

# SISTEMA DE MEDICIÓN DE PERFORMANCES EN EDIFICIOS

## “ETIQUETACIÓN DE SUSTENTABILIDAD EDILICIA”

Edgardo F. Suarez \*, Oscar A. Schiavo, Silvia Lujan, Nicolás E. Rinaldi, Lucila Pellizari,  
María C. Cáceres, Sofía Pereyra, Alejandra Broilo, María A. Tiranti.

(\* ) Director I.A.S. , C.A.P.C. y (\*\* ) Investigador I.A.S. ,C.A.P.C.  
Equipo de Etiquetación Edilicia, Instituto de Arquitectura Sustentable,  
Colegio de Arquitectos de la Provincia de Córdoba.

### Resumen

El sistema *eSe* (Etiquetación de Sustentabilidad Edilicia) elaborado por el EEE (Equipo de Etiquetación Edilicia), del IAS (Instituto de Arquitectura Sustentable) del Colegio de Arquitectos de Córdoba, es un sistema integral de auditoría y evaluación de performances de variables sustentables en edificios, tanto en etapa de proyecto, como existentes.

El protocolo presentado pretende ser, un conjunto ordenado de objetivos, requerimientos y estrategias, que a modo de instrumento operativo, mejore la eficiencia integral sustentable del diseño, la fabricación y el uso efectivo de los edificios. El factor medio-ambiental y aspectos económicos y sociales son especialmente tenidos en cuenta en este sistema, a manera de encontrar un mejor equilibrio en el marco del desarrollo sustentable.

El sistema plantea tres opciones de uso (figura 1):

- A: Como *sistema de certificación integral*, con puntajes relativos para proyectos y edificios existentes (1 a 100), utilizando la totalidad de los parámetros (32).
- B: Como *sistema de auditoría* en edificios existentes aplicando de 12 a 15 parámetros referenciales de performance.
- C: Como *asistente de diseño*, para la verificación referencial de eficiencia en el proceso de gestión de proyectos de alta performance de sustentabilidad en el uso de los recursos.

Los 32 parámetros de intervención que componen la ESE, (estos se clasifican en seis categorías de etiquetas: Sitio, Calidad Ambiental, Energía, Agua, Materiales y Gestión), en las primeras etapas de un diseño sustentable, se obtiene un cuadro de resultados categorizado en tres tipos de acciones, (figura 2):

- A - (Sin costo): 15 acciones, (representan un 46,8 % del total)
- B - (Costo con retorno temprano): 10 acciones (31,2 %)
- C - (Costo con retorno tardío): 7 acciones (22 %)

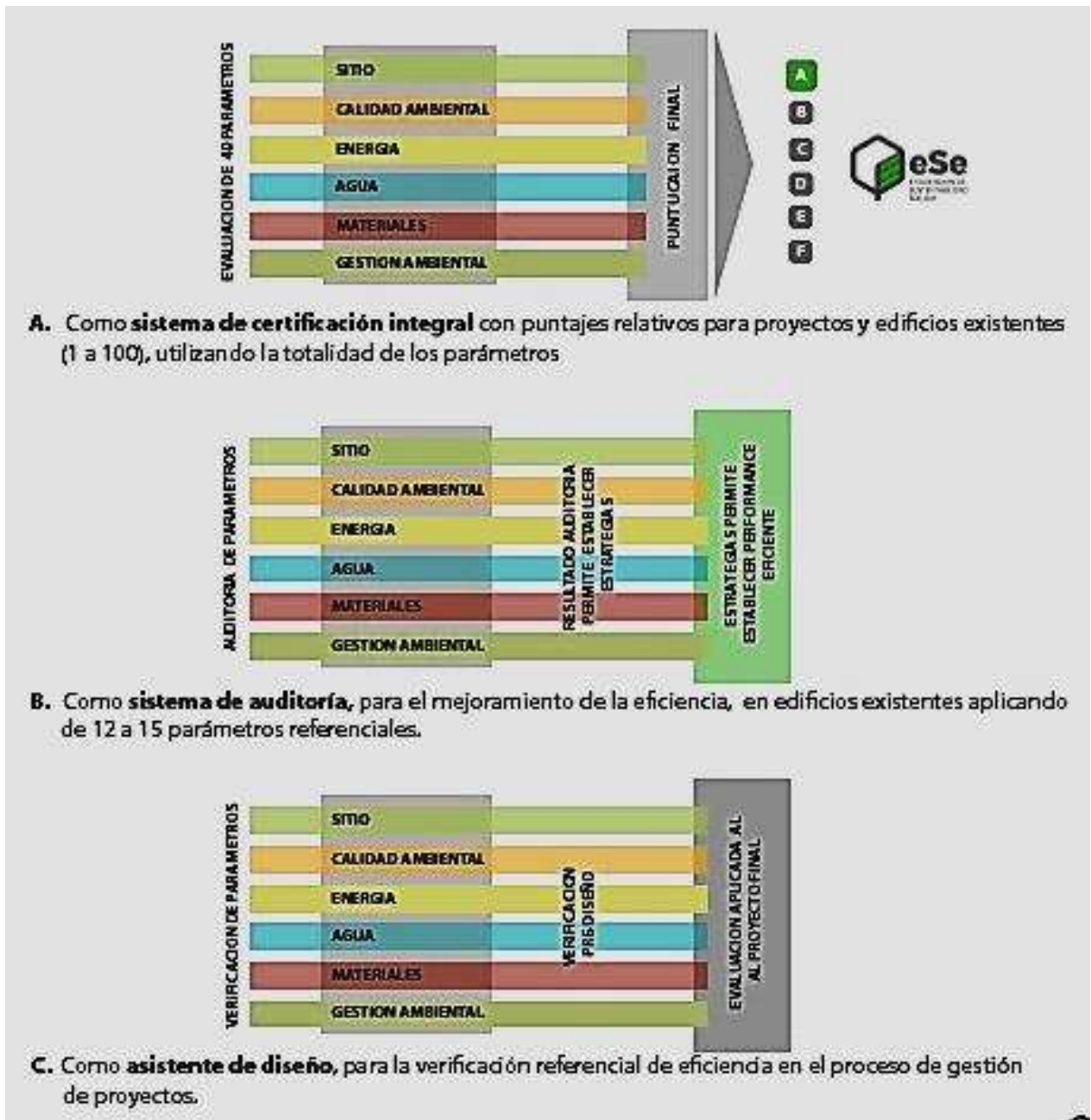


Figura 1. Diagramas de tipo de uso del protocolo

El grupo de acciones iniciales de diseño constituyen la mayor parte del grupo de estrategias sin costo adicional, lo que configura como importante la aplicación del protocolo en las etapas iniciales del proceso de diseño.

El protocolo posee la capacidad de adaptación para distintos escenarios económico–ambientales, a través de un índice de corrección o “peso ambiental” para cada categoría de edificios, lo que permite su viabilidad en distintos lugares del país.

