



Guía del Usuario



La versión 2.0 de CASA Guatemala ha sido desarrollada gracias al esfuerzo y apoyo de las siguientes instituciones:



© PROHIBIDA SU COPIA Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Este documento fue elaborado por el Guatemala Green Building Council (Consejo de Construcción Sostenible de Guatemala) como parte de las herramientas de evaluación y certificación del Departamento Técnico del GGBC. Queda prohibido cualquier tipo de reproducción total o parcial sin el previo conocimiento y autorización escrita por parte de sus autores.

Guatemala, 2024



Guatemala Green Building Council
www.guatemalagbc.org

Participantes:

Dirección del programa CASA Guatemala:
Arq. José Manuel Avila
Director del Departamento Técnico GGBC

Apoyo técnico:
Arq. Melissa Pérez
Coordinadora Técnica GGBC

Lic. Pamela Castellan
Directora Ejecutiva (2019 - 2025)

Consultoría Externa:

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnalia
Climate Adaptation Services
BID Invest

Junta Directiva GGBC

Juan Carlos Valenzuela - Presidente
Guisela Herrera - Vicepresidente
José Javier Sosa - Secretario
Roberto Pineda - Tesorero
Juan Ramon Aguilar - Vocal
Jorge Toruño - Vocal
Guillermo Ramos - Vocal
Pamela Mota - Vocal
Teddy Lemcke - Vocal
Roberto Rodríguez - Vocal
Mario López - Vocal
Edner Bellanger - Vocal
Andrés Prera - Vocal
Andrés Mayer - Vocal

Índice:

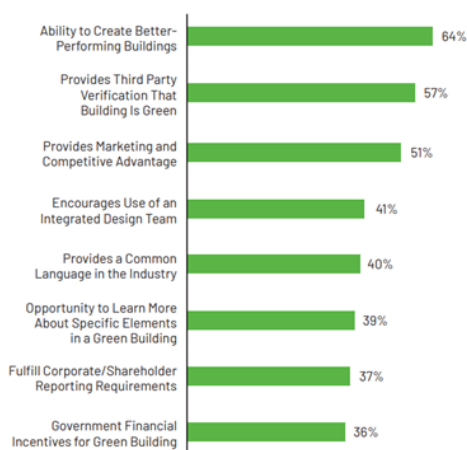
1. Introducción	1
2. Guatemala Green Building Council	5
3. CASA Guatemala.....	5
4.1. Enfoque general:	8
4.2. Alcances y amenazas climáticas identificadas	9
4.3. Metodología	12
4.4. Proceso de certificación	13
Tipos de revisión	14
4.5. Niveles de certificación.....	15
5. Evaluación de Riesgo	15
5.1. Inundaciones Urbanas:.....	17
5.2. Olas de calor	20
5.3. Lava volcánica	24
5.4. Ceniza volcánica	26
5.5. Deslizamientos	28
5.6. Terremotos	31
5.7. Estrés hídrico	33
6. Indicador de Resiliencia	37
7. Requerimientos para certificación CASA Guatemala v2.0	37
8. Categorías	39
8.1. Movilidad y Conectividad	39
LOGRO 1: COMUNIDAD COMERCIO Y TRANSPORTE.....	40
LOGRO 2: MOVILIDAD Y TRANSPORTE ALTERNATIVO	44
8.2. Sitio	48
LOGRO 1: AGUAS PLUVIALES.....	49
LOGRO 2: ALTERACIÓN DEL SUELO	54
LOGRO 3: CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	56
LOGRO 4: REDUCCIÓN DE EFECTO ISLA DE CALOR	60
8.3. Adaptación y Respuesta.....	64
LOGRO 1: REDUCCIÓN DE AMENAZA VOLCÁNICA.....	65
LOGRO 2: MANEJO ADECUADO DEL SITIO.....	68
LOGRO 3: REDUCCIÓN DE AMENAZA POR SISMOS.....	72
LOGRO 4: PLAN DE RESPUESTA Y PREVENCIÓN SOCIAL	74
8.4. Agua.....	76
LOGRO 1: EFICIENCIA DE AGUA PARA IRRIGACIÓN DE JARDINES.....	78
LOGRO 2: EFICIENCIA DE AGUA EN INTERIORES	83
LOGRO 3: TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ..	86
8.5. Energía	90
LOGRO 1: ENVOLVENTE DEL EDIFICIO	92
LOGRO 2: EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	102
LOGRO 3: ENERGÍA RENOVABLE - GENERACIÓN ELÉCTRICA	113

LOGRO 4: ENERGÍA RENOVABLE - CALEFACCIÓN DE AGUA.....	116
LOGRO 5: MEDICIÓN INTELIGENTE.....	118
8.6. Materiales.....	120
LOGRO 1: MANEJO DE RESIDUOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	121
LOGRO 2: RESIDUOS DOMÉSTICOS	124
LOGRO 3: COMPRAS RESPONSABLES	127
LOGRO 4: ADMINISTRACIÓN RESPONSABLE DE LOS RECURSOS.....	133
8.7. Espacios Interiores.....	134
LOGRO 1: VENTILACIÓN NATURAL	135
LOGRO 2: CALIDAD DEL AIRE	140
LOGRO 3: NIVELES DE ILUMINACIÓN INTERIOR.....	148
LOGRO 4: BAJA EMISIVIDAD	151
8.8. Creatividad	154
LOGRO 1: CREATIVIDAD.....	155
9. Referencias.....	157
10. Anexos.....	161
ANEXO I. HOJA DE EVALUACIÓN. CASA GUATEMALA v2.	162
ANEXO III. EVALUACIÓN DE RIESGO. CADENAS DE IMPACTO	163
ANEXO III. EFICIENCIA MÍNIMA PARA SISTEMAS DE VENTILACIÓN, CALEFACCIÓN Y AIRES ACONDICIONADOS (HVAC) POR TIPO DE EQUIPO. BASADO EN EL ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1–2010.....	166

Guía del Usuario CASA Guatemala v2.0

1. Introducción

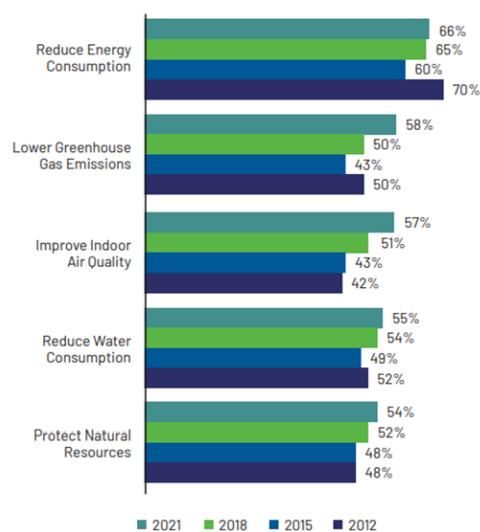
Los sistemas de certificación para edificación sostenible han sido una de las formas más efectivas a nivel mundial para medir de forma parametrizada el desempeño ambiental de las edificaciones durante su diseño, construcción y operación, ya que permiten determinar las proyecciones de desempeño y eficiencia de un proyecto y cómo estos se trasladan a un beneficio ambiental y ahorros operativos durante su ciclo de vida.



Beneficios identificados del uso de sistemas de certificación.
Fuente: "World Green Building Trends 2021" por Dodge Data & Analytics

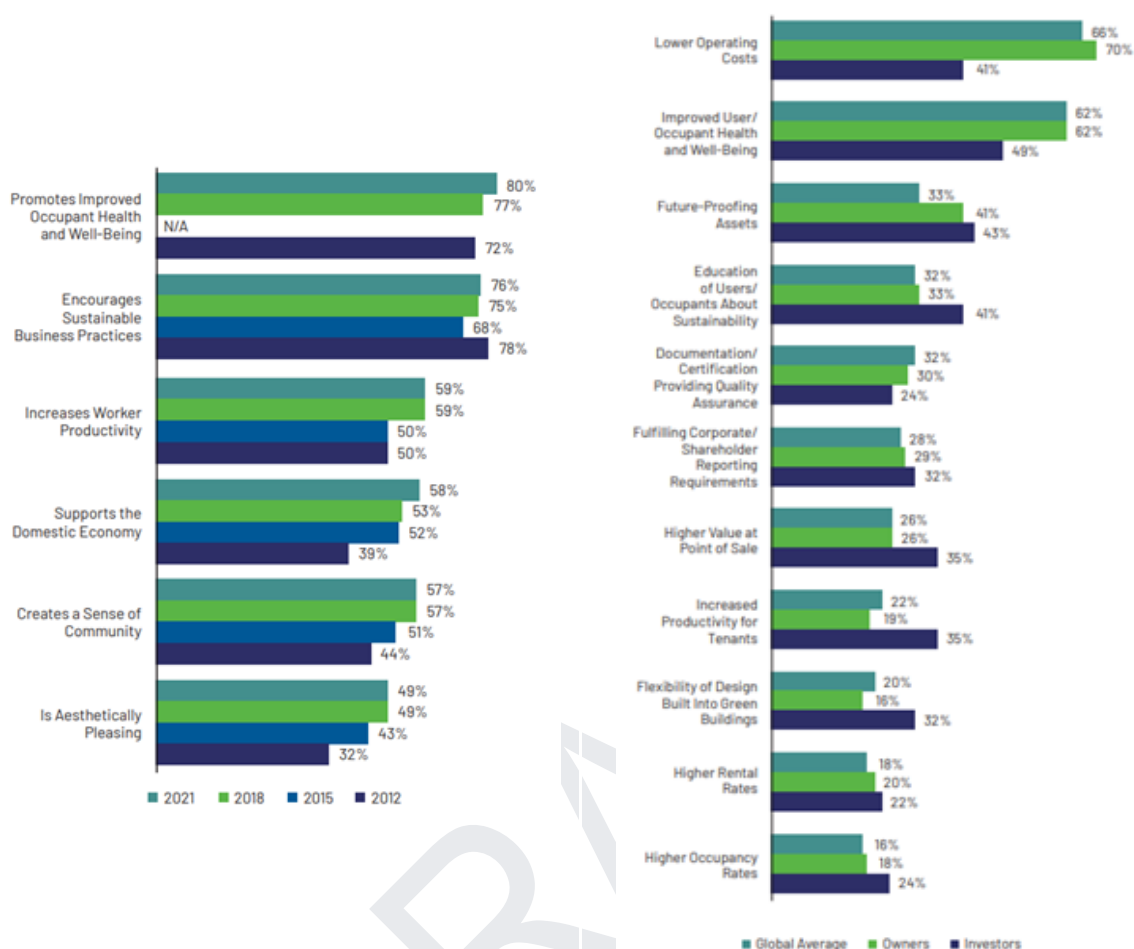
Según estudios realizados por «Dodge Construction Networks» en el documento "World Green Building Trends 2021" (Tendencias Mundiales en Construcción Sostenible 2021), se presenta un análisis estadístico realizado en 79 países conformado por propietarios, inversionistas, arquitectos, ingenieros y contratistas, donde se destaque que casi dos tercios están de acuerdo en que el uso de un sistema de certificación aumenta su capacidad para crear edificios de mejor rendimiento, lo que sugiere que tener estándares que alcanzar y un conjunto de objetivos para cumplir siguen siendo útiles para la mayoría de los edificios ecológicos. Adicionalmente, más de la mitad también señala el beneficio de contar con la verificación de terceros, y consideran que usar una certificación puede proporcionar una ventaja competitiva en el mercado.

Así mismo se destaca que las principales razones ambientales por las cuales proyectos buscan un enfoque de sostenibilidad están asociado a la reducción de consumo energético, seguido de la reducción emisiones, y mejorar la calidad del aire para interiores. Desde una perspectiva social, la salud y bienestar de los ocupantes juega un papel considerable, sobre todo posterior a la pandemia de COVID 19, se ha elevado la percepción pública sobre la importancia de edificios más saludables. Por otra parte, desde una perspectiva de negocios, la reducción de costos operativos ha sido el beneficio percibido más importante, seguido de mejorar la salud y bienestar de los ocupantes, y de asegurar los activos a futuro.¹



Razones ambientales para construir sostenible. Fuente: "World Green Building Trends 2021" por Dodge Data & Analytics

¹ Dodge Data & Analytics. 2021. *World Green Building Trends 2021*. Bedford, Massachusetts: p.19-23



Razones sociales para construir sostenible. Fuente: "World Green Building Trends 2021" por Dodge Data & Analytics

Beneficios de negocio por construcción sostenible. Fuente: "World Green Building Trends 2021" por Dodge Data & Analytics

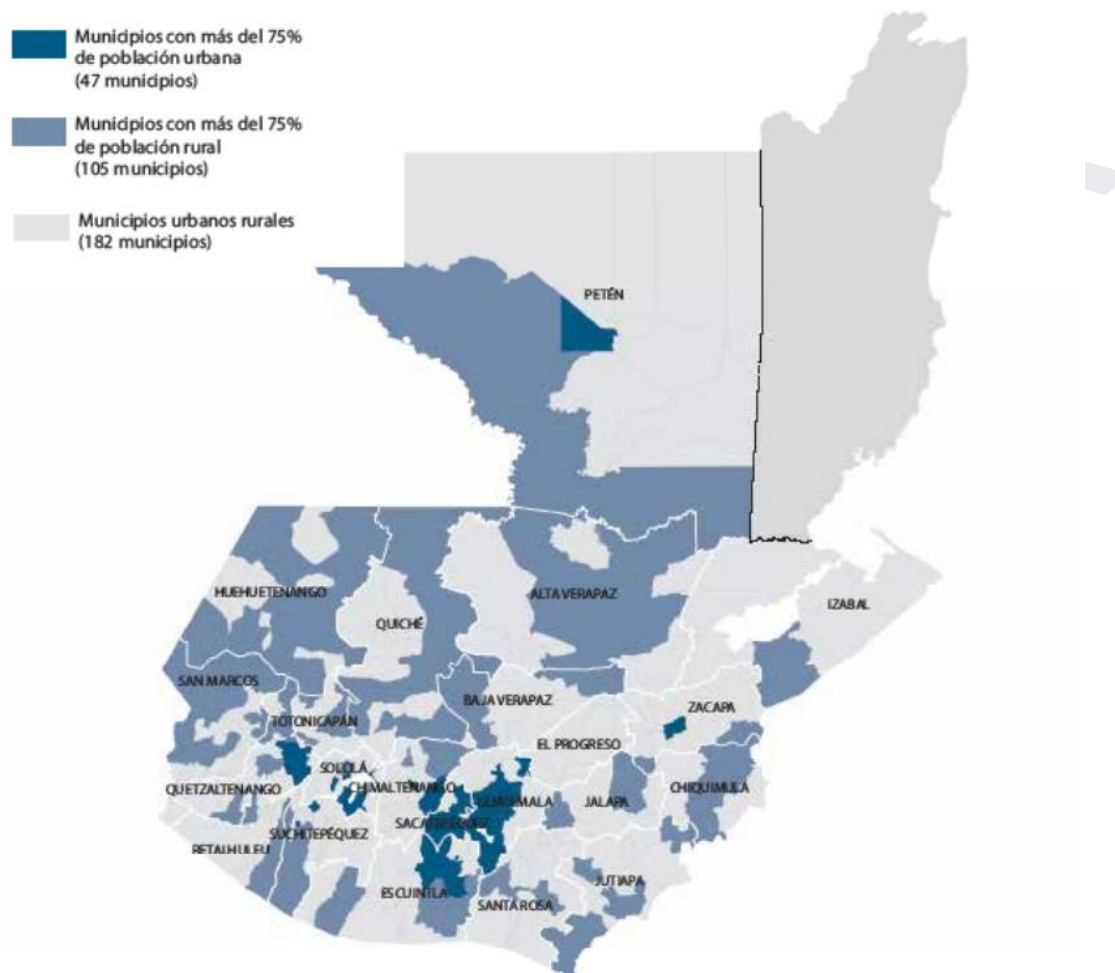
La importancia de los sistemas de certificación para la vivienda sostenible y para la construcción en general, es que generan una línea base de mejores prácticas en comparación con las normativas locales y prácticas convencionales de construcción, además funcionan como una declaración transparente sobre los impactos y beneficios de un proyecto para el ecosistema, la salud humana y su desempeño en el tiempo.

¿Por qué vivienda?

La vivienda es una necesidad social en cualquier parte del mundo actual, independientemente de la región, estilo de vida o cultura. Desde un punto de vista estrictamente etológico, la tendencia a asegurarse un territorio es una de las cualidades animales más antiguas. Desde una perspectiva más moderna, la necesidad de producir u obtener una vivienda ocupa una parte central en la vida adulta y constituye uno de los principales retos en el desarrollo social, jugando un papel importante en la calidad de vida puesto que, a través de esta, una familia obtiene alojamiento y acceso a los servicios básicos necesarios para su funcionalidad y bienestar.²

² Alonso, América, and José Manuel Avila. 2022. *Certificación Casa Guatemala y su potencial para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. 2022nd ed. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Editorial Cara Parens, 2022. p. 12

Durante la última etapa del siglo XX Guatemala presentó una dinámica de expansión territorial horizontal. El municipio de la ciudad de Guatemala pasa de ser una ciudad con límites urbanos definidos, a una región metropolitana, logrando conformar una metrópoli integrada a nivel funcional, pero cuyas actividades económicas aún se encuentran centralizadas mayoritariamente en la ciudad de Guatemala. De acuerdo con proyecciones de Segeplan, para el año 2032 el país experimentará una transición urbana y pasará de contar con una población rural de 53 % (2002) a un 63.7 % de población urbana, incorporando un equivalente de 6.3 millones de personas adicionales en un periodo de once años.³



Distribución de la población en Guatemala por áreas urbanas, rurales y urbano-rurales, para el 2013. Imagen tomada de Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Plan Nacional de Desarrollo K'atun: Nuestra Guatemala 2032 (Guatemala: Segeplán, 2014),

Esto, para todas las ciudades en desarrollo, representa un reto enorme de planificación y gestión territorial. Primero, para asegurar el acceso a vivienda a todas las personas que se incorporarán a estas ciudades, seguido de la necesidad de infraestructura y servicios básicos para atender las demandas de la población.

El Guatemala Green Building Council, a través de CASA Guatemala, busca promover indicadores, herramientas de diseño, y un modelo de certificación para edificación sostenible, como un aporte para fomentar que la demanda de vivienda nacional sea atendida de manera sostenible.

³ Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. 2014. *Plan Nacional de Desarrollo K'atun: nuestra Guatemala 2032*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: p.95

Una aproximación a la evaluación de resiliencia

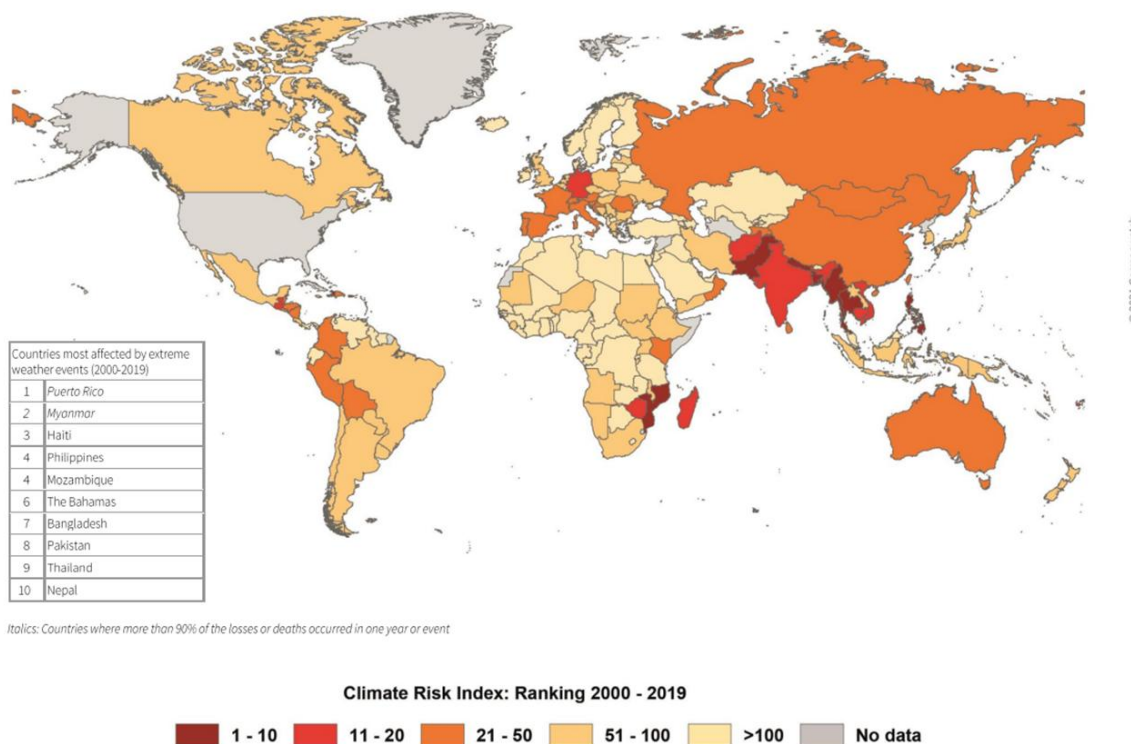
A medida que la crisis climática se desarrolla a nivel mundial, impactos como; eventos climáticos más frecuentes y severos, temperaturas más altas, y cambios en las precipitaciones estacionales, están comenzando a exceder las cargas y condiciones para las cuales el entorno construido fue diseñado.

