAT, Saba. Developing a green building assessment tool for developing countries - Case of Jordan. *Building and Environment*, 2009, vol. 44, n° 5, pp.1053-1064.

ALYAMI, Saleh y REZGUI, Yacine. Sustainable building assessment tool development approach. *Sustainable Cities and Society*, 2012, n°5, pp. 52-62.

BAUMANN, Henrikke y COWELL, Sarah. An Evaluative Framework for Conceptual and Analytical Approaches Used in Environmental Management. *Greener Management International*, 1999, vol. 26, pp. 109-122.

COLE, Raymond. Building environmental assessment methods: redefining intentions and roles. *Building Research & Information*, 2007, vol. 33, n°5, pp. 455-467.

IRAM - serie 11600. *Acondicionamiento térmico de edificios*. UNSJ. Biblioteca de la Facultad de Ingeniería. Instituto de Mecánica Aplicada. Norma. Argentina.

IRAM 11930. *Construcción sustentable - principios generales*. UNSJ. Biblioteca de la Facultad de Ingeniería. Instituto de Mecánica Aplicada. Norma. Argentina, 2010.

IRAM 21931-1. *Construcción sustentable - marco de referencia para los métodos de evaluación del desempeño ambiental de las obras de construcción*. UNSJ. Biblioteca de la Facultad de Ingeniería. Instituto de Mecánica Aplicada. Norma. Argentina, 2012.

IRAM 21929-1. *Construcción sustentable - indicadores de sustentabilidad - Parte 1: marco para el desarrollo de indicadores y un conjunto fundamental de indicadores para edificios*. UNSJ. Biblioteca de la Facultad de Ingeniería. Instituto de Mecánica Aplicada. Norma. Argentina, 2014.

IRAM 11931. *Construcción sustentable – sustentabilidad en edificios y obras de ingeniería civil – guía de aplicación de los principios generales de la IRAM 11930/10*. UNSJ. Biblioteca de la Facultad de Ingeniería. Instituto de Mecánica Aplicada. Norma. Argentina, 2016.

KIM, Sun-Sook; YANG, In-Ho; YEO, Myoung-Souk y KIM, Kwang-Woo. D. Development of a housing performance evaluation model for multi-family residential buildings in Korea. *Building and Environment*, 2005, vol. 40, n°8, pp. 1103-1116.

MITCHELL, Jorge Alberto. Consumo de energía para calefacción en el hábitat social de Mendoza: un caso de estudio. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 2005, vol. 9, pp. 07.07-07.12.

MONTEROTTI, Chiara. *Análisis y propuesta sobre la contribución de las herramientas de evaluación de la sostenibilidad de los edificios a su eficiencia ambiental*. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya Departamento de Construcciones Arquitectónicas I. Ámbitos de Investigación sobre la energía y el medio ambiente en la arquitectura. España, 2013.

MORENO CROSSLEY, Juan Cristóbal. Déficit habitacional en América Latina y el Caribe: Una herramienta para el diagnóstico y el desarrollo de políticas efectivas en vivienda y hábitat. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-HABITAT). Kenia: ONU-HABITAT, 2015.

QUEZADA MOLINA, Felipe. Métodos de evaluación sostenible de la vivienda: Análisis comparativo de cinco métodos internacionales. *Hábitat Sustentable*, 2014, vol. 4, n°1, pp. 56-67.

SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE.
Manual sobre Desertificación. *Dirección de Conservación del Suelo y Lucha contra la Desertificación* [en línea], 2005. [Consultado 29 junio 2015]. Disponible en: www.medioambiente.gov.ar.

SISTEMA DE LAS NACIONES UNIDAS EN LA ARGENTINA.
Objetivos de desarrollo del milenio Argentina - La oportunidad para su reencuentro. Buenos Aires: Presidencia de la Nación, 2003.

WALLHAGEN, Marita; GLAUMANN, Mauritz; ERIKSSON, Ola y WESTERBERG, Ulla. Framework for detailed comparison of building environmental assessment tools. *Buildings*, 2013, vol. 3, n°1, pp. 39-60.