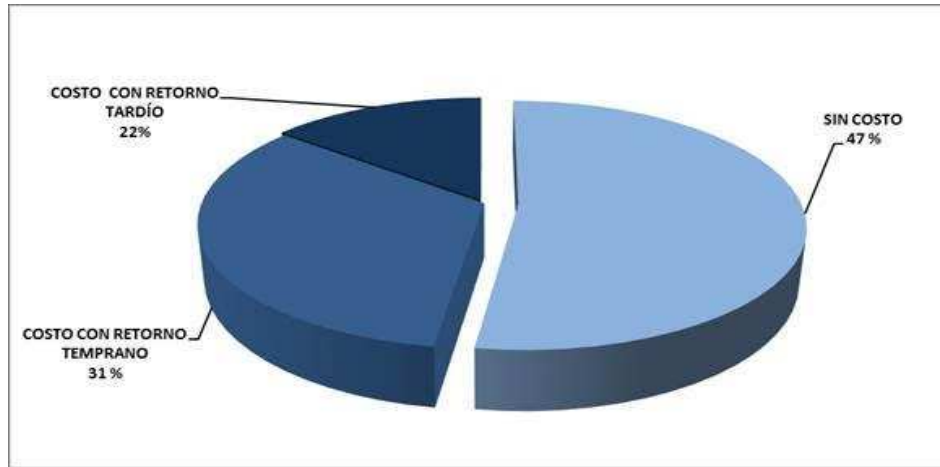


Figura 2. Grupos de acciones de eficiencia de acuerdo al tipo de costo relativo

### Desarrollo: Introducción

En el año 2012 la civilización humana alcanzó los 7.000 millones de personas y casi al mismo tiempo superó la marca del 50 % de población viviendo en ciudades, convirtiéndonos en un planeta de mayoría urbana. Esta cifra cobra significado cuando se suma a otra **que** nos dice **que**, a nivel mundial la construcción y operación de edificios en las ciudades son responsables del consumo de casi el 50 % de los recursos energéticos y generan más del 50 % de los GEI, ello sin mencionar las miles de toneladas de residuos de la construcción diarios que se producen en las ciudades, (incluyendo las de la Provincia de Córdoba), ubicando la industria de la construcción en uno de los 5 factores más influyentes en la degradación general de la tierra, el agua y el aire global.

En un contexto internacional de crecimiento insostenible respecto al bio-sistema que nos contiene y la incapacidad para mantenernos en funcionamiento de manera sustentable, especialmente en lo concerniente a la generación de energía, el impacto de los edificios en los recursos y el ambiente se puede resumir en las siguientes cifras:

- Energía 45-50 %
- Agua 50 %
- Materiales 55 %
- Pérdidas de tierra cultivable 75-80 %
- Perdida de bosques nativos 25 %
- Polución del aire 33 %
- Gases de efecto de invernadero GEI 52 %
- Polución del agua potable 42 %

A la luz de la importancia, que cobra el impacto acumulado del conjunto de edificios que compone las ciudades, en relación al desarrollo sustentable, ha sido en la última década, puesto en relieve un nuevo debate, sobre las razones que movilizan a los distintos países y

regiones a promover los protocolos de eficientización en las construcciones, que según el caso toman la configuración de Etiquetado o Certificación Edilicia.

Miradas divergentes a un mismo problema aplican soluciones diferentes orientadas a un mismo objetivo, y ya sea con enfoques hacia el clima, la cultura, la política o la economía, todas coinciden en un término general: la búsqueda de la excelencia y/o eficiencia en la producción, uso y consumo de los edificios de manera general.

Este sistema integral de evaluación de edificios fué desarrollado por un grupo interdisciplinario de más de treinta profesionales, trabajando desde el Equipo de Etiquetación Edilicia, en el Instituto de Arquitectura Sustentable del Colegio de Arquitectos de la Provincia de Córdoba, a partir el año 2011, con el apoyo y asesoramiento técnico de distintas instituciones a nivel local y nacional.

El proceso de construcción del sistema se inició con el estudio detallado y posterior proceso de “ingeniería inversa” de las certificaciones internacionales más antiguas y desarrolladas tales como: BREAM, *British Research Establishment Environmental Assessment Method* (Gran Bretaña), LEED, *Leadership in Energy and Enviromental Design* del United States Green Building Council, USGBC (EEUU), CASHBEE, (Japón), *Pasiv Haus* y *Deustche Gesellschaft fur Nachhaltiges Bauen*, DGNB (Alemania).

A ello se sumó el análisis del alcance de las Normas IRAM, Instituto Argentino de Normalización y Certificación pertinentes: 11601 Aislamiento térmico de edificios. 11603 Clasificación Bio-ambiental de la República Argentina. 11604 Aislamiento térmico de edificios. 11625-11630 Aislamiento térmico de edificios, verificación de sus condiciones higo-térmicas. 11658-1 Puentes térmicos. 11900 Etiquetado de eficiencia energética para viviendas.

La idea de arquitectura conlleva, desde siempre, implícita la idea de sustentabilidad, aunque solo es recientemente, que se denomina arquitectura sustentable de manera explícita, a aquella que refiere a los procesos de diseño avanzado que involucran múltiples disciplinas y que, cuando trabajan de manera integrada, satisfacen diversos objetivos que permiten alcanzar altos niveles de rendimiento y eficiencia.

Mientras que hace una década, el objetivo consistía, en saber qué hacer para obtener edificios más eficientes, en estos últimos años, el verdadero desafío se cierne en cómo lograr este mismo objetivo sin aumentar las erogaciones del presupuesto asignado al proyecto. Para ello es necesario establecer parámetros claros de medición objetiva, de las distintas variables que componen el diseño, construcción y uso de los recursos totales de un edificio.

### **Objetivos: Protocolo**

La Etiquetación de Sustentabilidad Edilicia del IAS - CAC es un conjunto ordenado de objetivos, requerimientos y estrategias, que establecen, tanto el protocolo del proceso de diseño, como el control de dicho proceso y su verificación efectiva en obra, dirigidos a mejorar la excelencia global y particular de la factura de los edificios.