En los últimos años, Guatemala ha experimentado un incremento significativo del número de eventos extremos hidrometeorológicos como deslizamientos, aumentos de temperatura, tormentas, sequías, e inundaciones, representado alrededor de 8 millones de personas afectadas y alrededor de USD 2.5 millardos de pérdidas económicas, al menos sobre lo que se tiene registrado.⁴

Guatemala es uno de los países más vulnerables al cambio climático en América Latina debido a una combinación de factores geográficos, sociales, económicos y ambientales. Según el índice de riesgo climático Germanwatch para el año 2021, Guatemala fue posicionado en el puesto No. 16 de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático a nivel mundial.⁵

Figure 1: World Map of the Global Climate Risk Index 2000 – 2019

Source: Germanwatch and Munich Re NatCatSERVICE



Mapa de Índice de Riesgo Climático Global. Fuente: Germanwatch. Global Climate Risk Index 2021

En visión de generar estándares que incorporen modelos climáticos y datos científicos para la adaptación al cambio climático, el Guatemala Green Building Council, con apoyo de BID Invest y el Centro de Investigación y Desarrollo tecnológico Tecnalia, han colaborado para la generación de estudios técnicos para identificar riesgos climáticos, y desarrollo de una herramienta local para incorporar medidas de adaptación y resiliencia para el sistema de certificación CASA Guatemala.

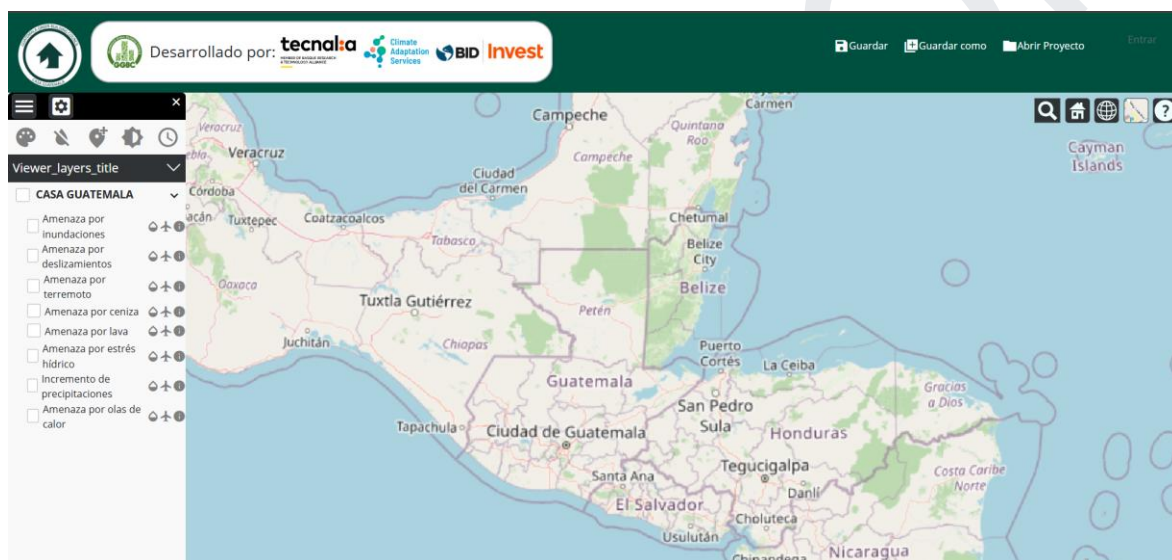
⁴ Castellanos, Edwin. n.d. "Cambio Climático – Guate en Datos." Guate en Datos. Accessed Noviembre 4, 2024. <https://guateendatos.org.gt/medioambiente/cambio-climatico/#adaptacion>.

⁵ Eckstein, David, Vera Künzel, and Laura Schäfer. 2021. *Global Climate Risk Index 2021*. Berlín: p.44

Esta herramienta para **Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación** de edificaciones (**EVA**), ha sido desarrollada bajo los siguientes planteamientos:

- Generar una metodología de evaluación transparente
- Puesta de valor de datos e información
- Identificación de riesgos climáticos y otros riesgos físicos
- Adaptación a la realidad local (reglamentos, normativas, prácticas de construcción locales)
- Fomentar el proceso participativo
- Facilidad de usuario
- Integración con el sistema de certificación CASA Guatemala.

El acceso y comprensión de la información climática es fundamental para tomar decisiones informadas y estratégicas basadas en la ciencia. CASA Guatemala v2.0 busca ser una herramienta para el diseño de proyectos sostenibles y resilientes, de tal manera que las inversiones para el desarrollo de vivienda puedan adaptarse a los retos ambientales del futuro, contribuyendo así a la mitigación y adaptación frente al cambio climático.



<https://casaguatemala.urban.tecnalia.dev/>

2. Guatemala Green Building Council

El Consejo de Construcción Sostenible de Guatemala (GGBC) es una organización no lucrativa que promueve estrategias de sostenibilidad que provocan una transformación del mercado del sector construcción hacia prácticas ambientalmente amigables, socialmente responsables y económicamente factibles para no comprometer las necesidades de las futuras generaciones. Uno de los principales objetivos del consejo es la educación y promoción de temas innovadores relacionados a la sostenibilidad que despierten la demanda del mercado a nivel mundial. La meta del consejo es que en Guatemala construir sostenible y resiliente sea la única manera de construir.

3. CASA Guatemala

CASA Guatemala es un sistema de certificación desarrollado por el Departamento Técnico del Guatemala Green Building Council con el fin de mejorar el diseño y construcción del sector residencial. Ante la necesidad de contar con estándares locales para mejorar la sostenibilidad del país, CASA es el primer referencial de sostenibilidad para vivienda, impulsando un cambio cultural bajo el concepto

de sostenibilidad integral, enfocada en el manejo de agua, recursos, eficiencia energética y bienestar de los usuarios.

CASA Guatemala busca atender siete objetivos principales de manera integral, sobre los cuales se busca que los proyectos certificados generen una incidencia positiva para el entorno

- Mitigar la contribución al cambio climático
- Conservación de la biodiversidad
- Promover la salud humana y calidad de vida
- Preservación de los recursos acuíferos
- Transición del sector de la construcción hacia una “economía verde”
- Desarrollo sostenible de las ciudades y comunidades
- Promover el diseño para la resiliencia y adaptación al cambio climático

Todas las estrategias que CASA Guatemala evalúa buscan atender uno o más de estos objetivos. CASA Guatemala estructura sus categorías de tal manera que sean reflejo de estos objetivos, y que permitan al proyecto generar una evaluación integral de todos los sistemas que lo componen:

- Movilidad y Conectividad (MC)
- Sitio (S)
- Adaptación y Respuesta (AR)
- Agua (A)
- Energía (E)
- Materiales (M)
- Espacios Interiores (EI)
- Creatividad (C)

La certificación se logra mediante un sistema a base de puntuación, a través del cumplimiento de logros específicos establecidos en cada una de las categorías de la Guía de Aplicación. Bajo cada una de estas categorías existen una diversidad de estrategias obligatorias y opcionales llamados «Logros» a los cuales un proyecto puede ir optando para ir sumando puntos. **(Ver ANEXO 1. Hoja de Evaluación CASA Guatemala)**

Un Logro puede estar dividido en:

Rutas de Cumplimiento: Es decir, el equipo de diseño debe escoger entre una “Ruta A” o una “Ruta B” de un mismo logro, según la cantidad de puntos que el proyecto busca con el cumplimiento de dicho objetivo. Rutas que representan mayores eficiencias tienen un mayor valor en la sumatoria total de puntos alcanzables.

Logro 2		Eficiencia Energética		
Ruta A	Simulación Energética del edificio	16		
Ruta B	Método Prescriptivo	14		

Partes: Las “Partes” son distintas acciones y estrategias, dentro de un mismo Logro, que un proyecto puede implementar para sumar puntos. Mientras más partes del Logro se cumplan, más puntos se obtendrán dentro de la sumatoria total de puntos alcanzables.

Logro 1		Comunidad, Comercio y Transporte		
Parte 1	Conectividad a transporte colectivo	2		
Parte 2	Servicios Básicos y Equipamiento Urbano	2		
Parte 3	Uso Mixto	1		

Hoja de Evaluación CASA Guatemala v2.0



MATRIZ DE RESULTADOS DEL PROYECTO
Certificación CASA Guatemala v2.0 Piloto
Guatemala Green Building Council

Nombre del Proyecto: _____
Número de Registro: _____
Fecha: _____

MOVILIDAD Y CONECTIVIDAD		SI	NO
Logro 1	Comunidad, Comercio y Transporte		
Logro 2	Parte 1 Conectividad a transporte colectivo		
Logro 3	Parte 2 Servicios Básicos y Equipamiento Urbano		
Logro 4	Parte 3 Uso del Suelo		
Logro 5	Parte 4 Movilidad y transporte alternativo		
Logro 6	Parte 5 Ciclovías		
Logro 7	Parte 6 Almacenamiento de Bicicletas		
Logro 8	Parte 7 Optimización del Espacio Público		

SITIO		SI	NO
Logro 1	Aguas Pluviales		
Logro 2	Parte 1 Resistencia a inundaciones		
Logro 3	Parte 2 Manejo de Escombros Pluviales en Sitio		
Logro 4	Parte 3 Alteración del Suelo		
Logro 5	Parte 4 Control de Erosión y Sedimentación		
Logro 6	Parte 5 Movimiento de Tierra Blanca Cerro		
Logro 7	Parte 6 Superficie Vegetal		
Logro 8	Parte 7 Talas de Abolición y Rehabilitación		
Logro 9	Parte 8 Biodiversidad del Sitio		
Logro 10	Parte 9 Reducción de Efecto Isla de Calor		
Logro 11	Parte 10 Techos		
Logro 12	Parte 11 Pavimentos		

EDIFICACIÓN Y RESILIENCIA		SI	NO
Logro 1	Medidas para reducción de Amenazas Volcánicas		
Logro 2	Parte 1 Manejo del Riesgo del Sitio		
Logro 3	Parte 2 Estudio de Pendientes y Manejo de Taludes		
Logro 4	Parte 3 Salidas de Contención		
Logro 5	Reducción de Amenaza por Sismos		
Logro 6	Parte 1 Diseño para la Reducción de Desastres (NRD)		
Logro 7	Parte 2 Acondicionamiento Sísmico		
Logro 8	Parte 3 Plan de Respuesta y Prevención Social		

COMFORT		SI	NO
Logro 1	Irrigación de Jardines		
Logro 2	Uso de Agua Fría para Interiores		
Logro 3	Tratamiento de Aguas Residuales y Pluviales		
Logro 4	Parte 1 Aguas Residuales		
Logro 5	Parte 2 Aguas Pluviales		
Logro 6	Parte 3 Infiltración		

ENERGÍA		SI	NO
Logro 1	E envolvente del edificio		
Logro 2	Parte 1 Protección ventilar /fachada		
Logro 3	Parte 2 Ganancias térmicas - E envolvente		
Logro 4	Parte 3 Ganancias térmicas - Ventanas		
Logro 5	Parte 4 Control Solar		
Logro 6	E eficiencia energética		
Logro 7	Ruta A Simulación Energética del edificio		
Logro 8	Ruta B Método Prescritivo		
Logro 9	Parte 1 Reducción de CDP - Áreas comunes		
Logro 10	Parte 2 Reducción de CDP - Unidades Residenciales		
Logro 11	Parte 3 Centros de Suministro		
Logro 12	Parte 4 Iluminación natural		
Logro 13	Parte 5 Calefacción de Agua		
Logro 14	Parte 6 Motores Eléctricos		
Logro 15	Parte 7 Climatización		
Logro 16	Parte 8 Iluminación eléctrica		
Logro 17	E energía renovable - Generación Eléctrica		
Logro 18	E energía renovable - Calefacción de Agua		
Logro 19	Parte 1 Iluminamiento		
Logro 20	Parte 2 Eficiencia en distribución		
Logro 21	Medición inteligente		

MATERIALES		SI	NO
Logro 1	Manejo de Residuos durante la Construcción		
Logro 2	Residuos Sólidos Domésticos		
Logro 3	Parte 1 Acopio Individual		
Logro 4	Parte 2 Acopio Comunal		
Logro 5	Compras Responsables		
Logro 6	Parte 1 Materiales Regionales		
Logro 7	Parte 2 Contenido Reciclado de Materiales		
Logro 8	Parte 3 Ciclo de Vida de los Materiales		
Logro 9	Parte 4 Responsabilidad Ambiental del Fabricante		
Logro 10	Administración Responsable de los Recursos		

ESPACIOS INTERIORES		SI	NO
Logro 1	Ventilación natural		
Logro 2	Parte 1 Aberturas para ventilación natural		
Logro 3	Parte 2 Proporción del espacio		
Logro 4	Parte 3 Ventiladores de techo		
Logro 5	Calidad del aire		
Logro 6	Parte 1 Medición de Calidad de Aire		
Logro 7	Parte 2 Remediación de Aire en el Ambiente		
Logro 8	Parte 3 Calidad del aire		
Logro 9	Parte 4 Control de Humid		
Logro 10	Parte 5 Humedad interior		
Logro 11	Parte 6 Baja E-misividad		

COSTA MEDIO		SI	NO
Logro 1	Liderazgo		
Logro 2	Liderazgo		
Logro 3	Liderazgo		
Logro 4	Acreditación Profesional CASAAP		

PUNTAJE TOTAL 120 0 0

Certificado: 45 a 54 puntos
 ***** 55 a 64 puntos
 ***** 65 a 74 puntos
 ***** 75 a 84 puntos
 ***** 85 a 94 puntos
 ***** 95 a 104 puntos
 ***** 105 a 114 puntos
 ***** 115 a 122 puntos

Indica las estrategias que el proyecto debe reportar de manera obligatoria, aún si no se ha presentado mejora sobre los requerimientos de CASA Guatemala, para determinar el nivel de resiliencia del proyecto.

Indica estrategias opcionales que el proyecto puede ir optando con el objetivo de sumar puntos dentro de la valorización total del sistema de evaluación.

La metodología de aplicación de CASA Guatemala busca la integración de diversos criterios con el fin de poder presentar un sistema de certificación replicable para las distintas tipologías residenciales, es decir, desde viviendas unifamiliares, hasta complejos habitacionales de gran escala. Por esto mismo, cada Logro puede presentar distintas rutas de acción con la finalidad que el equipo de diseño del proyecto pueda tomar decisiones basadas en el potencial que cada proyecto, bajo sus propias características, posea. De esta forma todos los esfuerzos del equipo participante del proyecto se enfocan en el cumplimiento de los Logros que se escogen para el proyecto.

El nombre CASA Guatemala surge como una iniciativa de la red de GBC's de las Américas (Americas Regional Network) con la intención de desarrollar y fortalecer herramientas locales adaptadas a las condiciones climáticas y necesidades específicas de los proyectos de vivienda en cada país. Es por ello que junto a Colombia y Brasil, se adopta el nombre de «CASA» como una forma de posicionar los sistemas de evaluación para vivienda sostenible presentes en Latinoamérica. (Ver CASA Colombia y CASA Brasil)

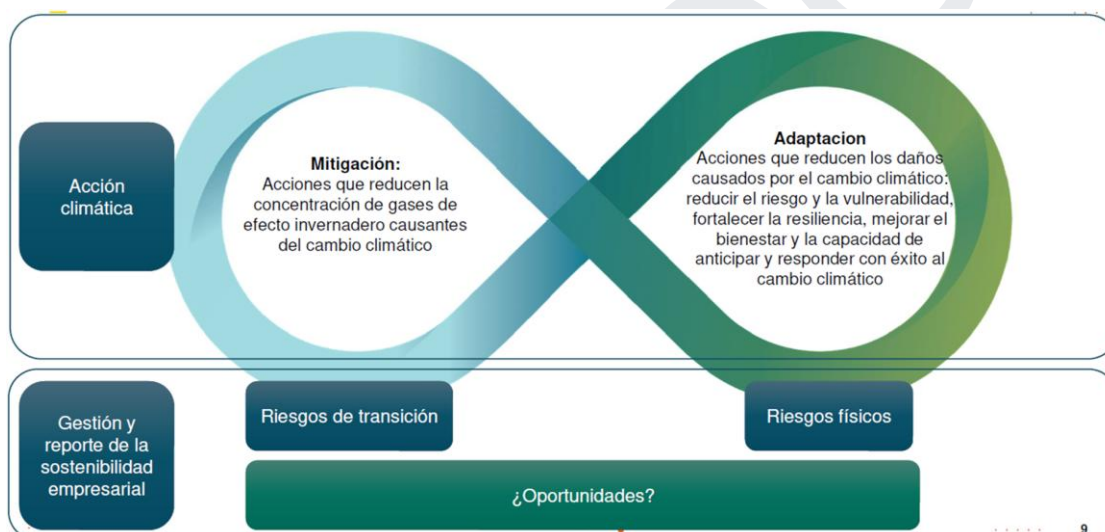
4. CASA Guatemala Versión 2

CASA Guatemala versión 2 implementa medidas de adaptación y análisis de riesgo con nuevos procesos de evaluación en relación a los riesgos climáticos que enfrenta el país. Como por ejemplo, inundaciones, deslizamientos, terremotos, ceniza, lava, estrés hídrico, incremento de precipitación y olas de calor.

«Según la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Guatemala, el país es el 4º en Latinoamérica y el Caribe (LAC) en cuanto a exposición a amenazas climáticas y 13.092

poblados (que totalizan el 74% del territorio y el 75% de la población) se consideran expuestos a amenazas derivadas de eventos climático.^{6»}

La consideración del riesgo y las medidas de adaptación en la certificación CASA Guatemala es crucial para garantizar la seguridad, funcionalidad, y sostenibilidad de las edificaciones a largo plazo, evaluando el uso de materiales resistentes, sistemas de construcción seguros, cumplimiento de las normativas vigentes, y técnicas de diseño que reduzcan la vulnerabilidad a los desastres naturales. CASA Guatemala evalúa las oportunidades de generar condiciones de sostenibilidad a través de la capacidad de las edificaciones de reducir el impacto y emisiones causantes del cambio climático, y su capacidad de anticipar, responder, y adaptarse con éxito a los efectos del cambio climático. Por ejemplo, por un lado el proyecto puede desarrollar infraestructura verde de tal manera que sus condiciones de diseño ayuden a minimizar el efecto isla de calor, y manejar más eficientemente el agua de lluvia. Esto puede verse cómo una medida de mitigación desde la perspectiva de reducir los impactos ambientales derivados de la construcción del proyecto, ya que al mejorar las condiciones de temperatura ambiente del sitio, y mejorar el manejo de agua de lluvia, el proyecto indirectamente ayuda a preservar los ciclos hidrológicos naturales del lugar. Por otra parte, la infraestructura verde sumado al acondicionamiento de las ingenierías hidrosanitarias y características físicas de la edificación, pueden ayudar al edificio a resistir un evento de alta intensidad de precipitación.



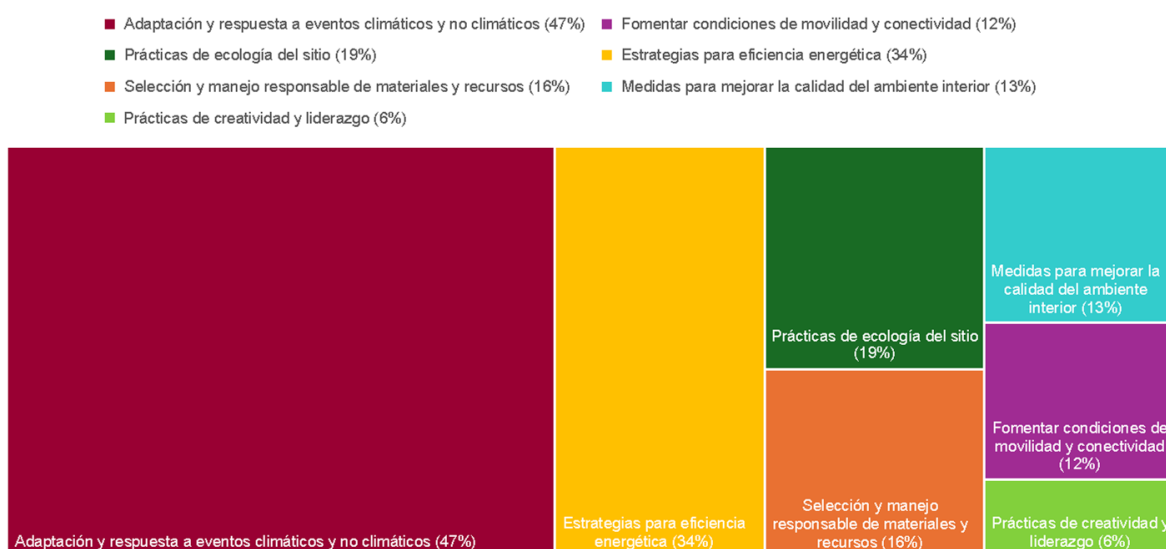
Integración de oportunidades para acción climática y sostenibilidad. Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico Tecnalia (2024)

4.1. Enfoque general:

CASA Guatemala v2.0 tiene como objetivo ser una herramienta para la verificación de sostenibilidad y capacidad adaptativa de los proyectos residenciales ante eventos físicos y climáticos. Por lo tanto, esta versión de la certificación distribuye su sistema de valorización en medidas que reducen la sensibilidad o fortalecen la capacidad adaptativa de las edificaciones ante condiciones climáticas o contextuales, y medidas que contribuyen a la sostenibilidad de la edificación por medio de su aporte a la ecología, eficiencia de los recursos, y contribución a la calidad de vida.