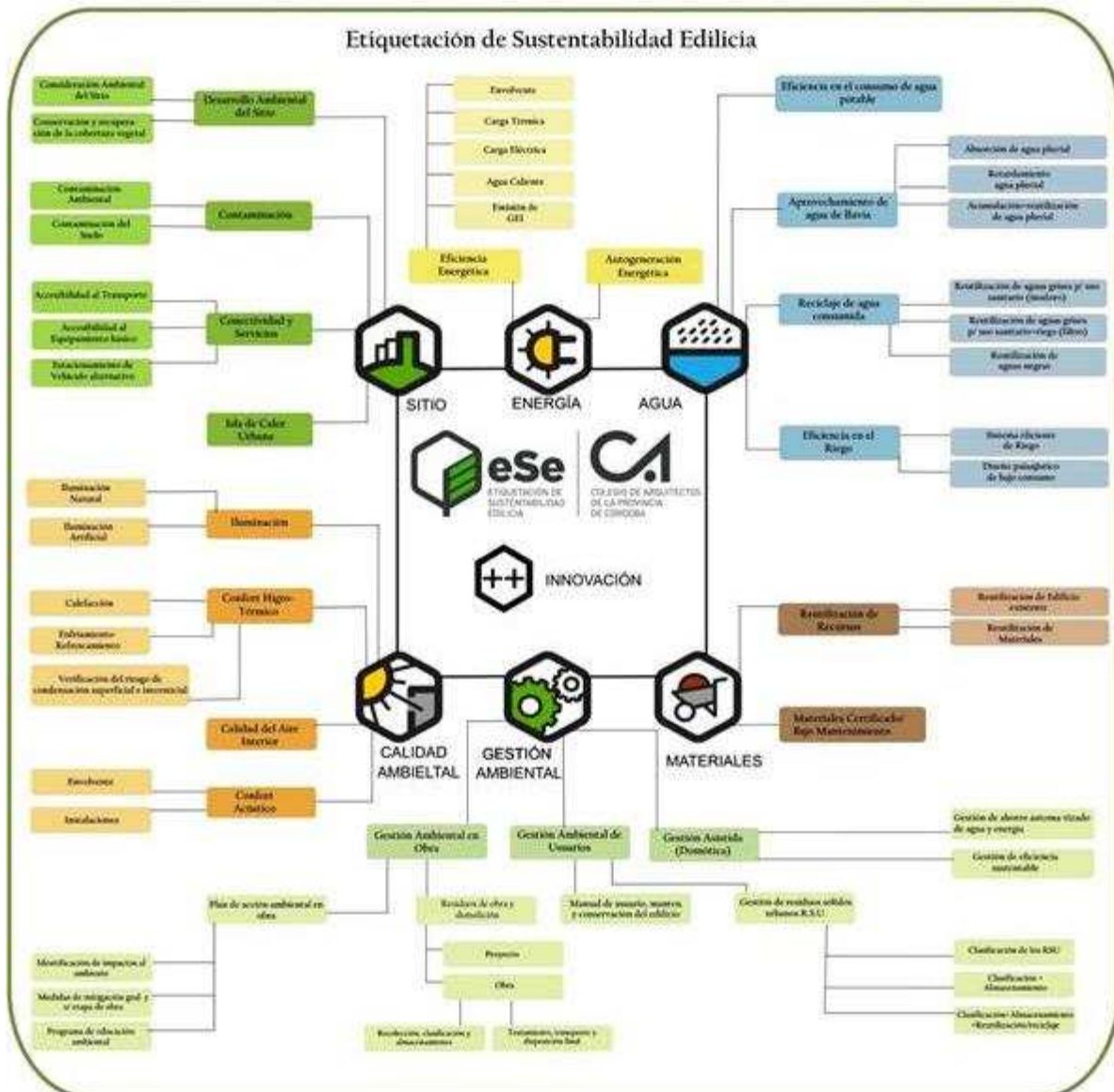


Figura 3. Universo de variables del protocolo eSe

El protocolo se compone de 6 etiquetas, 20 créditos y 32 parámetros ordenados de acuerdo a la siguiente decodificación:

|          |          |           |
|----------|----------|-----------|
| <b>1</b> | <b>2</b> | <b>1</b>  |
| ETIQUETA | CRÉDITO  | PARÁMETRO |

Sobre un total de 100 puntos posibles, la asignación de puntos relativos es la siguiente:

|    |                   |      |
|----|-------------------|------|
| 1. | SITIO             | 14 p |
| 2. | CALIDAD AMBIENTAL | 16 p |
| 3. | ENERGÍA           | 34 p |
| 4. | AGUA              | 14 p |
| 5. | MATERIALES        | 7 p  |
| 6. | GESTIÓN           | 14 p |

## VARIABLES DE ANÁLISIS / PUNTAJE RELATIVO

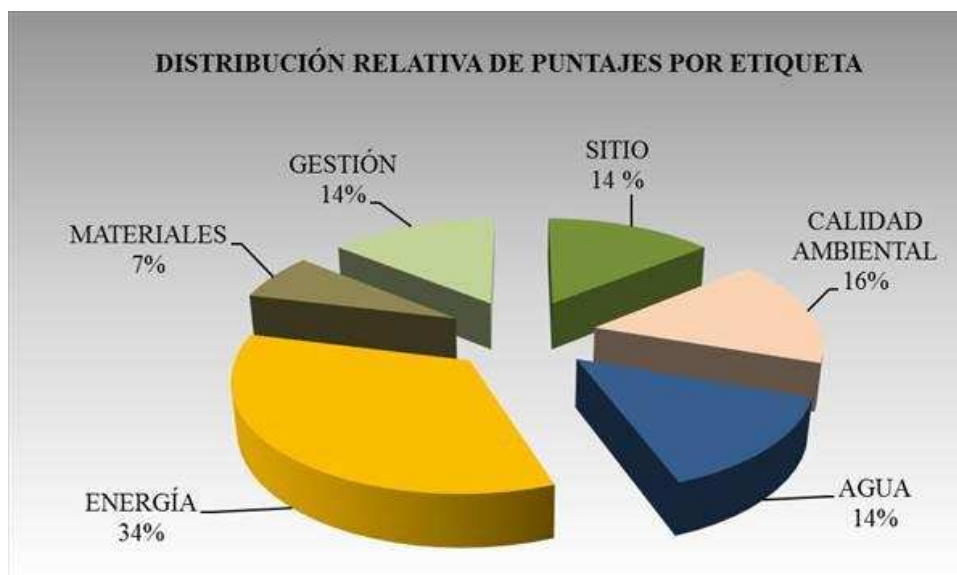


Figura 4. Distribución relativa de puntajes p/etiqueta, base Córdoba ciudad (peso ambiental 1)

La iconografía original registrada de las seis etiquetas:



Figura 5. Iconos registrados de etiquetas eSe



## Sistema de puntuación

El sistema de puntuación a homologar prevé 8 categorías, siendo A+, máxima y G, mínima.



Figura 6. Placas de Etiquetado eSe

Cantidad de puntos por categoría:

|    |           |   |           |
|----|-----------|---|-----------|
| A+ | + de 90 p | A | 80 a 89 p |
| B  | 70 a 79 p | C | 50 a 69 p |
| D  | 40 a 49 p | E | 30 a 39 p |
| F  | 15 a 29 p | G | h / 14 p  |

Donde, a modo comparativo, se acepta que un edificio A+ es un edificio equivalente en las normas norteamericanas LEED a la categoría 'platino' y en las normativas europeas a un edificio pasivo de máxima performance. Por otro lado, aún el edificio etiquetado con la categoría G, se debe considerar como sustentable, asumiendo que el simple hecho de concluir el proceso de etiquetación, implica un diagnóstico de performances que permiten detectar potenciales mejoramientos multi-variables e iniciar una proceso de generación de valor y mejoramiento de la eficiencia general de 32 variables de sustentabilidad.

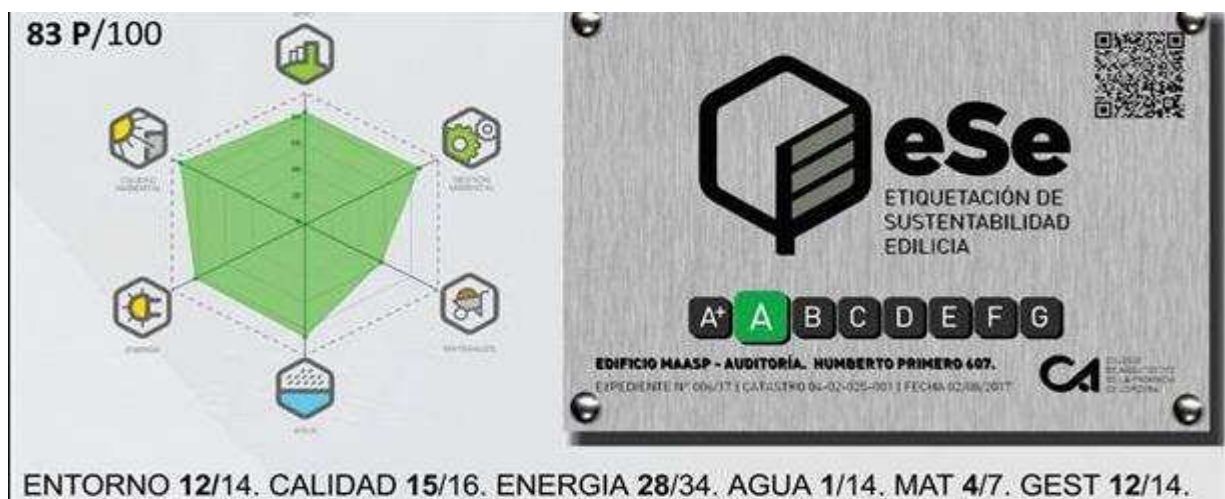


Figura 7. Placa e infograma de resultados de etiquetado eSe

## Peso Ambiental. Factor de Corrección local

En el sistema de puntuación, se dispone de un factor de corrección de la incidencia ambiental, denominado peso ambiental, que en los aspectos sensibles a la variabilidad local, tales como: el clima, el uso del suelo, el acceso al agua potable, a la energía, y su ubicación relativa en el territorio, permite una corrección de su grado de incidencia, promoviendo un sistema más equilibrado en función de su propio medio-ambiente. Por ejemplo: El peso ambiental de la etiqueta 2 AGUA, es diferente en Córdoba capital que en Deán Funes (norte árido cordobés), siendo su incidencia 15 % mayor en el caso de la ciudad de Córdoba.

Estos algoritmos se fijan automáticamente al principio del proceso, a partir de una planilla de cargas geo-referenciada, que al final del proceso de evaluación distribuye el factor de corrección correspondiente a cada etiqueta, no siendo esto una regla fija, en todos los casos.

## Protocolo de Gestión del Sistema

El Protocolo de gestión y funcionamiento general de la Etiquetación Sustentable Edilicia se basa el concepto de mejoramiento continuo (Circulo virtuoso de Deming) alrededor del parque edilicio tanto proyectado como construido, lo que implica permanente accesibilidad al mismo por parte de los distintos usuarios del sistema: Profesionales / Etiquetantes, Auditores, Comitentes, Organismos de Regulación, Colegios Profesionales, Comunidad general.

En los distintos momentos del proceso continuo de mejoramiento que se plantean:

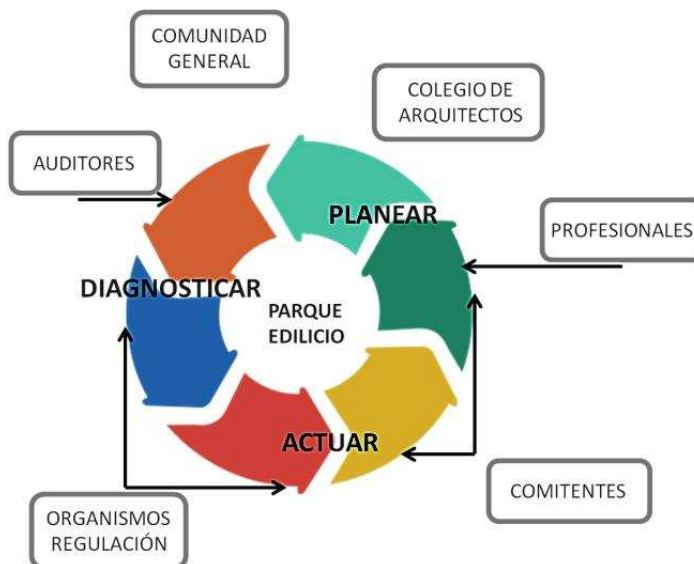


Figura 8. Diagrama de momentos del proceso de mejoramiento contínuo, del protocolo eSe. A su vez, y en consideración a los sistemas de homologación de certificaciones, el protocolo se referencia al sistema de normas ISO, particularmente, la 19011: “Directrices para la auditoría de sistemas de gestión”, y la 17021: “Requisitos para los organismos que realizan auditorías y certificación de sistemas de gestión, Evaluación de la conformidad”.



El protocolo de funcionamiento del sistema dispone de un software de gestión con la siguiente lógica de estado:

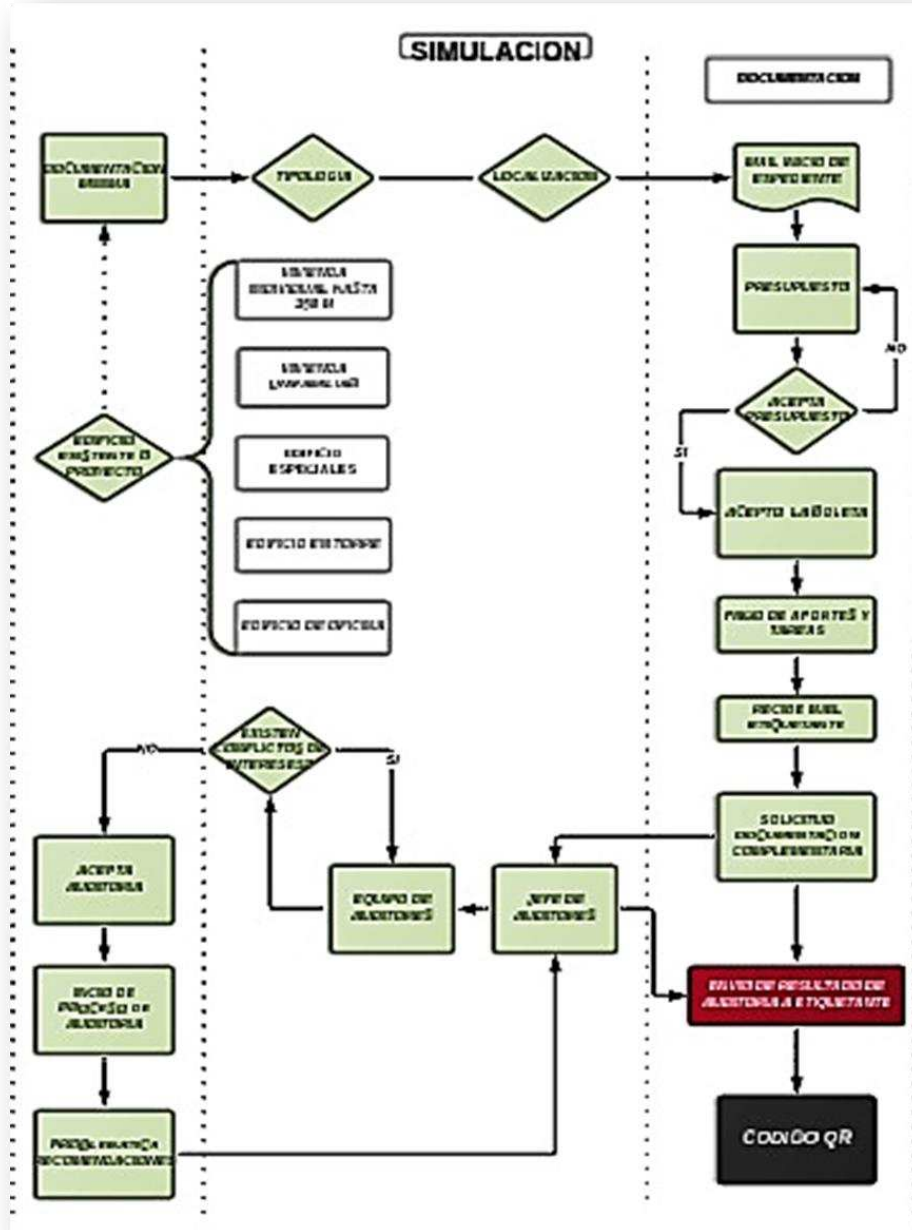


Figura 9. Diagrama de flujo del software de gestión del protocolo eSe de etiquetado

Desde el año 2016, el sistema se encuentra operativo y se estableció como una de las prioridades trabajar en el sector de los edificios públicos, desde el enfoque de la Auditoría de Sustentabilidad Edilicia, (segunda opción de uso). En ese marco, han sido firmado convenios con el Ministerio de Energía, Agua y Ambiente; el Ministerio de Ciencia y Técnica y la Secretaría de Estado de Arquitectura del Gobierno de la Provincia de Córdoba; con Municipalidades: Ciudad de Córdoba, Ciudad de Carlos Paz; empresas estatales: EPEC, Hemoderivados (UNC); llegando a 10 edificios auditados y etiquetados, hasta agosto de 2017.

Desde julio de 2017, se encuentra abierto el Registro Público de Etiquetado de Sustentabilidad Edilicia en toda la Provincia de Córdoba y, a través de los convenios multilaterales de FADEA, para todos los arquitectos Argentinos en todo el territorio nacional. En noviembre de 2017, se inició el plan de auditorías integral para el parque edilicio de la EPEC, comenzando con los 90 edificios del Distrito Capital. En el año 2018 se iniciará el proceso de la correspondiente acreditación y homologación en la OAA, Organismo Argentino de Acreditación.