⁶ Inter American Development Bank, ed. 2012. *Room for Development: Housing Markets in Latin America and the Caribbean: Summary*.

Distribución de puntuación CASA Guatemala v2.0



Distribución de puntuación CASA Guatemala v2.0. Elaborado por Guatemala Green Building Council (2024)

CASA Guatemala v2.0 desarrolla matrices de evaluación que ayudan a evaluar y puntuar proyectos de vivienda en función de su seguridad frente a diversos tipos de riesgos climáticos, y el desempeño general de la edificación para la eficiencia de los recursos, ecología aplicada y desarrollo de calidad de vida de sus ocupantes. Por lo tanto, el resultado y nivel de certificación alcanzado por el proyecto, será el reflejo de la integración de medidas que permitan mejorar su capacidad adaptativa y estrategias que aporten al desempeño general de la edificación. **(Ver ANEXO 1. Hoja de Evaluación CASA Guatemala v2.0)**

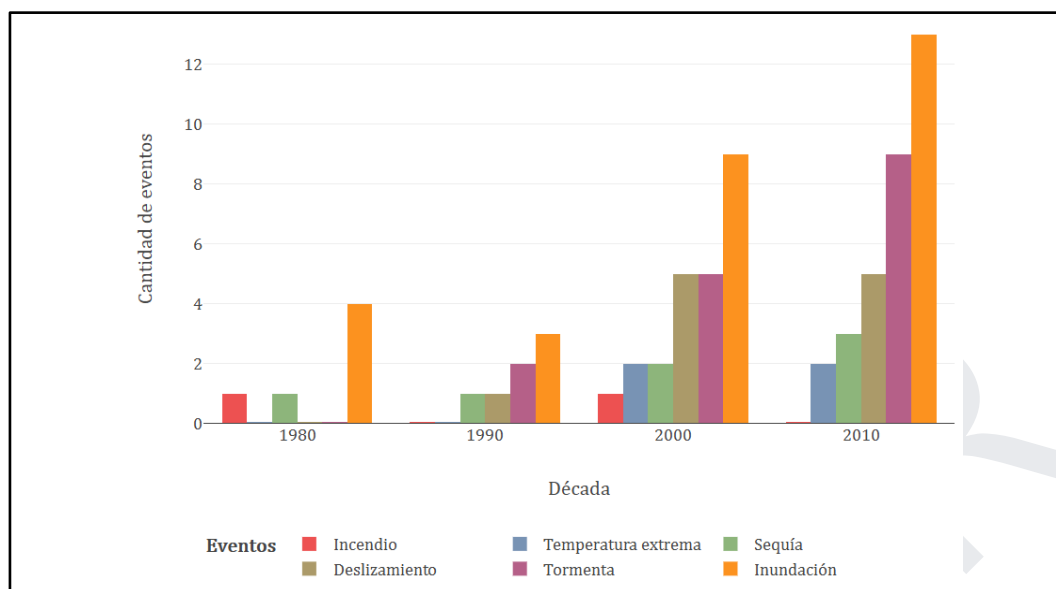
4.2. Alcances y amenazas climáticas identificadas

Las amenazas priorizadas para esta etapa del programa de certificación han sido establecidas basado en los siguientes factores:

- **Precedentes históricos.** Guatemala es uno de los países más vulnerables al cambio climático en América Latina debido a una combinación de factores geográficos, sociales, económicos y ambientales. Según datos de la Universidad del Valle de Guatemala, el país ha experimentado un incremento significativo del número de eventos extremos hidrometeorológicos entre 1980 y 2010, siendo las inundaciones el evento extremo más frecuente.

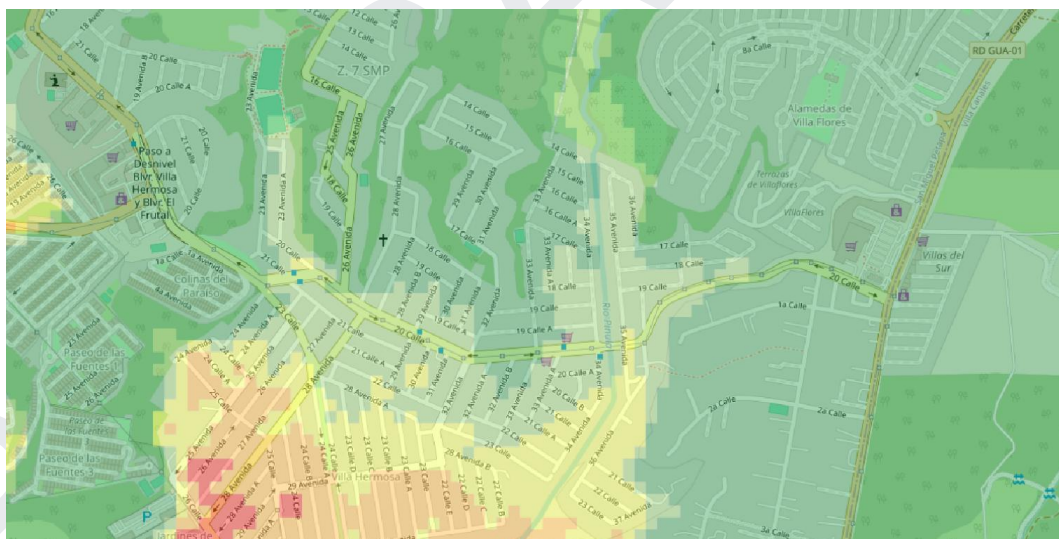
En lo que va de este siglo hay un total de casi 8 millones de personas que han sido afectadas por eventos climáticos, y los costos reportados para los eventos cuantificados representan casi USD 2.5 millones para la década de 2010-2019.⁷

⁷ Castellanos, Edwin. n.d. "Cambio Climático – Guate en Datos." Guate en Datos. Accessed Noviembre 4, 2024. <https://guateendatos.org.gt/medioambiente/cambio-climatico/#adaptacion>.



Eventos Hidrometeorológicos Extremos. Fuente: Observatorio Económico Sostenible OES. Instituto de investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala.

- **Información climática.** Disponibilidad de información climática histórica y proyectual que permitiera establecer las amenazas identificadas dentro de una cartografía. De esta manera, el contexto juega un papel importante en la valorización del riesgo y adaptación de un proyecto.

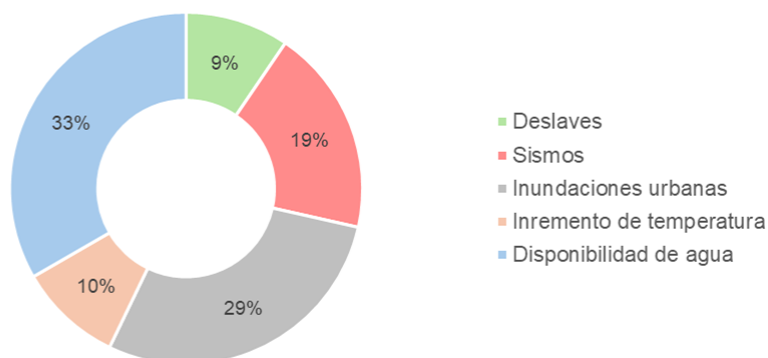


Plataforma de Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación para edificaciones desarrollado por Guatemala Green Building Council. <https://casaguatemala.urban.tecnalia.dev/>

- **Prioridad regional.** Según las mesas de trabajo para identificación de metas identificadas para la aceleración de construcción sostenible y resiliente liderada por el Guatemala Green Building Council, el 88% de los profesionales de desarrollo inmobiliario participantes aseguraron que los proyectos en los que han participado han sido expuestos o vulnerados ante diferentes riesgos climáticos y no climáticos.

Dentro de los riesgos climáticos identificados, y que se ha reportado que afectan la confianza de los consumidores se encuentra; la disponibilidad de agua identificado como riesgo de mayor

vulnerabilidad para las ciudades, seguido por inundaciones urbanas, sismos, incremento de temperaturas, y potenciales deslaves respectivamente.

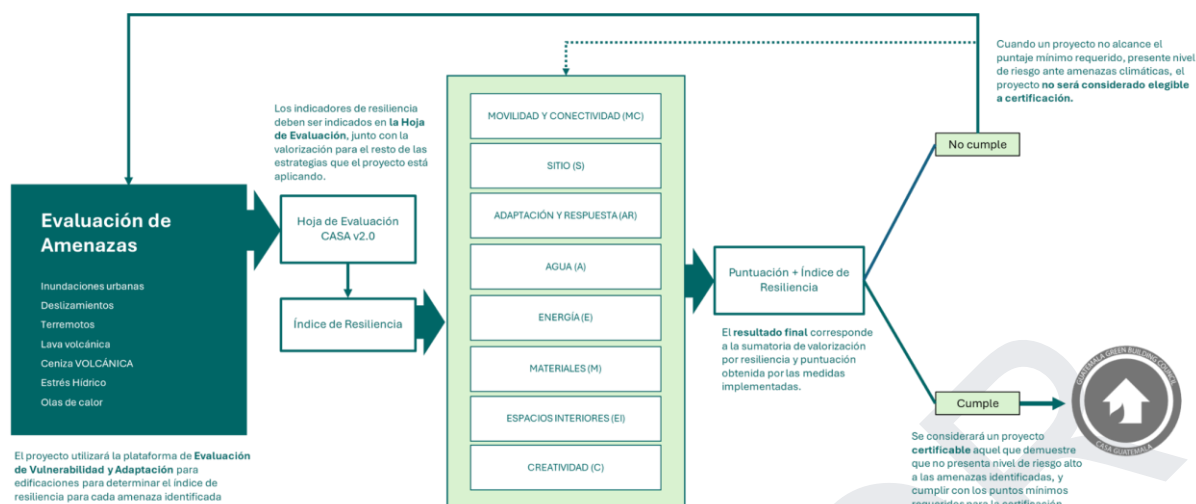


Riesgos climáticos y no climáticos que afectan la confianza del consumidor, identificados por el sector de desarrollo inmobiliario. Elaboración: Guatemala Green Building Council.

Derivado de estos factores, CASA Guatemala integra la evaluación de exposición y vulnerabilidad ante las siguientes amenazas como parte de la metodología certificación:

	Amenaza por inundaciones urbanas. Hace referencia a la probabilidad de inundación identificada según la exposición a cuerpos de agua, y/o los parámetros de precipitación y proyecciones de aumento de agua de lluvia por departamento.
	Amenaza por olas de calor. Ha sido determinada según la probabilidad de aumento de temperatura por departamento, en escenarios de corto, mediano y largo plazo.
	Amenaza volcánica. Hace referencia a la exposición de riesgo según el radio de proximidad para amenaza derivada de lava y ceniza volcánica.
	Amenaza por deslizamientos. Determinado según las condiciones topográficas, pendiente, y cartografía de riesgos establecidos por la CONRED.
	Amenaza por terremotos. Hace referencia al nivel de sismicidad medio por departamento, según el índice propuesto por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
	Amenaza por estrés hídrico. Ha sido determinado según la disponibilidad de agua per cápita (m³/persona/año) a nivel municipal.

4.3. Metodología



Metodología para certificación de proyectos CASA Guatemala v2.0. Elaborado por Guatemala Green Building Council (2024)

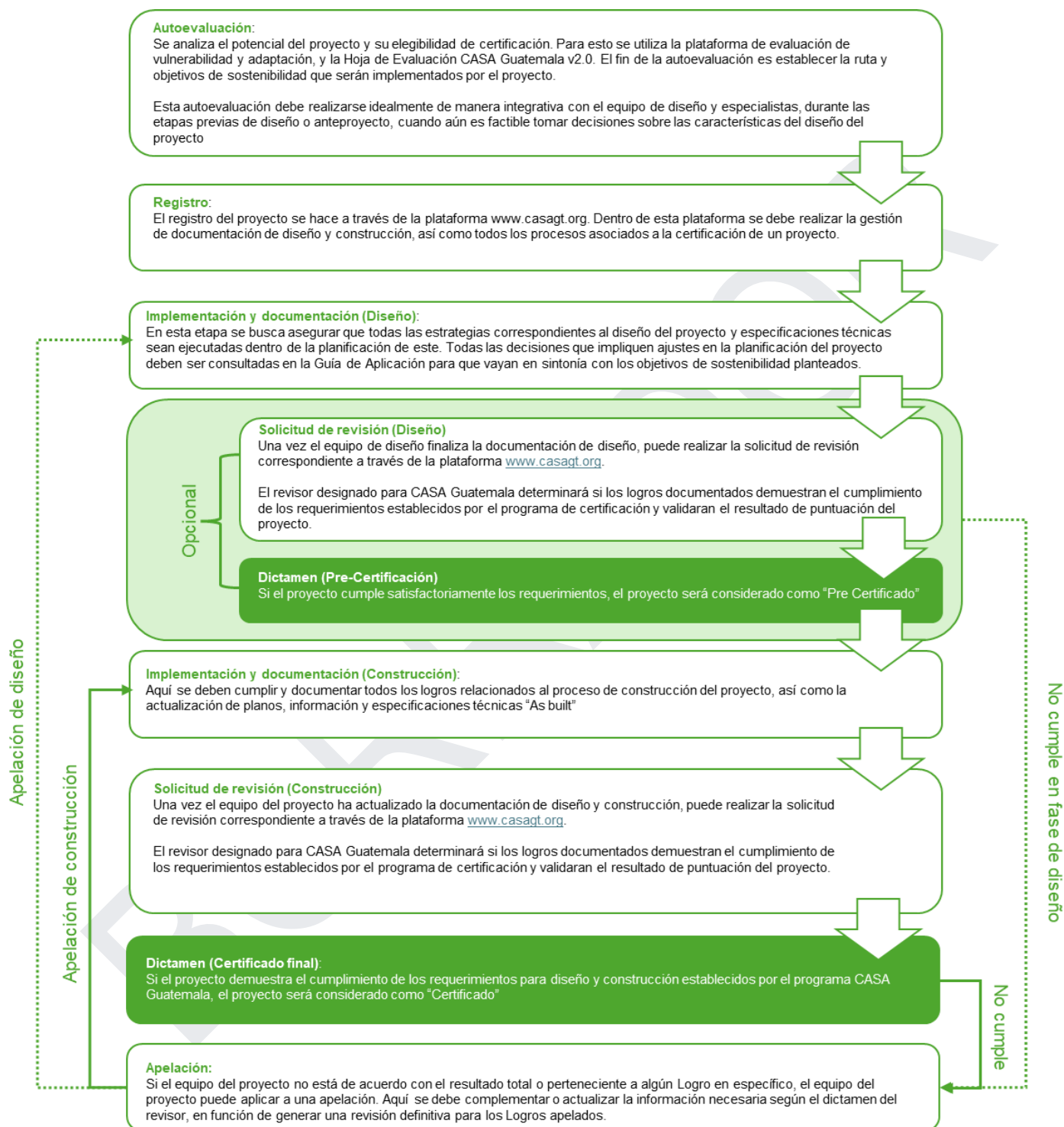
Para obtener la certificación del proyecto deberá realizar una identificación de amenazas y evaluación de riesgo por medio de la Plataforma para **Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación** para edificación desarrollada por el Guatemala Green Building Council. El proyecto deberá utilizar la plataforma para determinar la valorización de riesgo resultante de las características físicas y de diseño del proyecto, y el **índice de resiliencia** para cada amenaza.

Todas las amenazas deben ser evaluadas para determinar los niveles de riesgo y capacidad de resiliencia del proyecto. En caso alguna amenaza haya sido identificada como inexistente derivado de la localización del proyecto, este no está obligado a cumplir las medidas de adaptación solicitadas para dicha amenaza, sin embargo, las características físicas y contextuales de la edificación deben ser reportadas para cada amenaza a través de la herramienta, de tal manera pueda demostrar que no existe riesgo asociado a dicha amenaza.

Los indicadores de resiliencia deben ser indicados en la **Hoja de Evaluación CASA Guatemala v2.0**, junto con la valorización para el resto de las estrategias que el proyecto está aplicando. El resultado final corresponde a la sumatoria de valorización por resiliencia y puntuación obtenida por las medidas implementadas.

Se considerará un proyecto certificable aquel que demuestre que no presenta nivel de riesgo alto a las amenazas identificadas, y cumplir con los puntos mínimos requeridos para la certificación. Cuando un proyecto no alcance el puntaje mínimo requerido, o presente nivel de riesgo alto ante amenazas climáticas, el proyecto no podrá ser considerado elegible a certificación.

4.4. Proceso de certificación



Tipos de revisión

CASA Guatemala establece dos tipos de solicitud de revisión bajo las cuales un proyecto puede hacer solicitud de su certificado:

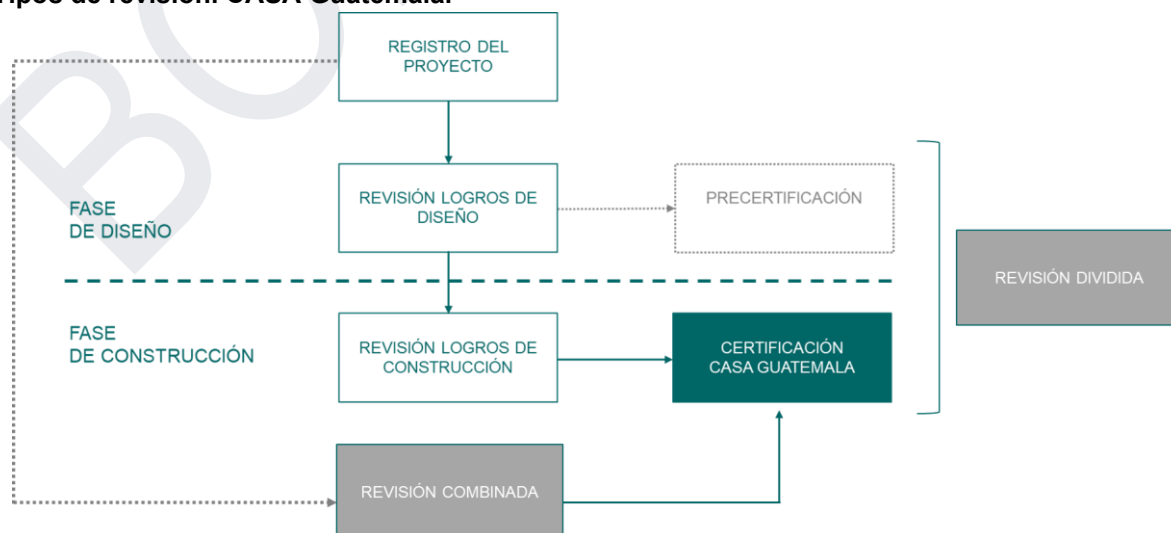
Revisión dividida: Es decir el proyecto puede documentar las estrategias de diseño separadas de las estrategias de construcción. De esta manera, si el informe final de revisión de **revisión de diseño** determina el cumplimiento de los requerimientos establecidos en CASA Guatemala, el proyecto obtiene el título de «Pre-Certificado». Una vez finalizada la construcción, el equipo de proyecto deberá actualizar y documentar las estrategias implementadas durante la fase de obra y solicitar una **revisión de construcción**. Si el proyecto demuestra el cumplimiento de los requerimientos establecidos en CASA Guatemala, el proyecto obtiene el título oficial de «Certificado» bajo cualquiera de los niveles establecidos según la puntuación final del proyecto.

Revisión combinada. Significa que el equipo de proyecto ejecuta y documenta todo el proceso de diseño y construcción de tal forma que la revisión de documentación de diseño y construcción se realiza de manera conjunta. Aquí el proyecto no tiene opción a «Pre-Certificación». Si el proyecto demuestra el cumplimiento de los requerimientos establecidos en CASA Guatemala para diseño y construcción, el proyecto obtiene el título oficial de «Certificado» bajo cualquiera de los niveles establecidos según la puntuación final del proyecto.

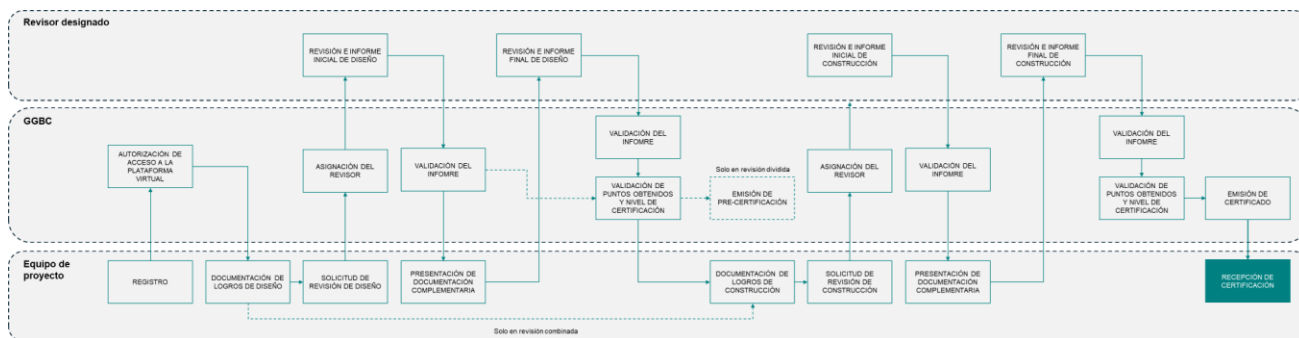
Apelación. Los proyectos que no cuenten con una resolución favorable durante el informe final de revisión de diseño o construcción podrán solicitar una apelación por cada Logro «No Aprobado» o «No Presentado» durante el proceso de revisión convencional, cancelando la tarifa de apelación correspondiente para cada apelación solicitada.

El equipo de proyecto deberá presentar la documentación complementaria y cualquier clarificación necesaria basada en la resolución del revisor, de tal manera que permita validar el cumplimiento del proyecto.

Tipos de revisión. CASA Guatemala.



Proceso de revisión. CASA Guatemala.



4.5. Niveles de certificación

El nivel de certificación de un proyecto corresponde se determina según la valoración de Logros aprobados durante la etapa de revisión, y están asociados al desempeño integrado entre las medidas de adaptación y sostenibilidad aplicadas por el proyecto. Mientras más alto el desempeño, más alto el nivel de certificación. Un proyecto obtiene el primer grado de certificación al alcanzar al menos 45 puntos del total de puntos disponibles dentro del sistema de certificación.



45 - 54 puntos
Certificado Base



55 - 64 puntos
Certificado Tres Estrellas



65 - 84 puntos
Certificado Cuatro Estrellas



>85 puntos
Certificado Cinco Estrellas

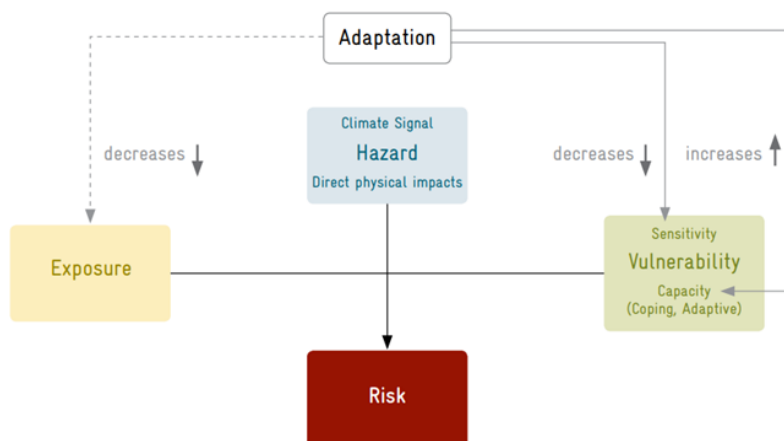
5. Evaluación de Riesgo

La metodología para la evaluación de riesgos climáticos propuesta en este documento tiene como objetivo complementar al actual estándar de CASA Guatemala, a través de promover prácticas que fomenten la resiliencia climática de los edificios en base a una evaluación previa de sus riesgos climáticos. Esta evaluación determina el nivel de riesgo de un proyecto basado en la integración de la estimación de amenazas derivadas del clima y el entorno, la evaluación del nivel de exposición sobre las amenazas identificadas, y la estimación de vulnerabilidad a los efectos del cambio climático resultante del análisis de las características específicas del edificio. Esta versión de CASA Guatemala, evaluará los riesgos derivados de las siguientes amenazas:

- Inundaciones
- Olas de calor
- Lava volcánica
- Ceniza volcánica
- Deslizamientos
- Sismos
- Estrés Hídrico

Para determinar estos resultados, CASA Guatemala utiliza la metodología del IPCC para la elaboración de cadenas de impacto. Las cadenas de impacto son herramientas ampliamente utilizadas en los estudios de vulnerabilidad y riesgos climáticos para representar la secuencia de eventos que ocurren

desde el inicio de un evento natural hasta los efectos que produce en las personas, los bienes y el medio ambiente. Las cadenas de impacto muestran representación conceptual sobre la interconexión entre los distintos componentes involucrados en un evento natural y cómo se transmiten los efectos física y funcionalmente



Estructura de una cadena de impacto según el IPCC. La adaptación puede reducir el riesgo al reducir la vulnerabilidad y, a veces, la exposición. Fuente: Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) y EURAC. (2017)

La importancia de una cadena de impacto radica en que permite observar y analizar de manera sistemática y global las diferentes etapas y factores que influyen en el riesgo ante un evento concreto. Al comprender mejor cómo se produce, se convierte en una herramienta útil para la toma de decisiones y el diseño de estrategias de mitigación del riesgo. Además, la cadena de impacto también permite visualizar las interacciones entre los diferentes componentes, a través del señalamiento de impactos indirectos, lo que ayuda a comprender las complejas relaciones de causa y efecto que existen en un contexto de riesgo. (Ver ANEXO II. Cadenas de Impacto). La metodología utilizada para determinar los impactos determinados puede ser consultada en el documento: **«Estudios técnicos para identificar riesgos climáticos y desarrollo de una herramienta que permita incluir medidas de adaptación y resiliencia en la certificación para viviendas “CASA Guatemala”. Evaluación de riesgos climáticos en Guatemala»**.

CASA Guatemala v2.0 busca que los proyectos consideren diversas medidas de adaptación, de tal manera que las edificaciones puedan minimizar los riesgos físicos y climáticos reduciendo la exposición de amenazas, o la **reducción de vulnerabilidad** a través de la **disminución de su sensibilidad** o el **fortalecimiento de su capacidad** de respuesta ante eventos climáticos. Por ejemplo, la introducción de técnicas de riego que ahorran puede **reducir la sensibilidad** del edificio ante el uso desmedido del recurso. Al mismo tiempo, fomentar el conocimiento adecuado sobre técnicas de gestión del agua a los ocupantes y administración, puede **aumentar su capacidad** de respuesta ante eventos de escasez de agua.

CASA Guatemala permite evaluar los riesgos para cada una de las cadenas de impacto de las amenazas identificadas, de tal manera que el proyecto pueda obtener una valorización entre “bajo riesgo” y “alto riesgo” para cada una de ellas, y determinar el **índice de resiliencia** ante cada una de ellas. La clasificación obtenida en cada cadena de impacto otorga la siguiente valorización:

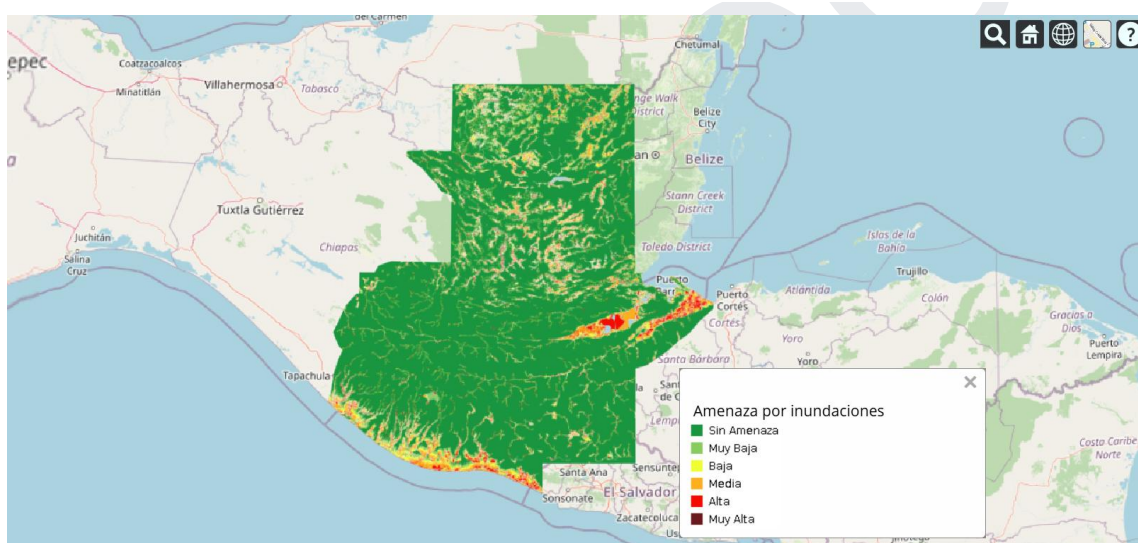
	Resultado de la evaluación de riesgos
--	---------------------------------------

	Bajo	Bajo-medio	Medio	Medio-alto	Alto
Riesgos valorados con 5 categorías de riesgo	10		6		2
Riesgos valorados con 3 categorías de riesgo	10	8	6	4	2

Los puntos de cada uno de los riesgos o cadenas de impacto generan una clasificación especial en cuanto a la resiliencia del proyecto. Si el proyecto cuenta con un riesgo evaluado como **“alto”** o **dos evaluados como “medio – alto”**, el proyecto no podrá ser acreedor de la certificación por motivos de resiliencia.

A continuación se presenta el método de valorización para cada cadena de impacto de las amenazas evaluadas:

5.1. Inundaciones Urbanas:



Mapa de amenaza a inundaciones urbanas. <https://encr.pw/vRxnO>

Para la evaluación riesgo a inundaciones se han empleado los datos de amenaza por inundaciones aportado por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres CONRED.⁸ La predicción de esta amenaza ha sido generada considerando la metodología de TerraView 4.2.2 y su plugin TerraHydro (S. Rossini) para estimar las amenazas de inundaciones con una resolución de un kilómetro. Esta compleja combinación utiliza una combinación de datos sobre la profundidad de terreno así como su topografía natural, orientación de la pendiente, y datos de precipitación promedio anual para la República de Guatemala de INSIVUMEH considerando tres escenarios con períodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

⁸ “Mapas Municipales de Amenaza de Deslizamientos e Inundaciones » CONRED.” n.d. CONRED. Accessed Octubre 25, 2024. <https://conred.gob.gt/mapas-municipales-amenaza-deslizamientos-e-inundaciones/>.

La fuente de los datos destaca que en el análisis no se consideraron los canales y cauces artificiales, obras de mitigación, etc. los cuales alteran el drenaje en el área urbana. Ante esta situación, se ha de tener la precaución de modificar la amenaza si el proyecto evaluado puede verse afectado por este tipo de elementos.

La vulnerabilidad medida a través de sensibilidad y capacidad adaptativa se caracteriza a través de varios indicadores que se aportan en el proyecto: en sensibilidad la capacidad de drenaje y canalización de aguas de lluvias, y en capacidad adaptativa la existencia de medios de bloqueo del paso de aguas.

Matriz de valoración del riesgo ante la amenaza por inundaciones.

Amenaza		Edificio/Vulnerabilidad																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Muy Alta	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210
Alta	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200
Inexistente	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100

Leyenda:	Bajo	Bajo-medio	Medio	Medio-alto	Alto
-----------------	------	------------	-------	------------	------

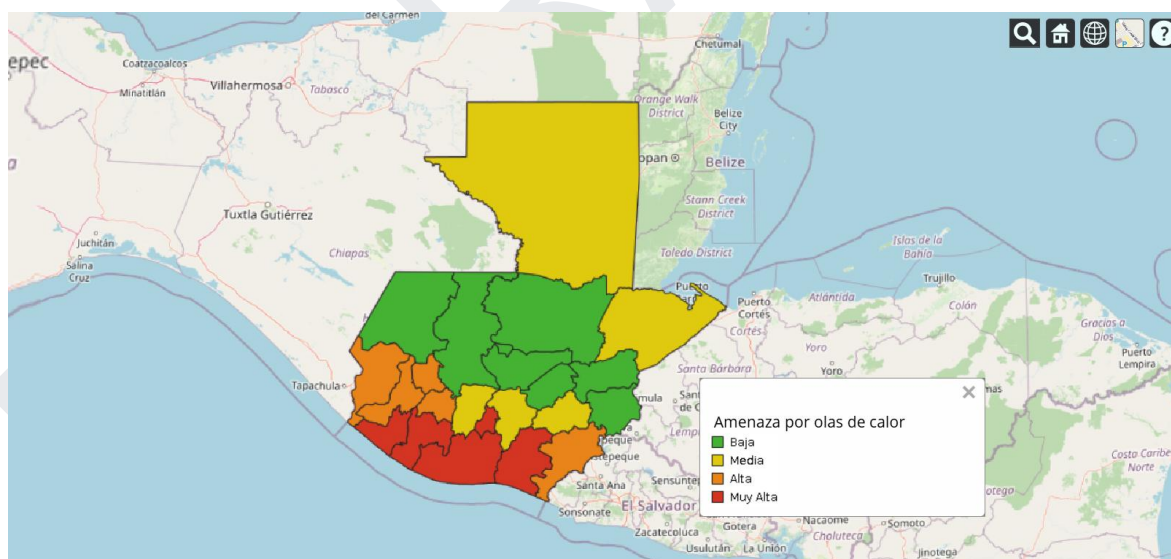
Formulario de valorización por inundaciones.

Altura de la entrada en relación con el nivel de suelo circundante		Puntos
Considerar que el área circundante de la entrada principal del edificio, en un radio de 2 metros, esté elevada con respecto al nivel del suelo, o considerar la instalación de elementos o barreras físicas para evitar la entrada de agua de lluvia al edificio	El nivel de ingreso del edificio cuenta con una altura superior a 60 cm sobre el nivel de suelo circundante, o implementa «barreras para desviación de agua».	0
	El nivel de ingreso del edificio cuenta con una altura entre 30 cm - 60 cm sobre el nivel de suelo circundante.	4
	El nivel de ingreso del edificio cuenta con una altura entre 1.0 cm - 30 cm sobre el nivel de suelo circundante.	28
	El nivel de ingreso del edificio es menor al nivel de suelo circundante.	40
Estacionamientos subterráneos u otros espacios en sótano.		Puntos
El proyecto no cuenta con niveles subterráneos.		0

Presencia de sótanos para aparcamiento o cualquier otro tipo de espacios subterráneos	El proyecto cuenta con sótano, o cualquier otro tipo de espacio por debajo del nivel de suelo. El piso subterráneo del edificio cuenta con un umbral de altura superior a 60cm, o se implementan «barreras para desviación de agua» que alcanzan al menos esta altura.	5
	El proyecto cuenta con sótano, o cualquier otro tipo de espacio por debajo del nivel de suelo. El piso subterráneo del edificio cuenta con un umbral de altura entre 30cm - 60cm.	10
	El proyecto cuenta con sótano, o cualquier otro tipo de espacio por debajo del nivel de suelo. El piso subterráneo del edificio cuenta con un umbral de altura inferior a 30 cm.	15
Aperturas o puntos de entrada de agua.		Puntos
Evaluar qué otros puntos de entrada (Por ejemplo ventanas, o aperturas para ventilación) no presentan condiciones de riesgo durante un evento de inundación.	El proyecto no cuenta con aperturas o puntos de entrada.	0
	Las aperturas o puntos de entrada están ubicados a una altura igual o superior a 60cm sobre el nivel del suelo, o se implementan «barreras para desviación de agua».	5
	Las aperturas o puntos de entrada se encuentran entre 30 y 60cm sobre el nivel del suelo.	15
	Las aperturas o puntos de entrada están ubicados a una altura menor a 30cm sobre el nivel del suelo.	20
Presencia de equipos e instalaciones fijas.		Puntos
Considerar la presencia de instalaciones fijas o equipos que puedan ser sensibles a inundaciones.	El proyecto no ha instalado maquinaria y equipos que puedan ser sensibles al agua, o las ha instalado por encima del nivel del suelo circundante (por ejemplo, en el segundo piso).	0
	El proyecto ha dejado maquinaria y equipos sensibles al agua en ambientes al nivel suelo circundante.	5

	El proyecto ha dejado maquinaria y equipos sensible al agua en ambientes por debajo del nivel de calle, pero se encuentran elevados en el interior del sótano o protegidos frente a inundaciones.	15
	El proyecto ha dejado maquinaria y equipos sensible al agua en ambientes por debajo del nivel de calle sin ninguna medida de protección ante inundaciones.	20
Instalaciones pluviales.		Puntos
Diseño del sistema de drenaje pluvial optimizado para fuertes lluvias	Capacidad de drenaje suficiente para evacuar precipitaciones que se estima que se presentarán con un periodo de retorno igual o superior a 50 años	0
	Capacidad de drenaje suficiente para evacuar precipitaciones que se estima que se presentarán con un periodo de retorno inferior a 50 años	5

5.2. Olas de calor



Mapa de amenaza por olas de calor. <https://encr.pw/vRxnO>

El incremento en la temperatura aumenta el requerimiento de enfriamiento de las edificaciones, lo que conlleva a, por una parte, mayor dependencia de los sistemas de refrigeración y aires acondicionados. La forma de medir la amenaza es a través de datos de los *Grados Día de Enfriamiento* «Cooling degree days». Los grados día son esencialmente una representación simplificada de los datos de temperatura del aire exterior. Se utilizan ampliamente para cálculos relacionados con el efecto de la temperatura

del aire exterior en el consumo de energía del edificio. Los «grados día de enfriamiento», o "CDD", son una medida de cuánto (en grados) y durante cuánto tiempo (en días) la temperatura del aire exterior fue más alta que una temperatura base específica. Se utilizan para cálculos relacionados con el consumo de energía necesario para enfriar edificios.

La amenaza por altas temperaturas se ha caracterizado a partir de los datos aportados por el Visor de Escenarios de Cambio Climático en Centroamérica. Esta fuente tiene la ventaja de permitir consultar escenarios de cambio climático, por lo que permite evaluar como esta amenaza para los edificios y su habitabilidad va a evolucionar en el futuro bajo tres escenarios:

- RCP2.6: Se trata de un escenario en el que las emisiones de gases de efecto invernadero se llegan a estabilizar a lo largo del siglo, por lo que las salidas de los modelos climáticos reflejan que las temperaturas se incrementan menos que en otros escenarios
- RCP4.5: Escenario intermedio de emisiones, en el que las temperaturas siguen creciendo durante todo el siglo, pero de manera moderada
- RCP8.5: Escenario de altas emisiones, en el que las emisiones de gases de efecto invernadero y las temperaturas no se ven moderadas en ningún momento, por lo que el final de siglo es sensiblemente más cálido que el periodo histórico.

Para determinar la vulnerabilidad del edificio se analizan las características físicas del envolvente del edificio, mecanismos de protección solar, y su capacidad de proveer ventilación en los espacios interiores.

Matriz de valoración por riesgo a por olas de calor.

Amenaza		Edificio/Vulnerabilidad							
		1 a 20	21 a 40	41 a 60	61 a 80	81 a 100	101 a 120	121 a 140	141 a 160
Muy Alta	100	101 a 120	121 a 140	141 a 160	161 a 180	181 a 200	201 a 220	221 a 240	241 a 260
Alta	80	81 a 100	101 a 120	121 a 140	141 a 160	161 a 180	181 a 200	201 a 220	221 a 240
Media	50	51 a 70	71 a 90	91 a 110	111 a 120	121 a 130	131 a 140	141 a 150	151 a 160
Baja	0	1 a 20	21 a 40	41 a 60	61 a 80	81 a 100	101 a 120	121 a 140	141 a 160
Leyenda:		Bajo	Bajo-medio	Medio	Medio-alto	Alto			

Formulario de valorización por olas de calor.