### **Listado de parámetros principales de la Auditoría de Sustentabilidad Edilicia**

1. Auditoría energética de la envolvente completa de cada edificio (verificación Normas IRAM 11601 Aislación térmica, 11625 y 11630 Condensación superficial e intersticial)
2. Modelado y Simulación energética de carga térmica anual para ciclos de refrigeración y calefacción (Wh/m<sup>2</sup> año)
3. Modelado y Simulación energética de carga eléctrica anual (Wh/m<sup>2</sup> año)
4. Modelado y simulación de Iluminancia, FIN y deslumbramiento, (iluminación natural).
5. Modelado y simulación de calidad e iluminancia de iluminación artificial interior.
6. Cálculo de GEI (CO<sub>2</sub> eq).
7. Cálculo de carga Agua Caliente Sanitaria (Wh/m<sup>2</sup> año).
8. Verificación de Ciclo de renovación y calidad del aire.
9. Análisis bioclimático de la envolvente.
10. Cálculo de eficiencia en el consumo de agua potable.
11. Diagnóstico y cálculo de sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia, reciclaje de agua consumida (grises) y eficiencia en el riego.
12. Diagnóstico de Gestión de RSU y ROD (Residuo de Obra y Demolición).
13. Diagnóstico de integración de sistemas (Automatización de Gestión de Uso).
14. Cálculo de cobertura vegetal equivalente (conservación y recuperación).
15. Diagnóstico de sistemas sépticos.
16. Diagnóstico de IRS (Índice de Reflectancia Superficial) de cubierta, como herramienta de mitigación de la ICU (isla de Calor Urbana).

El listado de protocolos obedece a la necesidad de auditar distintos aspectos del funcionamiento del edificio que permitan establecer distintas estrategias de intervención, pues visibilizan variables alternas sobre un mismo aspecto o recurso objetivado.

Los recursos básicos verificados por el protocolo eSe son:

**Agua, Energía y Contaminación** asociada a la gestión de los mismos (*ambiente*).

La verificación de control de los distintos tipos de **contaminación** relacionados con el uso de los recursos, de acuerdo al protocolo eSe, es:

- Ciclo Séptico (contaminación del suelo)
- Cobertura Vegetal Equivalente CVE (contaminación bio-ambiental)
- IRS de las cubiertas de techo (contaminación térmica)
- Emisión de GEI (contaminación atmosférica)
- Ciclo de RSU (residuos sólidos urbanos)
- Renovación del aire (contaminación del aire)

En el caso del uso de AGUA POTABLE, se mide la demanda primaria del recurso agua, en litros por persona, en función de los usos previstos para cada tipología de edificio.

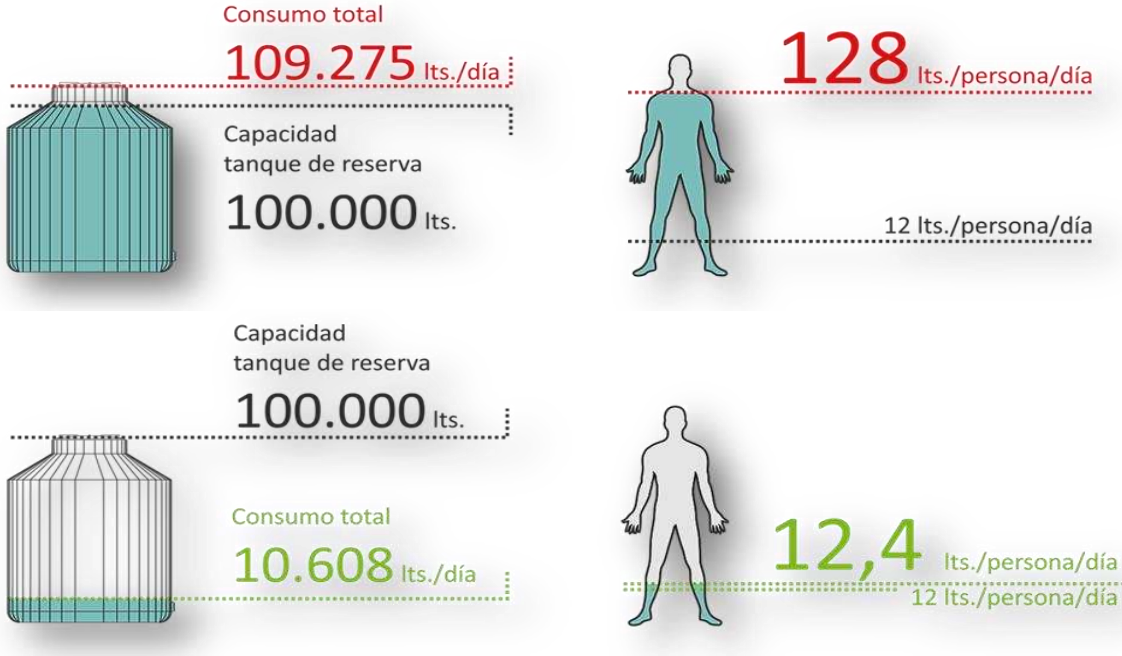


Figura 10. Agua Potable: Iconos y valor representativos de la capacidad de reserva + consumo por persona, pre y post tratamiento de eficiencia de gestión del agua.

El sistema de iconización de los resultados de auditoría y post-estrategias de mejoramiento, promueve la visibilización de los resultados con el objetivo de entender el tipo de demanda y la dotación relativa de reservorios para atender al consumo responsable del agua potable.

En el caso del APROVECHAMIENTO PLUVIAL, se realiza el cálculo en función de la superficie efectiva de recolección total del edificio, y se presenta en litros / mes, determinado a su vez, por los datos pluviométricos proyectados en cada región.

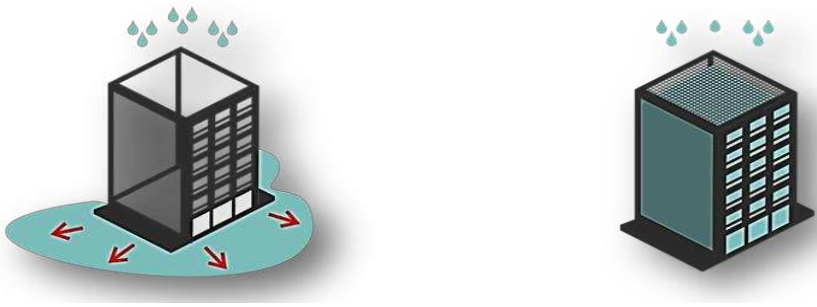


Figura 11. Capacidad de cosecha pluvial: 0 % capacidad post-auditoria: 92 %.

La iconización de los resultados de auditoría y post-estrategias de mejoramiento, en este caso, promueve el aprovechamiento de la capacidad instalada de captación pluvial, en m2 de superficie efectiva, traducida en litros mensuales, los que a su vez, permiten dimensionar el tanque reservóreo de manera más eficiente en su relación de llenos y vacíos estacionales.

En el caso del análisis del CICLO SÉPTICO, se realiza el cálculo en litros por m<sup>2</sup>.



Figura 12. Ciclo Séptico: Icono y valor representativos pre y post tratamiento de efluentes

Se clasifican las líneas referenciales o de base según tipología de uso, y el sistema de informes presenta una iconización de los resultados de auditoría y luego de las posibles estrategias de mejoramiento.

En el caso de COBERTURA VEGETAL EQUIVALENTE – CVE, se trata de un índice de equivalencias diseñado para determinar de manera fehaciente la relación residual que determina cada ubicación edilicia para cada predio.

Utiliza la hipótesis paleo-biológica, de recuperar la vegetación original correspondiente al sitio bajo diagnóstico y que pudiera haber sido afectada por el asentamiento edilicio (en función de variables tales como: pendiente del terreno, FOS, FOT y densidad poblacional) para conservar y/o recuperar una cobertura existente sostenible final.

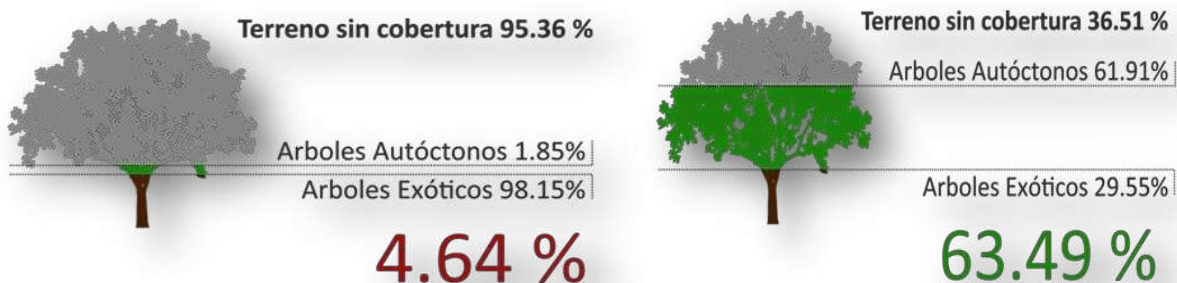


Figura 13. Cobertura Vegetal Equivalente: Icono y valor representativos pre y post estrategia

Los íconos del informe, presentan tres resultados relevantes: el “porcentaje de cobertura deudor”, el de especies autóctonas y el de especies invasoras, el objetivo es equilibrar las demandas de agua de las distintas especies y su aptitud para el crecimiento.

En el caso del INDICE DE REFLECTIVIDAD SOLAR – IRS, está basado en la norma ASTM E1980-11. Es un indicador que incorpora la reflectancia y la emitancia en un único término que representa la temperatura de una superficial horizontal, o de baja pendiente (< 9.5°), de una material opaco expuesto al sol. Permitiendo una comparación directa entre superficies con diferentes propiedades ópticas (albedo y emisividad).

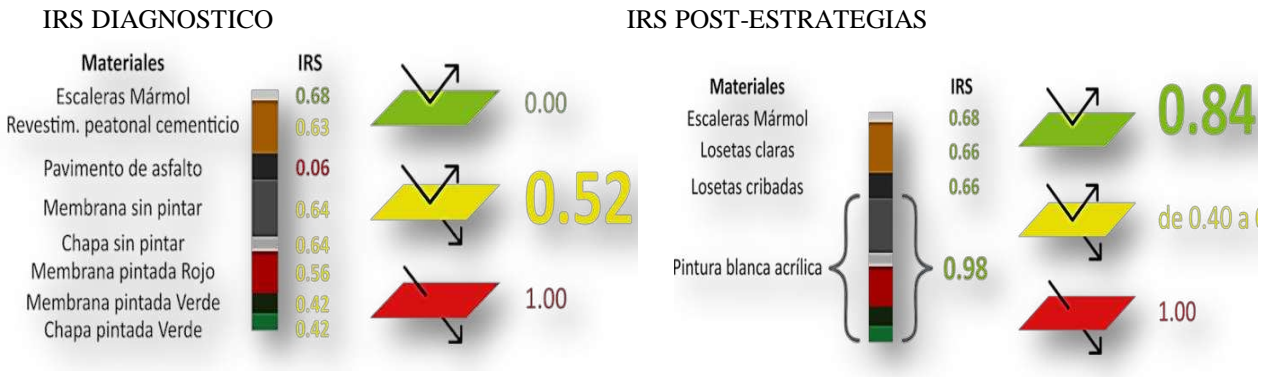


Figura 14. IRS: Icono y valor representativos pre y post estrategia de eficientización

El protocolo eSe promueve la utilización de materiales que aumenten la emisividad de las superficies de las envolventes (especialmente cubiertas), los solados y demás superficies construídas, y cuya característica más relevante es la de mantener baja la temperatura superficial, liberando menor calor hacia el medioambiente y el interior de los edificios.

En el caso de EMISIONES GEI (gases efecto invernadero) se trata del índice de equivalencia más desarrollado en los últimos años por todos los etiquetados de eficiencia energética, y permite determinar la emisión equivalente de Gases Efecto Invernadero (GEI) (en Toneladas de Petróleo Equivalente TEP x metro cuadrado construído), y en referencia al consumo de energía primaria necesario para hacer funcionar dicho edificio.

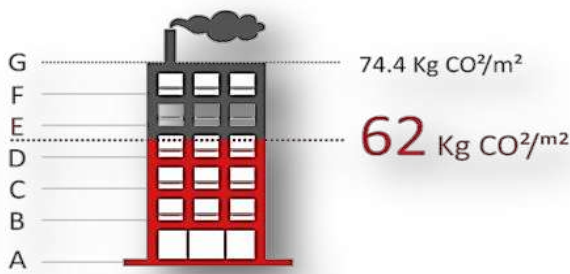


Figura 15a. GEI auditoria

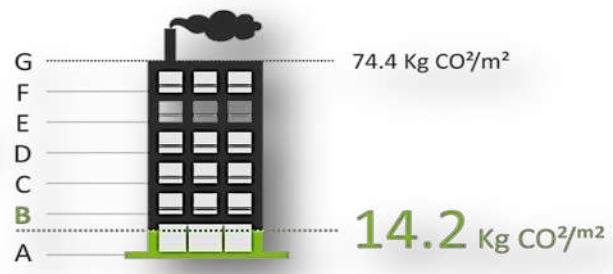


Figura 15b. GEI post-estrategias

El Protocolo eSe permite visibilizar la “actitud energética”, en relación con fuentes renovables, y aunque está directamente relacionada a la matriz energética nacional, promueve la des-carbonización de la gestión de energía, se mide en CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/año.

En el caso de RESIDUOS SOLIDOS URBANOS- RSU, el índice pretende implantar un Plan de Gestión adecuado y responsable de los RSU producidos en los edificios a partir de estrategias de minimización/ reducción, clasificación, reutilización y reciclado de los mismos.

Mide las tres variables básicas (y crecientes) en la gestión de residuos: Clasificar, Almacenar y Reciclar, de acuerdo a un protocolo que incluye requerimientos y estrategias que promueven la disminución en la generación y gestión de dichos residuos, especialmente los de tipo doméstico, ya sea unifamiliar o multifamiliar, cuyos requisitos son más estrictos con la escala.



Se mide la “actitud edilicia” frente a la gestión de residuos en dichas 3 acciones:



Figura 16. RSU: Icono y valor representativos pre y post estrategia de eficientización

La determinación de la carga energética necesaria para el uso y funcionamiento de un edificio, se consigue discriminando la DEMANDA energética (energía primaria) del CONSUMO efectivo de energía, compuesta por los siguientes tipos de carga: 1. CARGA TÉRMICA, energía necesaria para climatización, 2. CARGA GENERAL, en edificios de oficinas incluye la energía necesaria para tareas de ofimática, y en torres para equipos pesados y ascensores, y 3. AGUA CALIENTE SANITARIA, energía necesaria para el calentamiento de agua de uso sanitario.

La demanda se modela y simula utilizando valores en acuerdo a las normas de habitabilidad de confort estacionales mínimas, con diversos motores cálculo para el modelado y simulación de los ciclos térmicos, de la iluminación artificial demandada, verificada en función de los niveles de iluminación natural existentes.