Medida	Variable	Indicador	Puntos
Superficie de cristal	Ratio de superficie acristalada en las paredes orientadas hacia Oeste, Sur y Este	<35%.	0
		35-50%.	6
		51-75%.	10
		>75%.	15
Masa térmica. Techos	Valor de transmisión térmica (Valor U) respecto a la zona climática.	El sistema constructivo de techos cumple o supera los requerimientos térmicos del ASHRAE 90.1.	0

		El sistema constructivo de techos está 25% por debajo de los requerimientos térmicos del ASHRAE 90.1.	4
		El sistema constructivo de techos está 40% por debajo de los requerimientos térmicos del ASHRAE 90.1.	7
		Sistema constructivo de techos no homologado, o inferior a los requerimientos térmicos del ASHRAE 90.1.	10
Masa térmica. Paredes exteriores	Valor de transmisión térmica (Valor U) respecto a la zona climática.	El sistema constructivo de muros cumple o supera los requerimientos térmicos del ASHRAE 90.1.	0
		El sistema constructivo de muros está 25% por debajo de los requerimientos térmicos del ASHRAE 90.1.	4
		El sistema constructivo de muros está 40% por debajo de los requerimientos térmicos del ASHRAE 90.1.	7
		Sistema constructivo de muros no homologado, o inferior a los requerimientos térmicos del ASHRAE 90.1.	10
Ventanas	Valor de transmisión térmica (Valor U) respecto a la zona climática.	El sistema de ventanas propuesto cumple o supera los requerimientos térmicos del ASHRAE 90.1.	0
		El sistema de ventanas propuesto está 25% por debajo de los requerimientos térmicos del ASHRAE 90.1.	6

		El sistema de ventanas propuesto está 40% por debajo de los requerimientos térmicos del ASHRAE 90.1.	10
		El sistema de ventanas propuesto no homologado, o inferior a los requerimientos térmicos del ASHRAE 90.1.	15
Control solar	Coeficiente de Ganancia Solar Térmica (CGST) según la presencia de dispositivos para protección solar (voladizos / parteluces)	El sistema de control solar cumple o supera los requerimientos de control solar del ASHRAE 90.1, o demuestra condiciones de sombra a lo largo del año.	0
		El sistema de control solar propuesto está 25% por debajo de los requerimientos de control solar del ASHRAE 90.1.	2
		El sistema de control solar propuesto está 40% por debajo de los requerimientos de control solar del ASHRAE 90.1.	8
		El proyecto no cuenta con dispositivos para control solar.	20
Reflectancia solar de techos	Reflectancia solar de techos	Los techos del proyecto son predominantemente (en más de un 50%) techos vegetados.	0
		El techo cumple con los requerimientos de reflectancia solar establecidos en CASA Guatemala, o cuenta con paneles solares para generación de energía.	1

		Los techos del proyecto son predominantemente oscuros, o no cumplen con los requerimientos de reflectancia solar establecidos en CASA Guatemala.	3
Reflectancia solar en paredes exteriores	Reflectancia solar en paredes exteriores	La fachada del proyecto cumple con los requerimientos de reflectancia solar establecidos en CASA Guatemala, y/o integra vegetación natural.	0
		La fachada del proyecto es predominantemente oscura, o no cumplen con los requerimientos de reflectancia solar establecidos en CASA Guatemala.	3
Ventilación	Ventilación Natural	El proyecto cumple con los requerimientos de aperturas óptimas para ventilación natural.	0
		El proyecto cumple con los requerimientos de aperturas mejoradas para ventilación natural.	10
		El proyecto cumple con los requerimientos mínimos de apertura para ventilación natural.	20
		No cumple con los requerimientos de ventilación natural.	30
	Proporción del espacio	El proyecto cumple con la proporción de altura requerida para garantizar el flujo de ventilación, establecida en CASA Guatemala.	0

		El proyecto no cumple con la proporción de altura requerida para garantizar el flujo de ventilación, establecida en CASA Guatemala.	4
	Ventilación cruzada	Presencia de ventilación cruzada en ambientes regularmente ocupados.	0
		No hay presencia de ventilación cruzada en ambientes regularmente ocupados.	10

5.3. Lava volcánica



Mapa de amenaza por lava volcánica. <https://encr.pw/vRxnO>

CASA Guatemala evalúa la amenaza derivada de la emisión de lava y ceniza volcánica. Para la amenaza volcánica se han incluido los volcanes con erupciones datadas del siglo XIX en adelante al considerarlos de mayor riesgo que aquellos con inactividad.

Cuando se produce una liberación de energía del interior de un volcán, se emiten cenizas, gases tóxicos y flujos piroclásticos. El magma avanza en forma de lava por el cono de la montaña, esto provoca una serie de impactos de segundo orden que afectan a la edificación y a los modos de vida de los habitantes. Por un lado, habrá impactos en la infraestructura, ya que el material de ceniza se acumulará en techos que, normalmente, tienden a ser planos. Después, se pueden producir agrietamientos y debilitamientos en la estructura que pueden provocar que acabe cediendo. Por otro lado, como impactos derivados de la acumulación de material, se puede producir una obstrucción de las canaletas que disminuirá la capacidad de drenaje del sistema de desagüe, lo que puede hacer que

aparezcan filtraciones, humedades y daños en paredes. Todo esto, provoca una serie de impactos en la población como pérdida de vivienda, daños económicos o afección a servicios básicos entre otros.

Matriz de valoración por amenaza a lava.

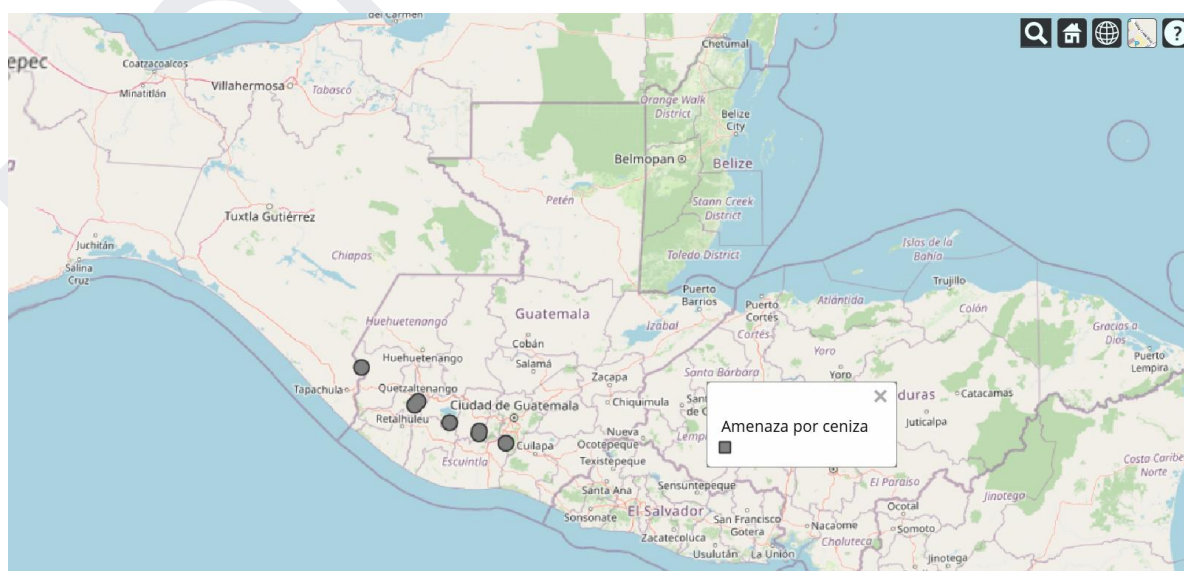
			Edificio / Vulnerabilidad		
			Con Plan	Sin Plan	
			0	5	
Amenaza	Alta	20	20	25	
	Media (no en la herramienta)	10	10	15	
	Inexistente	0	0	5	
Leyenda:	Bajo	Bajo-medio	Medio	Medio-alto	Alto

Formulario de valorización por amenaza a lava.

Formulario para la valoración de la vulnerabilidad ante lava		Puntos
El proyecto cuenta con un plan de respuesta que considere todas las actividades, procedimientos y normas para la evacuación de las personas que se encuentran dentro del proyecto durante un desastre.	Si	0
	No	5

Contar con un plan no hará que el proyecto sea considerado como “verde o resiliente”, ya que los efectos de la lava y la media o alta amenaza no permiten margen de actuación y el edificio se ve destruido o inoperativo si la lava alcanza al propio edificio, sus accesos, redes de suministro y evacuación, etc. Por ello, la amenaza se define como alta si se está en el buffer de 5km o en zona roja en la cartografía. Es preciso destacar que actualmente no hay ninguna zona clasificada como de amenaza media, pero en la tabla se propone ya una aproximación por si fuera posible incorporarse en el futuro.

5.4. Ceniza volcánica



Mapa de amenaza por ceniza volcánica. <https://encr.pw/vRxnO>

La amenaza queda caracterizada por un radio de 5km alrededor de un volcán que haya entrado en erupción en el Holoceno. La población expuesta se ha calculado a través del Global Human Settlement Layer (en adelante GHSL)

La amenaza se caracteriza por dos niveles: alta o inexistente. Es alta si se está en un “buffer” de 10 km de un cono volcánico y no se cuenta con un informe favorable de la autoridad competente. Es inexistente, en cambio, si no se está en ese buffer o se justifica con informe favorable.

En general, la vulnerabilidad de amenaza volcánica se estudia a través de la sensibilidad y la capacidad adaptativa. La sensibilidad es caracterizada a través de los recursos y a las características físicas de la vivienda. La capacidad adaptativa, por otro lado, se manifiesta a través de los diferentes mecanismos de respuesta.

Matriz de valoración por ceniza.

			Edificio / Vulnerabilidad										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Amenaza	Alta	10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Inexistente	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

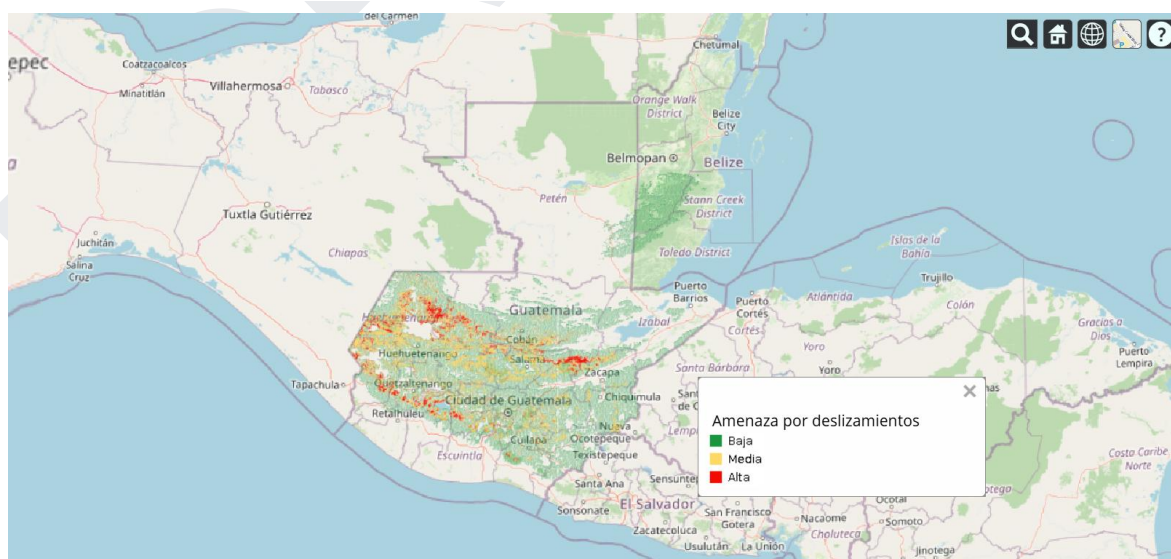
Leyenda:	Bajo	Bajo-medio	Medio	Medio-alto	Alto
----------	------	------------	-------	------------	------

Formulario de valorización por amenaza a lava.

Formulario para la valoración de la vulnerabilidad ante ceniza volcánica		Puntos
El proyecto cuenta con un plan de respuesta que considera todas las actividades, procedimientos y normas para la evacuación de las personas que se encuentran dentro del proyecto durante un desastre.	Sí.	0
	No.	2
El proyecto cuenta con un plan de mantenimiento y limpieza, considerando actividades y cuidados especiales para la recuperación de la infraestructura durante la caída de ceniza volcánica.	Sí.	0
	No.	2
Sistemas constructivos de los muros	El sistema estructural y constructivo es predominantemente de mampostería. Por ejemplo, Block, concreto, ladrillo, etc.	0

	El sistema estructural y constructivo es predominantemente de estructura y cerramientos derivados de madera.	2
	El sistema estructural y constructivo es predominantemente de estructura ligera. Por ejemplo; adobe, bajareque, lepa, palo, caña o lámina metálica.	3
Sistemas constructivos de techos	El sistema constructivo del techo es predominantemente de mampostería o concreto reforzado en sitio.	0
	El sistema constructivo del techo es predominantemente de madera o lámina.	2
	El sistema constructivo del techo es predominantemente ligero. Por ejemplo; paja, palma, materiales recuperados de residuos, etc.	3

5.5. Deslizamientos



Mapa de amenaza por deslizamientos. <https://encr.pw/vRxnO>

Guatemala es un territorio propenso a los deslizamientos de tierra debido a su topografía montañosa, la presencia de suelos saturados, y la alta pluviosidad en algunas regiones.

La valoración de la amenaza por deslizamientos, al igual que de la amenaza por inundación, se obtiene a partir de los Mapas Municipales de Amenaza Deslizamientos e Inundaciones generados por CONRED. Estos mapas, cuentan con una resolución de 1 km por 1 km.

Dado que la cartografía de CONRED puede no reflejar correctamente la situación local del terreno por diferentes motivos (resolución, desactualización, etc.), se ha de considerar que los proyectos en altas pendientes deberán de incluir un riesgo mínimo independientemente de la cartografía.

- Proyectos desarrollados en pendientes superiores al 30%: han de indicar una amenaza “media” (**6 puntos**) como mínimo
- Proyectos desarrollados en pendientes superiores al 45%: han de indicar una amenaza “alta” (**10 puntos**) como mínimo.

La valorización de vulnerabilidad se basa en el cumplimiento a los requerimientos establecidos en las *Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la República de Guatemala* de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES), criterios de reforestación para manejo de taludes, y los criterios utilizados para los sistemas constructivos de muros y techos de las edificaciones.

Matriz de valoración por amenaza ante deslizamientos

Amenaza		Edificio / Vulnerabilidad											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Alta	10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Media	6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Baja	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Inexistente	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Leyenda:	Bajo	Bajo-medio	Medio	Medio-alto	Alto
-----------------	------	------------	-------	------------	------

Formulario de valorización por amenaza ante deslizamientos.

Formulario para la valoración de la vulnerabilidad ante deslizamientos: Estudio de pendiente y manejo de taludes		Puntos
El proyecto se encuentra ubicados en nivel inferior cercano a taludes deben ser localizados con una distancia de retiro de al menos h/4 de la altura del talud.	n.a.	0
	Sí.	0
	No.	1
El proyecto evita el desarrollo y huella de construcción en pendientes superiores al 30%.	Sí.	0

En caso el proyecto desarrolle en pendientes superiores al 30%. Este debe contar con un estudio geotécnico tomando en consideración las pendientes del sitio.	No.	1
Proyectos que han sido construidos en laderas con actividades de corte y relleno deberán tomar en cuenta las siguientes precauciones: - El proyecto evita el desarrollo en las zonas de relleno. La distancia mínima entre la vivienda y el relleno deberá ser de 6m a 8 m. - Las áreas de relleno podrán ser utilizadas para áreas vegetadas o siembras. - En caso el proyecto deje laderas deberá realizar terrazas menores para suavizar la caída de agua y canalizar para no debilitar el área de corte.	n.a.	0
	Sí.	0
	No.	1
El proyecto utiliza vegetación como método de estabilización para evitar la erosión del suelo.	n.a.	0
	Sí.	0
	No.	1
El proyecto evita el desarrollo y huella de construcción en desembocaduras o cuencas donde el agua pluvial sea canalizada para evitar flujos de lodos.	n.a.	0
	Sí.	0
	No.	1
En caso los taludes o laderas originales del sitio cuenten con árboles previos a su construcción, el proyecto deberá evitar talar dichos árboles, o realizar una restitución del número total de árboles talados en el talud.	n.a.	0
	Sí.	0
	No.	1
En terrenos con vocación a cultivos. El proyecto debe ser localizado en niveles superiores del sitio, evitando la construcción en áreas donde se ha acumulado el terreno vegetal y con poca capacidad de soporte.	n.a.	0
	Sí.	0
	No.	1

5.6. Terremotos



La actividad sísmica en Guatemala es el resultado de la interacción de estas placas tectónicas del “Cinturón de Fuego del Pacífico”, lo que genera una serie de fallas geológicas. Estas fallas son áreas donde se acumula la tensión a medida que las placas se desplazan, cuando la tensión acumulada supera el punto de resistencia de la roca, se libera en forma de terremoto. Cuando la energía liberada en forma de ondas sísmicas provoca un terremoto, los movimientos en la superficie que se producen provocan vibraciones en las edificaciones que pueden conllevar a varios impactos en la estructura. Al sacudirse violentamente, puede sufrir daños como grietas o fisuras, lo que puede llevar al colapso o a pérdidas de funcionalidad.

Para caracterizar la amenaza por terremoto se ha estudiado el nivel de sismicidad medio por departamento según el índice propuesto por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. La vulnerabilidad, al igual que en el caso de los volcanes, se estudia a través de la renta por departamento y otros aspectos como los materiales de la vivienda o la capacidad adaptativa medida mediante la existencia de planes de resiliencia, medidas anti-terremotos o la evaluación previa de la condición estructural del edificio.

Matriz de valoración por amenaza a sismos

			Edificio / Vulnerabilidad										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Amenaza	Muy alta	10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Alta	8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Media	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Baja	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Inexistente	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

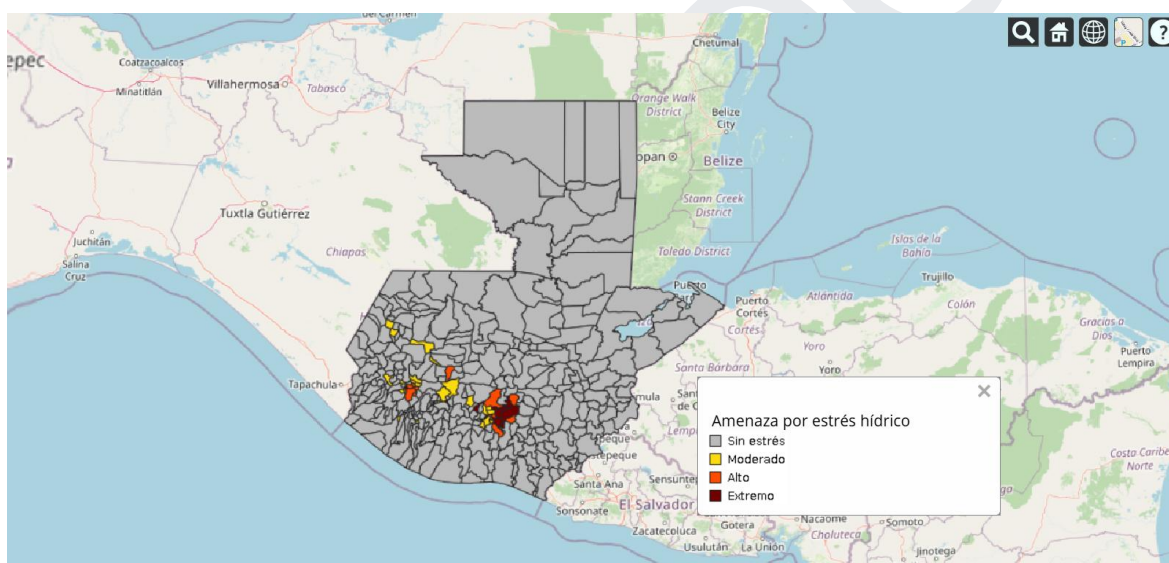
Levenda:	Bajo	Bajo-medio	Medio	Medio-alto	Alto
----------	------	------------	-------	------------	------

Formulario de valorización por amenaza a sismos.