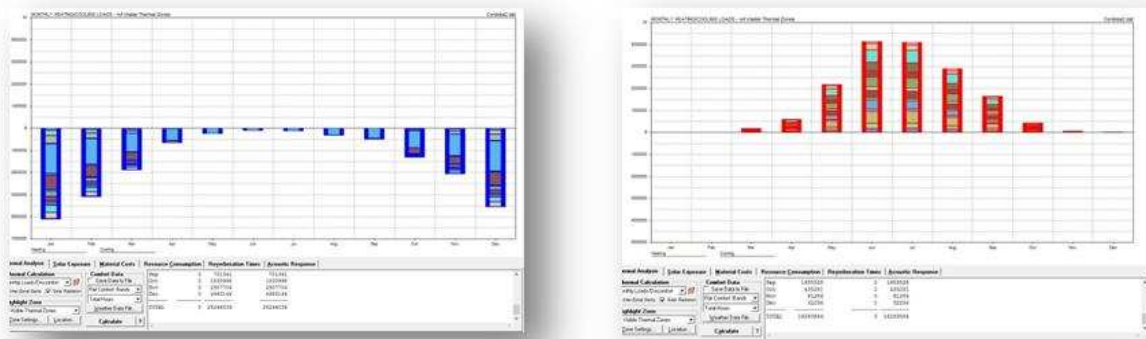


Figura 17. Diagrama de demanda de energía térmica para ciclo refrigeración y calefacción

Una vez establecida la demanda de cada prestación, debe ser cruzada con las necesidades de uso de las instalaciones, estableciendo parámetros de confort mínimos, lo que permite encontrar las claves estructurales que generan el desequilibrio en el uso de los recursos, mientras que la distorsión entre ambos resultados (demanda-consumo), lo hace sobre la ineficiencia de los equipos y dispositivos que brindan la prestación, e implica otro tipo de estrategia de intervención. Cabe aclarar que el protocolo eSe, en su etiqueta de energía, está diseñado de manera equivalente y referenciado a la nueva Norma IRAM 11900, Etiquetado de Eficiencia Energética en Viviendas, representantes de Instituto de Arquitectura Sustentable



del Colegio de Arquitectos de Córdoba forman parte del Subcomité de discusión de dicha norma, lo que permite la sincronización de equivalencias.

Las dos diferencias principales entre ambos protocolos (solo para el caso de viviendas) son:

1. La Norma IRAM 11900, para el caso del modelado y simulación de la carga térmica, realiza cálculos de tipo cuasi-estático (día de diseño / mes) y la eSe los realiza con cálculos de tipo dinámico de ciclo diferenciado anual, sobre base Energy +.
2. El protocolo de resumen de cálculo del IPE, Índice de Prestaciones Energéticas, en el caso de la IRAM, incluye de manera directa la carga nominal de energía renovable disponible en viviendas, y la eSe lo hace en este caso de manera similar, pero diferenciando la performance pasiva del edificio de la capacidad activa instalada.



Figura 18. Diagrama de resultado de Índice de Prestación Energética, pre y post estrategias

Se verifica la envolvente, en su capacidad energética de aislación térmica “K” (IRAM 11605), su condición frente a la condensación superficial e intersticial (IRAM 11625-30), el retardo y el amortiguamiento, tanto interior – exterior (ciclo calefacción) como el exterior – interior (ciclo refrigeración) la sobre-exposición solar y los aspectos técnicos que inciden en su interacción energética con el ambiente. Otro tipo de verificaciones que realiza el protocolo, es desde el confort ambiental: Iluminación Natural, Confort Hígro-térmico (ambos ciclos térmicos) y Confort Acústico. Como etapa final, el proceso permite establecer el análisis comparativo de las líneas de base de referencia (según normas disponibles o clasificaciones más exigentes), desde su estado al momento de la auditoría, hasta el estado post - propuesta de mejoramiento.

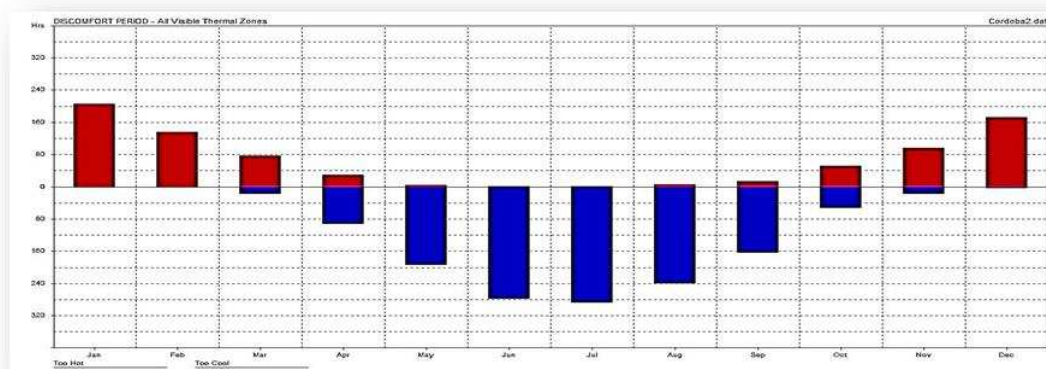


Figura 19. Diagrama de horas de desconfort mensual.

## Objetivos - Justificación del proyecto:

Desarrollo de los beneficios económicos, ambientales y sociales que persigue el protocolo de la Etiquetación de Sustentabilidad Edilicia:

- **Mejorar** los índices relativos de eficiencia de los edificios en variables tales como:
  - a- Performance energética global y particular (térmica, eléctrica, a.c.s., envolvente)
  - b- Consumo eficiente del agua
  - c- Uso sustentable de los materiales
  - d- Respeto y conservación por el ambiente construido y natural
  - e- Confort Bio-ambiental
  - f- Gestión sustentable eficiente (construcción y uso)
- **Reducir** la contaminación global que el edificio provoque al ambiente (GEI, Tn eq CO<sub>2</sub>):
  - a- Acústica, especialmente de baja frecuencia.
  - b- De residuos, tanto sólidos como fluidos.
  - c- Hacia el suelo y el ambiente vegetal.
  - d- Térmica, Isla Urbana de Calor
- **Gestionar** el manejo eficiente tanto de, los residuos de construcción producidos durante la obra del edificio, como de los RSU producidos por los usuarios de los edificios.
- **Mejorar** los índices de ocupación, alquiler y rotación económica del inmueble mediante la generación de valor que prevé el sistema de etiquetación.
- **Eficietizar** los costos operativos, de uso y mantenimiento del edificio.
- **Disminuir** el impacto ambiental negativo global de los inmuebles en los ecosistemas donde se hallan alojados, ponderando estrategias, técnicas y uso de materiales sustentables, tanto en el diseño como en la construcción de los edificios.
- **Optimizar** el consumo de agua y energía según su propio uso relativo y disminuyendo la presión colectiva en el consumo comunitario, mejorando así los índices de:
  - a- Litros de agua potable / m<sup>2</sup> / año
  - b- kWatt hora / m<sup>2</sup> / año
- **Mejorar** las posibilidades de diferenciación positiva, en elegibilidad de uso del edificio, por parte de distintos actores: inversores, inquilinos, administradores y comunidad en general.
- **Incrementar** el valor relativo del edificio en relación del resto del mercado inmobiliario.
- **Aumentar** la gestión educativa ambiental en los usuarios y ocupantes de los edificios.
- **Mejorar** del confort higro-térmico, lumínico y ambiental en los espacios interiores.
- **Aumentar** la elegibilidad ambiental de los usuarios del sistema, incrementando la relación de cobertura vegetal equivalente (indicie relativo de masa arbórea por persona) y el mejoramiento de los espacios externos controlados, mejorando la ocupación y los niveles de percepción de los usuarios, (personal de planta, visitantes, proveedores).
- **Fortalecer** el nivel de satisfacción del usuario, al mejorar la calidad ambiental de las instalaciones, reducir el ausentismo y mejorar la productividad, en particular las tareas de generación de valor.
- **Detectar** yacimientos de generación de los recursos: 1. Agua de lluvia para su reutilización en uso sanitario y riego. 2. Energías renovables. A partir de 2018 se debe resolver el 8% de la demanda total del edificio en autogeneración utilizando energía solar, eólica, biomasa, etc).
- **Promover** de manera gradual, la conversión hacia protocolos de control inteligente, desde dispositivos de control de uso de recursos en edificios (domótica, pre-domótica).



Figura 20. Estrategias combinadas de eficiencia, edificio MAASP, Gob. Prov. Córdoba.

## Conclusiones

El protocolo eSe fue desarrollado en el seno del IAS-CAPC por más de 40 profesionales de distintas disciplinas, en un proceso continuo de 6 años, (desde 2010); luego en 2016 se inició el proceso de verificación y puesta a punto del sistema, aplicando los motores de diagnóstico de performance del protocolo, de manera práctica a una serie de edificios complejos (en su mayoría de orden público), obteniendo así, una serie de resultados combinados de auditoría y estrategias de mejoramiento que finalmente permitieron “refinar” los parámetros de uso inicial, previstos en el registro público de etiquetado de sustentabilidad de edificios (públicos y privados) para las variantes: “proyecto de edificio” y “edificio en uso”, el que se encuentra abierto desde julio de 2017, en la provincia de Córdoba. Los resultados iniciales han sido reveladores respecto a la potencialidad del sistema como herramienta de detección de conflictos de eficiencia en el uso de los recursos edilicios y de posibles “yacimientos” de mejoramiento, esto permitió inferir una serie de conclusiones, algunas de las cuales son:

En el 80 % de la muestra (10 casos) la importancia del diagnóstico para detectar de manera precisa el origen del problema (excesivo consumo de energía registrado) estuvo vinculado a interpretar las distintas deficiencias en el diseño de la envolvente exterior, más que a ninguna otra variable (deficiencias en: aislación térmica, capacidad de retardo y amortiguamiento de los paños opacos, sobreexposición solar de los paños vidriados, no consideración de los puentes térmicos como variable de diseño, capacidad de adaptación a los distintos escenarios climáticos estacionales).

- La participación de la carga térmica siempre fue superior al 50 % de la demanda de energía primaria total; disminuyendo sólo en aquellos casos donde otra variable se hallaba aún más des-calibrada (caso edificio CPC Argüello, Munic.Cba, para iluminac. artificial y ofimática).
- El potencial de mejoramiento de las performances energéticas siempre estuvo mayormente vinculado a *variables infraestructurales*, la *gestión de uso*, solo representa una participación de entre el 8 y el 16 %. En general los usuarios son “cautivos” de las limitantes ofrecidas por los edificios, siendo mínimo el impacto de performance de eficiencia por el tipo de uso de los dispositivos y/o espacios de los edificios.
- Para el caso de uso de agua potable, siempre fue posible mejorar la eficiencia del índice de consumo final, sólo a partir del recambio de infraestructura y luego de la gestión de uso (educación del usuario). Sumando estrategias de efficientización, hubo casos de mejoramiento de hasta el 90 % de la demanda final (caso edificio Central EPEC), sólo implementando estrategias sencillas y de bajo costo.
- La contaminación registrada en el uso de los recursos edilicios, es simplemente ignorada en el 90 % de los casos. Hay una marcada evidencia de “transversalidad” entre la ineficiencia y la contaminación, y se puede resumir en: “a mayor *exergía* en el uso de los recursos, se registra un sensible aumento de la contaminación asociada”.
- En el 100 % de los casos hubo paquetes de soluciones sencillas que permitieron la remisión de entre un 40 y hasta un 60 % de la solución presentada. Todos los resultados



ayudaron a concluir sobre la importancia vinculante de las decisiones iniciales, especialmente las vinculadas al *diseño pasivo*. La necesidad de aplicación de *soluciones tecnológicas* (implicando mayores costos), fueron la respuesta mayormente implementada, de manera proporcional al grado de ausencia de aquellas primeras decisiones de diseño.

- Los desafíos que se plantearon inicialmente con el desarrollo del protocolo eSe fueron superados, durante las campañas de aplicación del sistema ya mencionadas, al descubrir *nichos de descubrimiento* que permanecían invisibles a los ojos del análisis tradicional de medición de eficiencia de parámetros. Esto ha provocado iniciativas de investigación en la búsqueda de nuevas soluciones en varios campos, no tan sólo a escala edilicia, por ejemplo, la detección de *yacimientos de eficientización de los recursos* (especialmente en núcleos urbanos) a partir de observar las ausencias de diagnóstico de factores como: *Contaminación térmica* (edificios de baja emisividad), Desmedidos índices de FES (factor de exposición solar), Detección de nichos ignorados de captación de energía renovable como la *mini-eólica* y *eólica de flujo turbulento* en los tejados y espacios vacíos urbanos, Potencial de disminución de los problemas de drenaje pluvial urbano a partir de la re-funcionalización de los sistemas tradicionales existentes en captadores-retardadores pluviales de los edificios, etc.
- Finalmente, el desarrollo del protocolo necesita perfeccionarse y adecuarse de manera precisa en función de las líneas de base referencial a determinar en distintas locaciones, junto al proceso de análisis estadístico post-auditoría, que permita mayor predictibilidad asertiva en para su uso como herramienta de mejoramiento continuo en el uso de los recursos.

## Referencias

- Normas LEED, USGBC, (2000) Programa de certificación independiente. Punto de referencia al nivel nacional aceptado para el diseño, la construcción y la operación de construcciones y edificios sustentables de alto rendimiento. Desarrollado en el año 2000 por el U.S. Green Building Council (USGBC), el consejo de construcción sustentable al nivel nacional para los Estados Unidos. La certificación LEED ofrece una validación por parte de terceros sobre las características sustentables de un proyecto.
- Normas ISO, (International Organization for Standardization). Sistema normalizado para la certificación mundial.
- Norma ISO 19011, de auditorías de sistemas de gestión. La nueva norma, se origina a partir de los estándares ISO 10011-1/2/3, del comité de calidad, e ISO 14010, 14011, 14012 del comité ambiental.
- Norma ISO 17021, La Norma ISO/IEC 17021-2 ha sido preparada por el Comité Técnico ISO/TC 207, *Gestión ambiental*, Subcomité SC 2, *Auditoría ambiental e investigaciones ambientales relacionadas*, y el Comité de ISO para la evaluación de la conformidad (CASCO). El proyecto fue sometido a votación de los organismos nacionales de ISO y de IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) y fue aprobado por las dos organizaciones. La primera edición de la Norma ISO/IEC 17021-2 anula y sustituye a la Especificación Técnica ISO/IEC TS 17021-2:2012, que ha sido revisada técnicamente.
- Norma IRAM 11601, 2002, (revisión 2009) Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.
- Norma. ASTM E-1980, 2011, AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, Standard practice for calculating solar reflectance index of horizontal and low-sloped opaque Surfaces.
- Norma IRAM 11900, 2017, Instituto Argentino de Normalización y Certificación, *Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo*. El cálculo está conformado por los aportes de energía primaria en climatización, agua caliente sanitaria, energía solar térmica y fotovoltaica e iluminación, plasmando en la etiqueta los resultados que permiten calificar a la vivienda en la escala de eficiencia. Centro de Documentación: [documentacion@iram.org.ar](mailto:documentacion@iram.org.ar)
- Norma IRAM 11605, 1996. (con modificación 2002, 2004 y 2009), Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos
- Norma IRAM 11625, 2000, (con modificación 2002, 2006), Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.
- Norma IRAM 11630, 2000, (con modificación 2002, 2006), Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en puntos singulares de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.