Formulario para la valoración de la vulnerabilidad ante terremotos: Normas para la Reducción de Desastre		Puntos
El proyecto cumple con las normas para la reducción de desastres NRD1 y NRD2, y con la norma NRD3 si es de aplicación.	Sí.	0
	No.	6
Formulario para la valoración de la vulnerabilidad ante terremotos: Medidas de Diseño Antisísmico		Puntos
	Sí.	0

El proyecto presenta medidas adicionales de diseño antisísmico. Por ejemplo; amortiguadores, aisladores sísmicos u otro tipo de refuerzos estructurales.	No.	2
Formulario para la valoración de la vulnerabilidad ante terremotos: Plan de respuesta y prevención social		Puntos
El proyecto cuenta con un plan de respuesta que considere todas las actividades, procedimientos y normas para la evacuación de las personas que se encuentran dentro del proyecto durante un desastre.	Sí.	0
	No.	2

5.7. Estrés hídrico



Mapa de amenaza por estrés hídrico. <https://encr.pw/vRxnO>

El estrés hídrico es una situación en la que la demanda de agua en una región supera la cantidad disponible, o cuando la calidad del agua es insuficiente para satisfacer las necesidades humanas y ambientales. Para determinar la amenaza por estrés hídrico se han utilizado los recogidos por el Instituto de investigación y proyección sobre ciencia y tecnología (INCYT) para la disponibilidad hídrica per cápita, dónde se muestra una división del país en cuatro categorías de amenaza por disponibilidad hídrica: estrés extremo, alto, moderado y el resto del territorio que no tendría estrés hídrico.⁹

Regiones con mayor índice de densificación son las más propensas a padecer condiciones de estrés hídrico derivado del aumento proporcional para uso doméstico, agrícola e industrial, y la reducción de fuentes de agua limpia resultante de la contaminación de los cuerpos de agua naturales. La valorización de la vulnerabilidad del edificio está relacionada con la capacidad de gestión integral del

⁹ “Mapa de disponibilidad hídrica – PC.” 2022. Sistema de Información Estratégica (SIE). <https://sie.url.edu.gt/mapa-de-disponibilidad-hidrica-pc/>.

agua por medio de la preservación del recurso, la reducción de la demanda sobre fuentes convencionales de abastecimiento, el tratamiento, y la recuperación de las aguas residuales.

Matriz de valoración por estrés hídrico

Amenaza		Edificio / Vulnerabilidad																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Extremo	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Alto	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Moderado	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Leyenda:	Bajo	Bajo-medio	Medio	Medio-alto	Alto
-----------------	------	------------	-------	------------	------

Formulario de valorización por estrés hídrico.

Eficiencia de agua por irrigación de jardines		Puntos
El proyecto cuenta con medidas de ahorro en el consumo de agua en el exterior (riego de jardines, piscinas, etc.)	Ahorro superior al 90% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	0
	Ahorro del 70%-89% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	0
	Ahorro del 50%-69% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	1
	Ahorro entre 30%-49% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	2
	Ahorro menor al 30% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	3
Eficiencia de agua para consumo interior		Puntos
El proyecto cuenta con medidas de ahorro de	Ahorro entre 79%-100% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	0

agua en el consumo interior (baños, cocinas, etc.)	Ahorro entre 60%-79% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	0
	Ahorro entre 40%-59% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	1
	Ahorro entre 25%-39% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	2
	El proyecto cuenta con artefactos eficientes sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	3
	No se utilizan artefactos o sistemas para reducir el consumo de agua interior, o no alcanzan la línea base establecida por CASA Guatemala.	6
Tratamiento de aguas residuales		Puntos
El proyecto promueve sistemas de tratamiento para mejorar la calidad de las aguas residuales que se evacúan o se reclaman para reutilización de cada unidad habitacional o propiedad condominial del proyecto.	El proyecto excede los niveles de tratamiento de aguas residuales exigidos por las autoridades gubernamentales, y permite la potabilización efectiva para su recuperación dentro del proyecto	0
	El proyecto cuenta con un sistema separado para el tratamiento de aguas negras, de las aguas grises y pluviales del proyecto. Las aguas grises y/o pluviales son recuperadas para consumos dentro del proyecto, y los excedentes son infiltrados de manera efectiva.	1
	El proyecto cuenta con un sistema separado para el tratamiento de aguas negras, de las aguas grises y pluviales del proyecto. Las aguas grises y/o pluviales son recuperadas para consumos dentro del proyecto.	2
	El proyecto cuenta con un sistema para el tratamiento de aguas residuales y pluviales, las cuales son desfogadas a la candela municipal o cuerpo receptor.	3
	No cuenta con sistema de tratamiento de aguas residuales.	8
Balance Hídrico		Puntos

El proyecto promueve que los edificios cuenten con una gestión integral del recurso por medio de sus consumos, producciones, y manejo de aguas residuales, conservando, protegiendo e incluso restaurando el ciclo del agua en el sitio y su área de influencia.	El proyecto cumple con una combinación de ambas medidas, logrando un balance cero en el consumo y producción de agua.	0
	El proyecto recupera aguas pluviales, aguas grises y/o residuales para su tratamiento y reintegración en el consumo de agua potable / no potable del edificio.	1
	Las aguas pluviales del proyecto son recargadas a los mantos acuíferos.	2
	Sin consideraciones de balance de agua.	3

Valorización de Riesgo en la Práctica.

El nivel de riesgo es el resultado de la integración entre la exposición sobre una amenaza y la estimación de vulnerabilidad del edificio derivado de sus características específicas. La matriz de valoración nos permite generar un mapa visual generando una correlación valuada en el nivel de amenaza expuesto y la vulnerabilidad del edificio. Por otro lado, el formulario de valoración me permite identificar medidas que, dependiendo de su alcance o desempeño, reduzcan la vulnerabilidad de la edificación. Ver ejemplo a continuación.

El CASO 1 evalúa la vulnerabilidad de un proyecto que ha sido ubicado en una zona con una amenaza alta ante condiciones de estrés hídrico. El proyecto ha implementado algunas estrategias para el uso eficiente de agua como el uso de artefactos eficientes, sin embargo, no cuenta con un sistema para el tratamiento de aguas residuales. Utilizando el formulario de valoración es posible identificar que, a pesar de las medidas aplicadas, el riesgo a que el proyecto sufra condiciones de estrés hídrico es **ALTO**.

CASO 1

Amenaza por estrés hídrico

Amenaza	Edificio / Vulnerabilidad																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
Extremo	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38					
Alto	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34					
Medio	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29					
Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19					
Leyenda:	Bajo					Bajo-medio					Medio					Medio-alto					Alto				

Leyenda:	Bajo	Bajo-medio	Medio	Medio-alto	Alto
----------	------	------------	-------	------------	------

1. Supongamos que el proyecto ha sido ubicado en una con **amenaza alta** por estrés de hídrico (equivalente a 15 pts)

2. Supongamos que el proyecto está considerando las siguientes medidas de adaptación

3. Hacer la equivalencia
(15) + (2+4+10)

R = 31

El proyecto cuenta con una amenaza alta a estrés hídrico. Estas estrategias reducen su vulnerabilidad a un riesgo **alto**.

El proyecto aún está en estado de riesgo

Eficiencia de agua por irrigación de jardines		Puntos
El proyecto cuenta con medidas de ahorro en el consumo de agua en el exterior (riego de jardines, piscinas, etc.)	Ahorro superior al 90% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	0
	Ahorro del 70%-89% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	0
	Ahorro del 50%-69% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	1
	Ahorro entre 30%-49% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	2
	Ahorro menor al 30% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	3
Eficiencia de agua para consumo interior		Puntos
El proyecto cuenta con medidas de ahorro de agua en el consumo interior (baños, cocinas, etc.)	Ahorro entre 79%-100% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	0
	Ahorro entre 60%-79% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	0
	Ahorro entre 40%-59% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	1
	Ahorro entre 25%-39% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	2
	El proyecto cuenta con artefactos eficientes sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	4
No se utilizan artefactos o sistemas para reducir el consumo de agua interior, o no alcanzan la línea base establecida por CASA Guatemala.		7
Tratamiento de aguas residuales.		Puntos
El proyecto promueve sistemas de tratamiento para mejorar la calidad de las aguas residuales que se evacúan o se reclaman para reutilización de cada unidad habitacional o propiedad condominial del proyecto.	El proyecto excede los niveles de tratamiento de aguas residuales exigidos por las autoridades gubernamentales, y permite la potabilización efectiva para su recuperación dentro del proyecto.	0
	El proyecto cuenta con un sistema separado para el tratamiento de aguas negras, de las aguas grises y pluviales del proyecto. Las aguas grises y/o pluviales son recuperadas para consumos dentro del proyecto, y los excedentes son infiltrados de manera efectiva.	1
	El proyecto cuenta con un sistema separado para el tratamiento de aguas negras, de las aguas grises y pluviales del proyecto. Las aguas grises y/o pluviales son recuperadas para consumos dentro del proyecto.	4
	El proyecto cuenta con un sistema para el tratamiento de aguas residuales y pluviales, las cuales son desfogadas a la cisterna municipal o cuerpo receptor.	6
	No cuenta con sistema de tratamiento de aguas residuales.	10
Balance Hídrico		Puntos
El proyecto promueve que los edificios cuenten con una gestión integral del recurso por medio de sus consumos, producciones, y manejo de aguas residuales, conservando, protegiendo e incluso restaurando el ciclo del agua en el sitio y su área de influencia.	El proyecto cumple con una combinación de ambas medidas, logrando balance cero en el consumo y producciones de agua.	0
	El proyecto recupera aguas pluviales, aguas grises y/o residuales para su tratamiento y reintegración en el consumo de agua potable / no potable del edificio.	2
	Las aguas pluviales del proyecto son recargadas a los mantos acuíferos.	3
	Sin consideraciones de balance de agua.	5

Por otra parte, el CASO 2 muestra un proyecto que de igual manera ha sido ubicado en una zona con el mismo nivel de amenaza alta ante condiciones de estrés hídrico. Sin embargo, en esta ocasión el proyecto ha considerado el tratamiento de las aguas residuales, y la infiltración de las aguas pluviales. Utilizando el formulario de valorización es posible identificar que, a través de estas medidas, el proyecto ha logrado reducir su nivel de riesgo a **MEDIO**.

CASO 2

Amenaza por estrés hídrico

Mismo contexto, distintas estrategias

Amenaza	Edificio / Vulnerabilidad																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
Extremo	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38					
Alto	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34					
Mediano	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29					
Inexistente	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19					
Legend:	Bajo					Bajo-medio					Medio					Medio-alto					Alto				

Leyenda:	Bajo	Bajo-medio	Medio	Medio-alto	Alto
----------	------	------------	-------	------------	------

1. Supongamos que el proyecto ha sido ubicado en una con **amenaza alta** por estrés de hídrico (equivalente a 15 pts)

2. Supongamos que el proyecto está considerando las siguientes medidas de adaptación

3. Hacer la equivalencia
(15) + (1+1+4+3)

R = 24

El proyecto cuenta con una amenaza alta a estrés hídrico. Estas estrategias reducen su vulnerabilidad a un riesgo **medio**.

El nivel de riesgo del proyecto ha bajado.

Eficiencia de agua por irrigación de jardines		Puntos
El proyecto cuenta con medidas de ahorro en el consumo de agua en el exterior (riego de jardines, piscinas, etc.)	Ahorro superior al 90% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	0
	Ahorro del 70%-89% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	0
	Ahorro del 50%-69% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	1
	Ahorro entre 30%-49% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	2
	Ahorro menor al 30% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	3
Eficiencia de agua para consumo interior		Puntos
El proyecto cuenta con medidas de ahorro de agua en el consumo interior (baños, cocinas, etc.)	Ahorro entre 79%-100% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	0
	Ahorro entre 60%-79% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	0
	Ahorro entre 40%-59% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	1
	Ahorro entre 25%-39% sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	2
	El proyecto cuenta con artefactos eficientes sobre la línea base establecida en CASA Guatemala.	4
No se utilizan artefactos o sistemas para reducir el consumo de agua interior, o no alcanzan la línea base establecida por CASA Guatemala.		7
Tratamiento de aguas residuales.		Puntos
El proyecto promueve sistemas de tratamiento para mejorar la calidad de las aguas residuales que se evacúan o se reclaman para reutilización de cada unidad habitacional o propiedad condominial del proyecto.	El proyecto excede los niveles de tratamiento de aguas residuales exigidos por las autoridades gubernamentales, y permite la potabilización efectiva para su recuperación dentro del proyecto.	0
	El proyecto cuenta con un sistema separado para el tratamiento de aguas negras, de las aguas grises y pluviales del proyecto. Las aguas grises y/o pluviales son recuperadas para consumos dentro del proyecto, y los excedentes son infiltrados de manera efectiva.	1
	El proyecto cuenta con un sistema separado para el tratamiento de aguas negras, de las aguas grises y pluviales del proyecto. Las aguas grises y/o pluviales son recuperadas para consumos dentro del proyecto.	4
	El proyecto cuenta con un sistema para el tratamiento de aguas residuales y pluviales, las cuales son desfogadas a la cisterna municipal o cuerpo receptor.	6
	No cuenta con sistema de tratamiento de aguas residuales.	10
Balance Hídrico		Puntos
El proyecto promueve que los edificios cuenten con una gestión integral del recurso por medio de sus consumos, producciones, y manejo de aguas residuales, conservando, protegiendo e incluso restaurando el ciclo del agua en el sitio y su área de influencia.	El proyecto cumple con una combinación de ambas medidas, logrando balance cero en el consumo y producciones de agua.	0
	El proyecto recupera aguas pluviales, aguas grises y/o residuales para su tratamiento y reintegración en el consumo de agua potable / no potable del edificio.	2
	Las aguas pluviales del proyecto son recargadas a los mantos acuíferos.	3
	Sin consideraciones de balance de agua.	5

El análisis para reducción de riesgo de CASA Guatemala debe ser realizado a través de la Plataforma para **Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación** para Edificaciones desarrollada por el Guatemala Green Building Council.

Ubicación geográfica del proyecto.

Escala de riesgo identificado, según la localización del proyecto

Riesgo de inundaciones

100 200

Altura de entrada < 0 cm
 Altura de entrada 1-15 cm
 Altura de entrada > 15 cm O barrera de presencia de agua (mamparo)

Presencia de piso subterráneo con altura del umbral <= 0 cm
 Presencia de piso subterráneo con altura del umbral entre 1-15 cm
 Presencia de piso subterráneo con altura del umbral > 15 cm o con barrera/mamparo
 No hay sótano

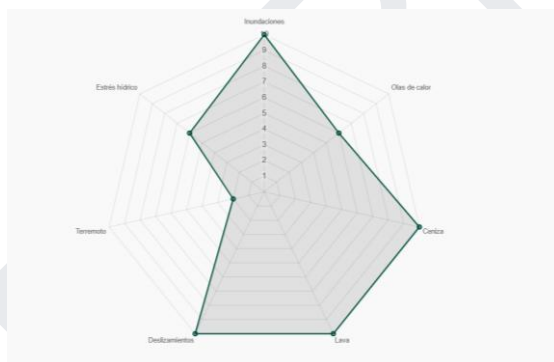
Existencia de otros puntos con una elevación de menos de 15 centímetros por encima del nivel del suelo
 Mamparo o barrera presente en otros puntos de entrada
 No existen otros puntos de entrada a menos de 15 cm sobre el suelo

Estrategias de adaptación basadas en las características físicas de la edificación

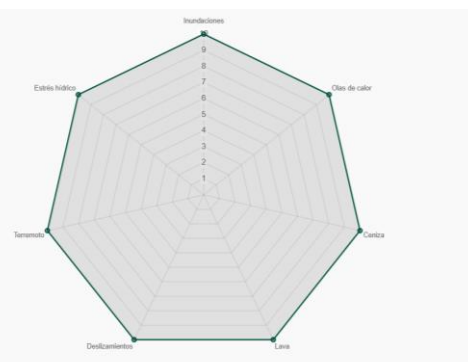
6. Indicador de Resiliencia

El resultado de la evaluación de riesgo generará un **índice de resiliencia** para cada una de las amenazas evaluadas por el proyecto. Este indicador representa la capacidad adaptativa en un **valor de 2 - 10 puntos equivalentes**, los cuales serán trasladados en puntos dentro del sistema de certificación. Mientras más alta la valorización, menor es el nivel de riesgo ante cada amenaza, y mayor su capacidad de resiliencia.

El diagrama desplegado demostrará el índice de resiliencia ante cada una de las amenazas evaluadas por el proyecto.



Resultado: El proyecto presenta capacidad media de resistencia ante olas de calor y estrés hídrico, y alto riesgo a terremotos. Por lo tanto, **el proyecto no es certificable**.



Resultado: Presenta capacidad de resiliencia ante cada amenaza identificada, por lo tanto, su nivel de riesgo es bajo. **El proyecto es elegible a certificación**

Recordar que cuando un proyecto no alcance el puntaje mínimo requerido, o presente nivel de riesgo alto ante amenazas climáticas, el proyecto no será considerado elegible a certificación.

7. Requerimientos para certificación CASA Guatemala v2.0

Requerimientos mínimos de aplicación.

Son requerimientos establecidos por el Guatemala Green Building Council, los cuales el proyecto debe cumplir para ser elegible para el proceso de registro y certificación.:

→ **Uso Residencial.**

Los proyectos registrados para el sistema de certificación CASA deben ser de uso estrictamente habitacional, y responder a una configuración espacial cuyos ambientes correspondan a un uso doméstico. Todo proyecto registrado debe considerar configuraciones ambientales, delimitadas o combinadas, que cumplan al menos las siguientes funciones:

- Área para dormitorio
- Área de estar
- Área para preparación de alimentos
- Comedor
- Área de baños e higiene personal
- Área de lavandería

Proyectos de uso mixto, o con ambientes complementarios dentro del mismo límite perimetral del sitio, pueden ser registrados dentro del sistema de certificación. Estrategias que incluyan en los distintos usos del proyecto y/o compartan sistemas e instalaciones deben ser documentadas por todo el proyecto.

→ **Locación Permanente**

Todos los proyectos que opten por la certificación CASA deben construirse y operarse en una ubicación permanente sobre un terreno existente. La mayor proporción de medidas están relacionadas a las condiciones climáticas y contextuales donde se encuentra ubicado un proyecto, por lo tanto no son elegibles a certificación proyectos cuyo diseño permita la movilidad o traslado en cualquier etapa de su vida útil.

→ **Dimensiones Mínimas para Unidades Residenciales**

El proyecto por registrarse debe cumplir con un área de construcción mayor a 35m².

→ **Cumplimiento Legal.**

Todo proyecto, al solicitar la revisión -final debe contar con licencia de construcción. Si el proyecto en su fase de inscripción aún no cuenta con las resoluciones necesarias por la ley debido a la etapa del proyecto, deberá enviar una carta de compromiso y enviar posteriormente la resolución dictaminada por la municipalidad correspondiente.

Requerimientos de certificación.

Todo proyecto en solicitud de certificación debe cumplir los siguientes requerimientos:

→ **Evaluación de riesgo**

Para ser elegible a certificación el proyecto no debe contar ningún riesgo valorado como “alto”, y/o dos valorados como “medio – alto” para todas las amenazas evaluadas por el programa de certificación; y

→ **Puntuación mínima.**

Cumplir con **al menos 45 puntos** puntos del total de puntos disponibles en el programa de certificación

MOVILIDAD Y CONECTIVIDAD



LOGRO 1: COMUNIDAD COMERCIO Y TRANSPORTE

Parte 1 Conectividad a Transporte Colectivo	Parte 2. Servicios Básicos y Equipamiento Urbano	Parte 3. Uso Mixto
2 Puntos	2 Punto	1 Punto

Objetivo:

Propiciar condiciones adecuadas de conectividad en el proyecto con el contexto urbano dónde está situado, de tal manera que permita reducir la dependencia de transporte y vehículo privado para satisfacer necesidades básicas diarias de los ocupantes de la vivienda.

Consideraciones:

La dependencia total del vehículo privado para satisfacer las necesidades básicas diarias de los ocupantes del proyecto puede repercutir en la contaminación ambiental de la localidad dónde este está situado. Más allá de los efectos del cambio climático, los vehículos de combustible convencional presentan riesgos para la salud pública. Los gases de escape de diésel liberan partículas finas y contaminantes que pueden ser especialmente dañinas para la salud.

La exposición prolongada a la contaminación del aire puede provocar enfermedades cardiovasculares, respiratorias, e incluso ser causantes de cáncer de pulmón.

Espacios que generan las condiciones de conectividad urbana adecuadas permiten reducir las emisiones de contaminantes y material particulado asociado a la alta carga vehicular, apoyan la economía local, y propician ambientes que promueven la calidad de vida urbana reduciendo distancias en recorridos, fomentan el tránsito peatonal, y mejoran la salud y seguridad de las ciudades o comunidades.

Requerimientos:

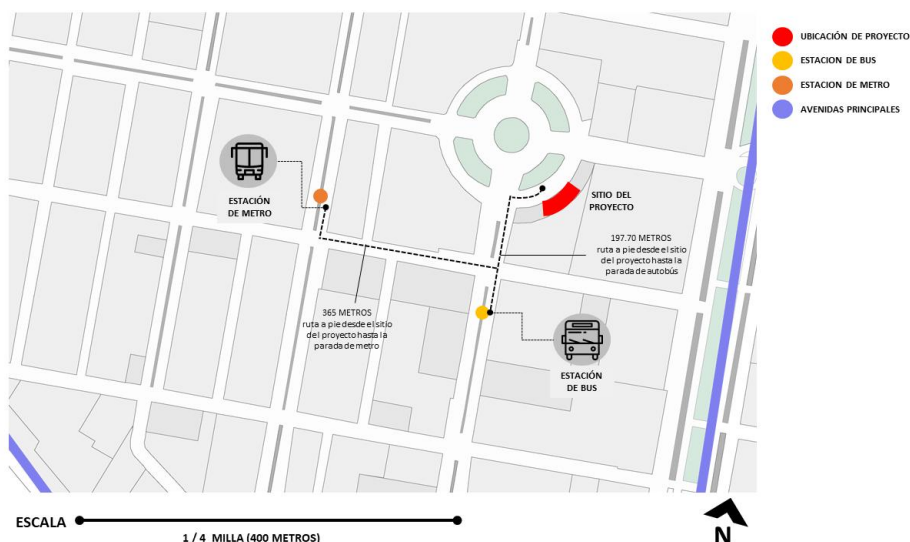
Parte 1. Conectividad a Transporte Colectivo:

El proyecto debe ser ubicado a una distancia no mayor de 800 metros de al menos dos paradas o estaciones de transporte colectivo.

En caso el sitio no cuente con estaciones de transporte colectivo previo al desarrollo del proyecto, pueden ser consideradas paradas o terminales de transporte colectivo construidas como parte del desarrollo del proyecto.

Paradas y estaciones planificadas pueden ser tomadas en consideración, siempre y cuando cumpla con los requerimientos de distancia caminable, y su construcción haya sido completada en un plazo no mayor de 24 meses posterior a la fecha de ocupación. El proyecto debe demostrar que las paradas o estaciones planificadas forman parte de un plan de movilidad local.

La distancia debe ser medida desde el frente del proyecto, considerando la ruta caminable desde el ingreso principal del proyecto, hasta cada una de las paradas o estaciones de transporte colectivo identificadas.



Parte 2. Servicios Básicos y Equipamiento Urbano:

Ubicar el proyecto en un contexto comunitario tal que se reduzca la dependencia en el automóvil privado para la adquisición de bienes y servicios que satisfagan las necesidades básicas diarias de sus ocupantes.

Tabla MC-001: Acceso a servicios básicos y equipamientos urbanos

Equipamientos	Puntos
8 - 10	1
≥ 10	2

El proyecto debe ser ubicado a una distancia no mayor de 800 metros de al menos 8 servicios y equipamientos urbanos enlistados en la Tabla MC-002:

Tabla MC-002: Servicios y Equipamientos Urbanos

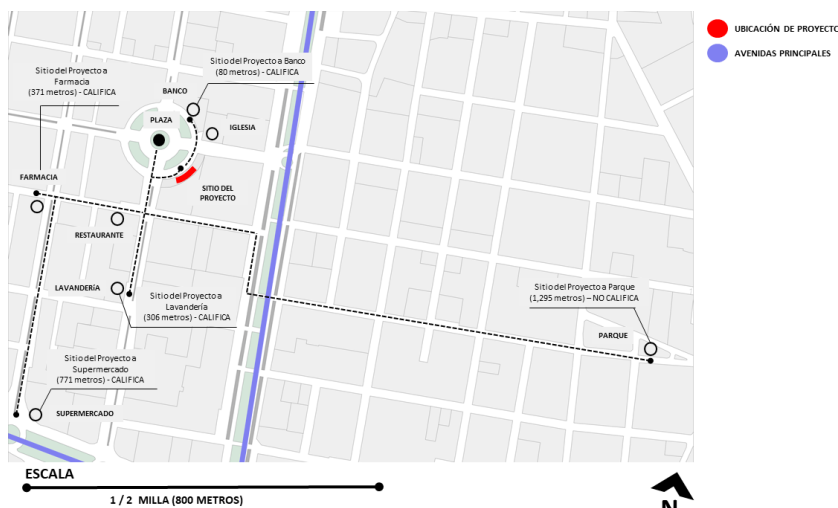
Categoría	Equipamiento
Comercio y alimentos	Supermercado
	Tiendas comestibles con sección de productos
	Mercados cantonales y mercados municipales
Comercios minoristas	Tiendas de conveniencia
	Ferreterías
	Farmacias

Servicios	Bancos
	Entretenimiento (Teatros, cines, deporte, recreación)
	Gimnasios, clubes deportivos
	Peluquerías
	Lavanderías
	Restaurantes, cafés y comedores
Equipamiento cívico comunitario	Hogares para ancianos
	Guarderías
	Salones y centros de recreación municipales
	Instalaciones culturales (museos, artes escénicas, etc)
	Centros educativos (colegios, escuelas y universidades)
	Alcaldías auxiliares y oficinas gubernamentales de atención al público.
	Instalaciones para atención médica
	Espacios de culto y religión
	Estación de bomberos o policía
	Estación de correo
	Bibliotecas
	Parques públicos
	Centros de servicio social

Tomar en cuenta las siguientes restricciones:

- Un mismo servicio no puede ser cuantificado más de una vez. (Por ejemplo, una tienda de conveniencia sólo puede ser cuantificada una vez, aunque provea productos asociados a otros equipamientos o categorías)

- No pueden ser repetidos más de dos equipamientos por categoría. (Por ejemplo, si existen cinco restaurantes dentro de la distancia caminable, sólo dos pueden ser tomados en consideración)
- Con el objeto de fomentar la diversidad, debe existir representación de al menos tres de las cinco categorías de equipamientos urbanos.
- No pueden ser documentados más de dos equipamientos dentro de un centro o plaza comercial.



Parte 3. Uso Mixto:

El proyecto debe incluir al menos un servicio básico o equipamiento urbano (enlistados en la Tabla 2) por cada 10,000 m² de construcción de unidades residenciales. Estos deben ser de uso público y deben prestar sus servicios a la comunidad.

Documentación:

Parte 1. Conectividad a Transporte Colectivo:

Diseño	Construcción
→ Plano de ubicación o localización del proyecto, → Plano urbano que cubra al menos 1 km a la redonda del sitio del proyecto, dónde se muestre la ubicación de las paradas o estaciones de transporte colectivo, y/o → Listado de rutas o planificación de movilidad de la localidad según sea el caso, y/o → Cualquier información adicional para demostrar el cumplimiento de este Logro	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

Parte 2. Servicios Básicos y Equipamiento Urbano:

Diseño	Construcción
→ Plano de ubicación o localización del proyecto,	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de

- Plano urbano que cubra al menos 1 km a la redonda del sitio del proyecto, dónde se muestre la ubicación de los servicios y equipamientos urbanos identificados, y/o
- Cualquier información adicional para demostrar el cumplimiento de este Logro
- construcción (en caso hubiera); y
- Registro fotográfico con fecha indicada.

Parte 3. Uso Mixto:

Diseño	Construcción
→ Planos arquitectónicos del edificio, identificando las áreas de uso comercial/mixto y las áreas destinadas a uso residencial, o → Listado de servicios y área comercial/mixto dentro del proyecto, y/o → Cualquier información adicional para demostrar el cumplimiento de este Logro	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

LOGRO 2: MOVILIDAD Y TRANSPORTE ALTERNATIVO

Parte 1 Ciclovías	Parte 2. Almacenamiento de bicicletas	Parte 3. Optimización del espacio público
1 Punto	1 Punto	1 Punto

Objetivo:

Propiciar las condiciones adecuadas para facilitar los medios de movilidad alternativa para los ocupantes de la edificación.

Consideraciones:

Las comunidades compactas y caminables, ubicadas cerca del tránsito alternativo brindan alternativas de movilidad que benefician al medio ambiente, así como a la salud y el bienestar de la comunidad.

Mundialmente, el transporte es responsable del 13.5% del total de emisiones de dióxido de carbono¹⁰. Las decisiones sobre la ubicación del proyecto pueden ayudar a reducir la distancia y frecuencia de los viajes de vehículos particulares, y fomentar el cambio hacia modelos de transporte alternativos. Generalmente, los medios de transporte alternativos generan menos emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y gases de efecto invernadero por pasajero que los vehículos individuales. Por ejemplo, por cada milla (1.600 metros) pedaleada en lugar de conducida, se evitan casi 1 libra (450 gramos) de emisiones de CO₂.¹¹

Los equipos de proyectos pueden reducir los efectos negativos asociados al transporte motorizado, garantizando el acceso y condiciones necesarias para generar una transición hacia métodos de transporte alternativos, fomentando la caminata, y andar en bicicleta.

Requerimientos:

Parte 1. Ciclovías:

El proyecto debe ser ubicado a una distancia caminable no mayor de 180 metros de al menos una red de ciclovía. El proyecto debe demostrar que la red de ciclovía permite una conexión a al menos uno de los siguientes servicios:

- Al menos 8 servicios básicos y equipamientos urbanos enlistados en el «MC: Logro 1 / Comunidad Comercio y Transporte / Tabla 2: Servicios y Equipamientos Urbanos»,
- Centros educativos, corporativos y fuentes de empleo, o
- Una estación de transporte colectivo

Parte 2. Almacenamiento de Bicicletas:

¹⁰ Baumert, Kevin A., Timothy Herzog, and Jonathan Pershing. 2005. *Navigating the Numbers: Greenhouse Gases And International Climate Change Agreements*. N.p.: World Resources Institute.

¹¹ U.S. Green Building Council. 2013. *LEED Reference Guide for Building Design and Construction*. 2013th ed. Washington, DC 20037: n.p.

El proyecto debe proveer las condiciones necesarias, a través de las facilidades, instalaciones e infraestructura, que permita el incentivo a las redes de transporte alternativo y ciclovías:

- Proveer un estacionamiento de bicicletas para el 2.5% de la carga máxima de visitantes del edificio, pero no menos de 4 estacionamientos por edificio, lo que sea mayor.

$$\text{Estacionamiento de bicicletas} = \text{Carga máxima de visitas} \times 0.025$$

El estacionamiento de bicicletas debe ser ubicado en un área de acceso pública, segura, y a una distancia no mayor de 30 metros del ingreso principal o peatonal del proyecto.

- Proveer un estacionamiento o almacenaje de bicicletas a largo plazo para el 30% de los ocupantes regulares del edificio, pero no menos de un estacionamiento por unidad residencial, lo que sea mayor:

$$\text{Estacionamiento de bicicletas} = \text{Carga máxima de visitas} \times 0.30$$

Para edificios residenciales, el almacenaje de bicicletas para ocupantes regulares debe ser colocado en un área exterior de las unidades de vivienda individuales. Estas pueden ser ubicadas tanto fuera como dentro de las instalaciones del edificio, en un área segura y a una distancia no mayor de 30 metros del ingreso principal o peatonal del proyecto.

Considerar dentro del diseño de las instalaciones del edificio que al tener que llevar una bicicleta por espacio habitables puede ser inconveniente para los ocupantes, y desalentar el uso de bicicletas.

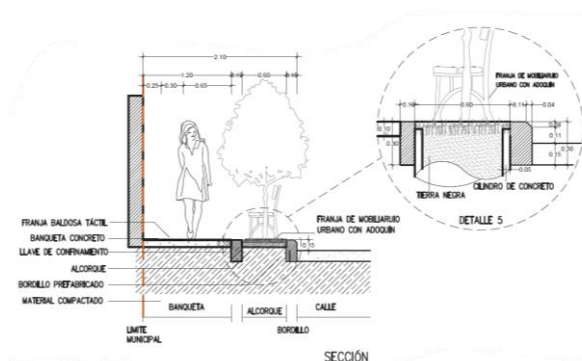
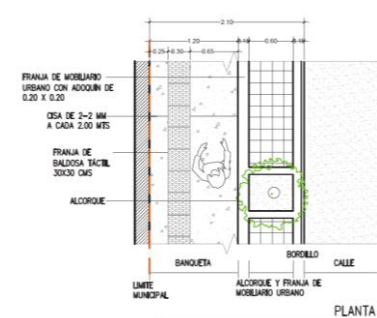
Parte 3. Optimización del espacio público:

El proyecto debe proveer las condiciones de espacio público necesarias para mejorar las condiciones habitabilidad y movilidad del entorno urbano, para cada uno de los frentes de la edificación cuyo límite municipal colinda con una acera o espacio público.

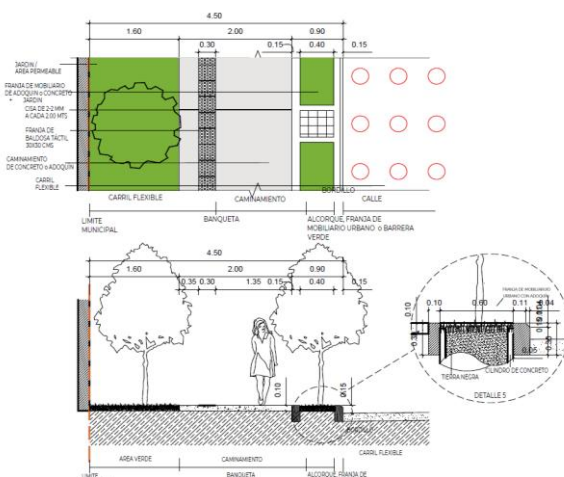
- Las aceras no deben ser menores a 2.10m de ancho
- El proyecto deberá dejar una protección peatonal entre 0.60m - 0.90m desde el límite de la calle, por medio de alcorques, franjas de mobiliario y/o barreras verdes.
- El ancho efectivo del área peatonal no debe ser menor a 1.20m y debe incluir una franja para baldosa táctil.
- Proyectos desarrollados en esquina deben considerar vados peatonales y cruces peatonales seguros

Opción de acera 2.10m.

Fuente: Guía de Plan Urbano Sostenible, PLUS, 2020

**Opción de acera 4.50m.**

Fuente: Guía de Plan Urbano Sostenible, PLUS, 2020



- El espacio público debe contar un adecuado sistema de iluminación para poder generar un ambiente seguro y permitir un desplazamiento fluido del usuario en cualquier horario.

Característica	Valor deseado
Niveles de iluminación	Mínimo 5 luxes para zonas ajardinadas.
	Mínimo 7.5 luxes para residenciales y áreas condominales de uso nocturno moderado
	Mínimo 10 luxes para centros urbanos peatonales y calles comerciales.
Índice de reproducción de calor (IRC)	80% mínimo
Temperatura de iluminación	3000 °K (mínimo)

El proyecto debe priorizar cualquier normativa, reglamento local o municipal respecto al diseño del espacio público, y cumplir con los niveles de exigencia que sean más exigentes. Zonas urbanas, comerciales o industriales con tráfico motorizado medio o intenso no son consideradas dentro de este requerimiento para fines de la certificación.

Si existieran consideraciones especiales, estas deben ser evaluadas directamente con la dirección pertinente dentro de la municipalidad dónde se esté desarrollando el proyecto.

Documentación:**Parte 1. Ciclovías:**

Diseño	Construcción
→ Plano de ubicación o localización del proyecto, → Plano urbano que cubra al menos 1 km a la redonda del sitio del proyecto, dónde se muestre la red de ciclovías, distancias y conexiones al equipamiento urbano. → Cualquier información adicional que permita demostrar el cumplimiento de este Logro	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

Parte 1. Almacenamiento de bicicletas:

Diseño	Construcción
→ Plantas arquitectónicas o conjunto del sitio del proyecto, identificando las áreas para estacionamiento y almacenaje de bicicletas. → Plantas arquitectónicas o conjunto del sitio, identificando las distancias caminables entre las áreas de almacenaje de bicicletas y el ingreso principal → Cálculos para estacionamiento y almacenaje de bicicletas, y/o → Descripción de cualquier programa de soporte al uso de bicicletas, o → Cualquier información adicional que permita demostrar el cumplimiento de este Logro.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

Parte 3. Optimización del espacio público:

Diseño	Construcción
→ Plantas arquitectónicas o conjunto del sitio del proyecto. → Planos de diseño y detalles del sistema de aceras frente a la edificación → Cálculos de niveles de iluminación, y fichas técnicas de las luminarias propuestas. → Cualquier información adicional que permita demostrar el cumplimiento de este Logro.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

SITIO



LOGRO 1: AGUAS PLUVIALES

Estas medidas deben ser ingresadas en la herramienta de **Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación**, según las condiciones aplicables para el proyecto.

Parte 1 Resistencia a Inundaciones	Parte 2. Manejo de escorrentía pluvial en sitio
Obligatoria EVA	2 Puntos

Objetivo:

Manejar apropiadamente las aguas pluviales incidentes en el sitio, e implementar medidas que permitan reducir la vulnerabilidad a los efectos causados por potenciales inundaciones que puedan afectar las condiciones de infraestructura, equipos, sistemas e instalaciones fijas del proyecto, así como a sus ocupantes.

Consideraciones:

Los procesos de construcción y urbanización, combinado con la reducción de capa vegetal, reducen la capacidad de infiltración y *evapotranspiración*¹² de un terreno natural, alterando las condiciones naturales del ciclo de agua en el sitio. El uso excesivo de superficies sólidas impermeables incrementa el pico de concentración superficial de lluvia, lo que puede significar problemas de inundación urbana. Esta práctica convencional lleva consigo y la necesidad de infraestructura pública y privada capaz de manejar volúmenes de agua cada vez más significativos

Las inundaciones pueden ocurrir debido a lluvias intensas en áreas cercanas a cuerpos de agua como ríos, quebradas o cuencas fluviales. En lugares con alta densidad poblacional, como las zonas urbanas, los sistemas de alcantarillado y drenaje pueden no ser adecuados o encontrarse en condiciones insuficientes para gestionar el caudal de agua pluvial, lo que aumenta el riesgo de ser afectados por eventos de lluvias intensas. Los factores que influyen en la magnitud y gravedad de las inundaciones incluyen la profundidad del agua, su duración, velocidad, el ritmo de su aumento, la frecuencia con la que ocurren y la estación del año.

Los manejos inadecuados de las escorrentías pluviales en los terrenos pueden provocar serios problemas en los cauces de desfogue de agua pluvial y poner en riesgo la construcción de las unidades de vivienda por efectos de erosión, sedimentaciones de suelo, deslizamiento o inundaciones.

Los equipos de diseño del proyecto pueden aportar a generar condiciones que repliquen los ciclos naturales del agua del sitio donde están localizados y mejorar las condiciones de escorrentía pluvial e infiltración del agua en sitio para asegurar la disponibilidad de agua en los mantos subterráneos. A su vez, pueden proponer infraestructura que permita reducir la vulnerabilidad del edificio ante inundaciones urbanas provenientes de cuerpos cercanos de agua, o eventos de lluvias de mayor intensidad.

Requerimientos:

¹² Pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación

Determinar el nivel de amenaza ante potenciales inundaciones, y aplicar las medidas necesarias para reducir dichas amenazas: <https://casaguatemala.urban.tecnalia.dev/>

El proyecto debe presentar una evaluación de las características físicas que permitan minimizar su susceptibilidad ante posibles inundaciones que puedan dañar la infraestructura, equipos, sistemas e instalaciones fijas del mismo.

Parte 1. Resistencia a inundaciones:

El proyecto debe presentar una evaluación de las características físicas que permitan minimizar su susceptibilidad ante posibles inundaciones que puedan dañar la infraestructura, equipos, sistemas e instalaciones fijas del mismo.

Demostrar que el proyecto es capaz de reducir la vulnerabilidad a inundaciones, a través de una combinación de las siguientes medidas de evaluación:

Altura de la entrada en relación con el nivel de suelo circundante		
Considerar que el área circundante de la entrada principal del edificio, en un radio de 2 metros, esté elevada con respecto al nivel del suelo, o considerar la instalación de elementos o barreras físicas para evitar la entrada de agua de lluvia al edificio	Si / No	El nivel de ingreso del edificio cuenta con una altura superior a 60 cm sobre el nivel de suelo circundante, o implementa «barreras para desviación de agua».
	Si / No	El nivel de ingreso del edificio cuenta con una altura entre 30 cm - 60 cm sobre el nivel de suelo circundante.
	Si / No	El nivel de ingreso del edificio cuenta con una altura entre 1.0 cm - 30 cm sobre el nivel de suelo circundante.
	Si / No	El nivel de ingreso del edificio es menor al nivel de suelo circundante.
Estacionamientos subterráneos u otros espacios en sótano.		
Evaluar la presencia de sótanos para aparcamiento o cualquier otro tipo de espacios subterráneos	Si / No	El proyecto no cuenta con niveles subterráneos.
	Si / No	El proyecto cuenta con sótano, o cualquier otro tipo de espacio por debajo del nivel de suelo. El piso subterráneo del edificio cuenta con un umbral de altura superior a 60cm, o se implementan «barreras para desviación de agua» que alcanzan al menos esta altura.
	Si / No	El proyecto cuenta con sótano, o cualquier otro tipo de espacio por debajo del nivel de suelo. El piso subterráneo del edificio cuenta con un umbral de altura entre 30cm - 60cm.

	Si / No	El proyecto cuenta con sótano, o cualquier otro tipo de espacio por debajo del nivel de suelo. El piso subterráneo del edificio cuenta con un umbral de altura inferior a 30 cm.
--	---------	--

Aperturas o puntos de entrada en ambientes subterráneos .

Evaluar qué otros puntos de entrada (Por ejemplo ventanas, o aperturas para ventilación) no presentan condiciones de riesgo durante un evento de inundación.	Si / No	El proyecto no cuenta con aperturas o puntos de entrada. <i>*Proyectos que cuenten con esta característica, deberán asegurar las condiciones de extracción y renovación de aire fresco para asegurar la calidad del ambiente interior de los ambientes subterráneos.</i>
	Si / No	Las aperturas o puntos de entrada están ubicados a una altura igual o superior a 60cm sobre el nivel del suelo, o se implementan «barreras para desviación de agua».
	Si / No	Las aperturas o puntos de entrada se encuentran entre 30 y 60cm sobre el nivel del suelo.
	Si / No	Las aperturas o puntos de entrada están ubicados a una altura menor a 30cm sobre el nivel del suelo.

Válvulas antirretorno o retención de agua de lluvia.

Considerar dentro del proyecto, válvulas antirretorno para prevenir acumulación de agua que pueda provocar que el agua fluya hacia atrás por el sistema de drenaje. O contar con sistemas de retención para el agua de lluvia.	Si / No	El proyecto considera válvulas antirretorno para prevenir acumulación de agua e inundaciones provenientes del sistema de drenajes.
	Si / No	El proyecto cuenta con sistema de drenaje separado de las aguas pluviales. El proyecto cuenta con sistemas para la retención o recolección de agua de lluvia, previo a su disposición final

Presencia de equipos e instalaciones fijas.

Considerar la presencia de instalaciones fijas o equipos que puedan ser sensibles a inundaciones.	Si / No	El proyecto no ha instalado maquinaria y equipos que puedan ser sensibles al agua, o las ha instalado por encima del nivel del suelo circundante (por ejemplo, en el segundo piso).
	Si / No	El proyecto ha dejado maquinaria y equipos sensibles al agua en ambientes al nivel suelo circundante.
	Si / No	El proyecto ha dejado maquinaria y equipos sensible al agua en ambientes por debajo del nivel de calle, pero se encuentran

		elevados en el interior del sótano o protegidos frente a inundaciones.
	Si / No	El proyecto ha dejado maquinaria y equipos sensible al agua en ambientes por debajo del nivel de calle sin ninguna medida de protección ante inundaciones.

Parte 2. Manejo de Escorrentía Pluvial en Sitio:

Manejar la escorrentía pluvial sobre el sitio del proyecto de manera tal que el volumen escurrido en la situación post-construcción del proyecto no exceda en más de un 25% el volumen escurrido en una situación en la que se considere el terreno del proyecto de forma virgen (topografía original y cobertura totalmente vegetal de pasto).

$$Q = (C * I * A)/0.36$$

Donde:

Q = Caudal (lt/s)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de precipitación (mm/h)

A = Superficie de la cuenca hidrográfica en hectáreas.

Los proyectos deben considerar una intensidad de precipitación correspondiente al estudio hidrológico del departamento o municipio donde este se ubique, en un periodo de retorno de 30 años.

Documentación:

Parte 1. Resistencia a Inundaciones:

Diseño	Construcción
→ Evaluación de las características físicas del edificio y su resistencia a inundaciones (Formato de Evaluación: FE_CASAv2.0 Piloto S_L1_RI); → Planos arquitectónicos, sistemas hidrosanitarios, y/o detalles de los sistemas, dónde se identifiquen las medidas de prevención a inundaciones o barreras para desviación de agua; → Secciones y detalles que identifiquen claramente la altura con respecto al suelo circundante, y ambientes subterráneos; y/o	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

- Planos y detalles de los sistemas hidrosanitarios, que permitan identificar estrategias para la retención de agua de lluvia, o sistemas antirretorno.
- Cualquier información adicional que permita verificar las características físicas del edificio, en relación a las medidas de evaluación de riesgo por inundación

Parte 2. Manejo de Escorrentía Pluvial en Sitio:

Diseño	Construcción
→ Planos del proyecto, identificando las áreas tributarias y sistemas de manejo de agua pluvial → Planos de instalaciones, manejo y disposición de agua pluvial → Memoria de cálculo de manejo de agua pluvial → Formulario S-C1, o cálculos de escorrentía de agua de lluvia que permitan determinar la relación entre escorrentía original del sitio, comparado con la escorrentía proyectada para el desarrollo del proyecto. → Información adicional que respalde el cumplimiento de los requerimientos del Logro.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

LOGRO 2: ALTERACIÓN DEL SUELO

Parte 1 Control de Erosión y Sedimentación	Parte 2. Movimiento de Tierra Balance Cero
1 Punto	2 Puntos

Objetivo:

Reducir el impacto ambiental al sitio y sus alrededores, provenientes de las actividades de construcción del proyecto.

Consideraciones:

Se entiende por «erosión» al desgaste de la superficie terrestre por agentes externos. En una obra de construcción, se consideran factores como la gravedad, escorrentía de agua, viento, el tránsito vehicular, circulación del personal, entre otros. Estos factores son potenciales generadores de polvo y material particulado que pueden afectar el sitio y los alrededores. La «sedimentación» es el proceso por el que se depositan o precipitan estos materiales transportados procedentes de la erosión.

La aplicación de prácticas de construcción apropiadas permite reducir los efectos de erosión, sedimentación, y evitar perturbaciones innecesarias en el sitio. Este Logro incentiva a los equipos de construcción del proyecto a implementar medidas de protección ambiental para reducir las perturbaciones en los proyectos de construcción a propiedades vecinas, sistemas de agua de lluvia y el sitio mismo.

Requerimientos:

Parte 1. Control de Erosión y Sedimentación:

Aplicar en la construcción y conservación del sitio, medidas temporales y permanentes para control de erosión y sedimentación de suelos según se recomienden por la Asociación Internacional de Control de Erosión y organizaciones o normas equivalentes.

El proyecto deberá elaborar un plan para el control de erosión y sedimentación durante el proceso de construcción, donde se incluya, pero no se limite a las siguientes medidas:

- Riego periódico y asentamiento de la tierra.
- Recubrimiento de la tierra para evitar polvo.
- Utilización de barreras de sedimentos.
- Protección de drenajes, canales, instalaciones de alcantarillado del sitio y en el entorno.
- Recubrimiento de materiales o agregados propensos a erosión por agua o viento.
- Pit o estación de limpieza para vehículos.
- Siembras temporales o permanentes para estabilización de taludes.

Las bases de referencia para la elaboración del plan de control de erosión y sedimentación pueden encontrarse dentro del Manual de Sostenibilidad para el Proceso Constructivo creado por el Guatemala Green Building Council, manuales y lineamientos promovidos por la Asociación Guatemalteca de Erosión y Sedimentación AGCES, y otros recursos disponibles dentro la plataforma de certificación CASA Guatemala.

Parte 2. Movimiento de Tierra Balance Cero:

Lograr que los suelos removidos por efecto del implante de los edificios y pavimentos del proyecto sean reubicados de forma estable dentro de las actividades de corte y relleno de este, o bien sean aprovechados por otros sitios, actividades de construcción o similares, evitando así que la mayor proporción de tierra útil llegue a vertederos o rellenos sanitarios como disposición final.

$$\text{Balance (\%)} = \frac{(\text{Volumen de tierra reutilizada o desviada}) * 100}{(\text{Volumen total de tierra excavada})}$$

Los puntos serán otorgados según el desempeño documentado por el proyecto:

Balance de tierra	Puntos
50%	1 Punto
90%	2 Puntos

Documentación:

Parte 1. Plan de Control de Erosión y Sedimentación

Diseño	Construcción
→ N.A	→ Plan de Control de Erosión y Sedimentación. → Plano general del sitio, diagramas y detalles indicando las medidas para control de erosión, sedimentación, y condiciones especiales para el desarrollo del proyecto. → Documentación fotográfica que compruebe la implementación de las medidas para control de erosión y sedimentación de al menos el 50% del tiempo de ejecución de obra. Incluir reportes de eventos perjudiciales y medidas correctivas implementadas. → Cualquier información adicional que respalde el cumplimiento de los requerimientos del Logro.

Parte 2. Manejo de Tierra Balance Cero

Diseño	Construcción
→ N.A	→ Planos de topografía original del sitio. → Planos de plataformas y/o curvas de nivel modificadas, identificando el volumen de tierra excavada → Boletas de evacuación de suelos removidos, y/o volúmenes de suelo manejado en el sitio. → Cálculo de balance durante el movimiento de tierra.

→ Documentación fotográfica

LOGRO 3: CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Estas medidas deben ser ingresadas en la herramienta de evaluación de resiliencia, según las condiciones aplicables para el proyecto.

Parte 1 Tala de Árboles y Reforestación	Parte 2. Superficies Vegetadas	Parte 3. Biodiversidad del Sitio
1 Punto	3 Puntos	1 Punto

Objetivo:

Reducir la destrucción de hábitats naturales por causa de los desarrollos de proyectos residenciales y promover la biodiversidad en la vivienda y su contexto inmediato.

Consideraciones:

La expansión territorial y el desarrollo de proyectos inmobiliarios lleva consigo la necesidad de uso de suelo, perturbación de los hábitats de fauna y flora local, y potencial alteración de los ecosistemas existentes en el sitio y contexto inmediato dónde se desarrollan.

Los servicios ecosistémicos son los beneficios directos e indirectos que los ecosistemas naturales proporcionan a los seres humanos. Estos servicios son esenciales para la supervivencia y el bienestar humano. Hacen posible la vida misma proporcionando alimentos, agua limpia, regulación del clima, apoyar la polinización de los cultivos, la formación de suelos, ofrecimiento de beneficios recreativos, culturales y espirituales para las sociedades.¹³

A través de un diseño apropiado, el equipo de diseño puede encontrar la manera apropiada de conservar o introducir la naturaleza al proyecto. Preservar los ecosistemas nativos incluidos los suelos, vegetación nativa, hábitat de especies sensibles, corredores de vida silvestre e hidrología, contribuye a mantener la salud general de los ecosistemas.

Requerimientos:

Parte 1. Tala de Árboles y Reforestación:

- Restituir en el terreno del proyecto, o a una distancia no mayor a 10 metros de los límites de la propiedad, todo árbol que haya sido talado por efectos de la construcción del proyecto (sin importar la madurez de este)

Si el proyecto no puede restituir los árboles dentro de una distancia no mayor a los 10 metros de los límites de la propiedad, es permitido realizar la restitución de estos en áreas fuera del sitio, siempre y cuando estos presten servicio a la comunidad o contexto inmediato del sector. (Por ejemplo, restauración de parques urbanos, espacios públicos, entre otros).

¹³ "FAO | Biodiversity." n.d. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Acceso, junio 27, 2024. <https://www.fao.org/biodiversity/en/>.

- Si el sitio del proyecto no contaba con árboles previo a su construcción, sólo puede aplicar a la aprobación de este Logro si siembra dentro del sitio un árbol por cada 200 m² o fracción del sitio como mínimo.
- Los árboles plantados deben ser especies nativas, adaptadas, o que proporcionen los mismos valores ecosistémicos para el entorno. Son considerados aquellos que posean al menos 3.00 metros de altura, y más de 1.00 metros de diámetro de copa. Evitar especies invasivas o malezas nocivas.

Para sitios o terrenos con superficies identificadas con riesgo de deslave, o con pendientes superiores al 30%, el proyecto deberá considerar las siguientes medidas para reducir la vulnerabilidad ante el riesgo de deslizamientos:

- Utilizar vegetación como método de estabilización para evitar la erosión del suelo.
- En caso el terreno original cuente con taludes o laderas con árboles previos a su desarrollo, el proyecto deberá evitar talar dichos árboles, o realizar una restitución del número total de árboles talados en el talud.

Parte 2. Superficies vegetadas:

- Proteger o desarrollar la vegetación del proyecto, de tal manera que represente al menos el 30% del área del sitio donde se está desarrollando.
- Para proyectos cuyo desarrollo ocupe más del 30% de la propiedad en donde se construye, el proyecto puede proveer terrazas y muros jardín de tal forma que la sumatoria de todas sus áreas verdes representen más del 30% con relación al sitio.

$$\text{Superficie vegetada (\%)} = \frac{(\text{Vegetación conservada} + \text{Vegetación desarrollada}) * 100}{(\text{Área total del sitio})}$$

Los puntos serán otorgados según el desempeño documentado por el proyecto:

Superficie vegetada	Puntos
30%	1 Punto
40%	2 Puntos
50%	3 Puntos

No aplican dentro de esta relación, áreas destinadas a actividades deportivas. Todas las áreas jardinizadas del proyecto deben considerarse con más de una especie y tipo de plantas (no monocultivos), de tal manera que permita la libre existencia de especies animales en ellas.

Parte 3. Biodiversidad del Sitio:

Promover la biodiversidad del sitio por medio del diseño del paisaje, y elaborar un plan para el desarrollo, restauración y conservación de la biodiversidad durante el ciclo de vida del proyecto. Este plan debe ser entregado al propietario o administración del proyecto para asegurar un mantenimiento apropiado de las áreas ajardinadas. El proyecto deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Las áreas jardinizadas del proyecto deben promover el crecimiento de al menos 6 especies nativas o adaptadas a las condiciones climáticas del lugar, y deben representar al menos una especie por tipo de vegetación (cubresuelos, arbustos y árboles)
- Desarrollar e implementar un plan de restauración y conservación de la biodiversidad que considere el ciclo de vida completo del proyecto, dónde se incluya, pero no se limite a los siguientes aspectos:
 - Análisis de especies de fauna y flora endémicas del lugar donde está ubicado el proyecto.
 - Protección y conservación de especies de carácter especial o en peligro dentro de las actividades de desarrollo, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.
 - Paleta vegetal propuesta para el proyecto, justificada bajo sus atributos nativos, endémicos, de restauración, adaptación, o de beneficios para los servicios ecosistémicos y biodiversidad local, según sea el caso.
 - Si el proyecto se desarrolla en un área sin biodiversidad natural, este deberá contemplar un plan de restauración a través de la recuperación de las áreas verdes, y su justificación bajo los atributos mencionados anteriormente.
 - Plan para el mantenimiento y cuidados especiales.

Documentación:

Parte 1. Tala de Árboles y Reforestación:

Diseño	Construcción
→ Plano(s) de topografía original del sitio ubicando los árboles existentes, con información de especie, altura y diámetro de copa y tronco. → Plano(s) de conjunto arquitectónico o sitio del proyecto, identificando los árboles que se proyecta que se proyectan talar, con información de especie para cada uno → Plano(s) de conjunto arquitectónico o sitio del proyecto, identificando los árboles destinados a preservación, restitución y/o reforestación, con información de especie para cada uno. → Información adicional que respalde el cumplimiento de los requerimientos del Logro.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

Parte 1. Superficies Vegetadas:

Diseño	Construcción
→ Plano(s) de conjunto arquitectónico, indicando las áreas vegetadas del sitio.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de

- Cálculo de relación de superficie vegetada, con relación a la superficie total del sitio.
- Información adicional que respalde el cumplimiento de los requerimientos del Logro.
- construcción (en caso hubiera); y
- Registro fotográfico con fecha indicada.

Parte 3. Biodiversidad del Sitio:

Diseño	Construcción
→ Plano(s) de topografía original del sitio ubicando los árboles existentes, con información de especie, altura y diámetro de copa y tronco. → Análisis de especies endémicas del lugar. → Plano(s) de conjunto arquitectónico o jardinería del proyecto indicando la paleta vegetal propuesta para el proyecto, resaltando sus atributos endémicos, de adaptación o beneficio a los servicios ecosistémicos del lugar. → Plan para la restauración y conservación de la biodiversidad del sitio. → Información adicional que respalde el cumplimiento de los requerimientos del Logro.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

LOGRO 4: REDUCCIÓN DE EFECTO ISLA DE CALOR

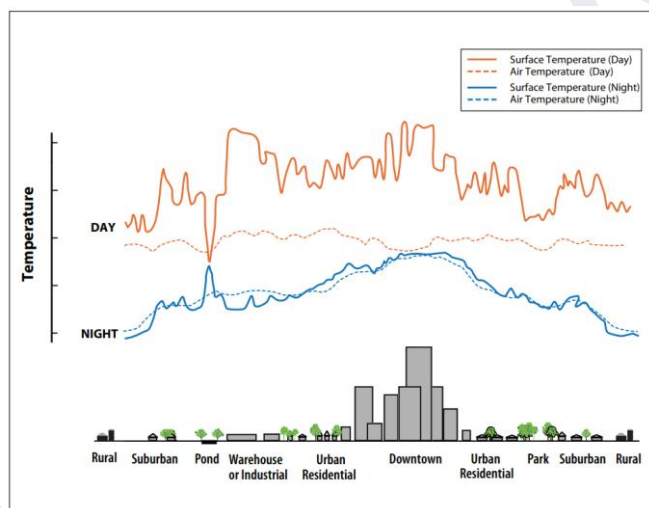
Parte 1 Techos del Edificio	Parte 2. Pavimentos
2 Puntos	1 Punto

Objetivo:

Reducir el efecto isla de calor urbano proveniente de las superficies sólidas y pavimentadas del proyecto. Mitigar sus consecuencias a los microclimas del sitio, y adaptar la edificación ante potenciales olas de calor.

Consideraciones:

El término «Efecto isla de calor urbano (ICU)» se refiere al efecto generado por las áreas urbanizadas que son más calientes que las áreas rurales cercanas. Las superficies oscuras y planas de las calles, aceras, estacionamiento y los techos de las casas y edificios absorben y retienen el calor del sol durante el día y lo irradian muy lentamente por la noche.



Variaciones de temperatura de superficie y temperatura atmosférica. Fuente: Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies Urban Heat Island Basics

Las temperaturas de la superficie tienen una influencia indirecta, pero significativa, sobre la temperatura del aire. Por ejemplo, los parques y las áreas con vegetación por lo general mantienen temperaturas superficiales más bajas que las superficies construidas y densificadas. Según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), en promedio la diferencia en las temperaturas de la superficie entre las áreas desarrolladas y las rurales durante el día es de 18 a 27 ° F (10 a 15 ° C); y durante la noche, la diferencia en las temperaturas de la superficie es típicamente menor, de 9 a 18 ° F (5 a 10 ° C), significando una variaciones potenciales aumentos de hasta 10°C de temperatura en las áreas urbanas en comparación con áreas más rurales. El aumento de temperatura ocasionado por el efecto isla de calor genera efectos de cambio climático en los microclimas de las ciudades, cómo la alteración al proceso de evapotranspiración, y condiciones naturales de lluvia. Estos efectos difieren

de los cambios climáticos globales, ya que sus efectos se limitan a escala local y disminuyen con la distancia de su fuente.¹⁴

El efecto isla de calor puede agravar las olas de calor en áreas urbanas, elevando aún más las temperaturas exteriores y, por ende, aumentando la carga térmica sobre los edificios. La reflectancia solar, o *albedo*, es el porcentaje de energía solar reflejada por una superficie. Los materiales tradicionales para techos y cubiertas tienden a poseer una reflectancia solar entre 5% a 15%, lo que significa que absorben del 85% a 95% de la energía que les llega en lugar de reflejarla hacia la atmósfera. Los materiales y superficies «más frías» tienen una reflectancia solar de más del 65%, absorbiendo y transfiriendo al edificio el 35% o menos de la energía que les llega. Estos materiales reflejan la radiación en todo el espectro solar, especialmente en las longitudes de onda visibles e infrarrojas.¹⁵

Además de mitigar el impacto ambiental asociado a la isla de calor urbana, las propiedades de reflectancia de materiales permiten disminuir las ganancias térmicas de la edificación y prestar mejor resistencia ante potenciales olas de calor.

Requerimientos:

Parte 1. Techos del Edificio:

Demostrar que el total de superficie de techos del proyecto cuenta con un índice de reflectancia solar¹⁶ (SRI) superior a 45;

O,

utilizar una combinación de las siguientes estrategias, de tal manera que más del 75% de las superficies de techos del proyecto, cumpla con criterios para minimizar el efecto isla de calor.

- Instalar cubiertas o sistemas de impermeabilización cuyas propiedades tengan un albedo entre 0.40 y 0.75
- Instalar sistemas de cubierta o impermeabilización cuyo Índice de Reflectancia Solar (SRI) cumpla los siguientes criterios:

Índice de reflectancia solar mínimo para techos (SRI)		
	Pendiente	SRI
Baja pendiente	< 6%	82
Alta pendiente	> 6%	39

- Instalación de terrazas con jardín natural
- Áreas de cubierta utilizadas para la instalación de paneles fotovoltaicos o calefacción de agua

¹⁴ U.S. Environmental Protection Agency. 2008. *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies. Urban Heat Island Basics*. https://www.epa.gov/sites/default/files/2017-05/documents/reducing_urban_heat_islands_ch_1.pdf.

¹⁵ U.S. Environmental Protection Agency,. 2008. *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies Cool Roofs*. https://www.epa.gov/sites/default/files/2017-05/documents/reducing_urban_heat_islands_ch_4.pdf.

¹⁶ Índice de Reflectancia Solar (SRI, por sus siglas en inglés) es una medida que combina la reflectancia solar y la emisividad térmica de un material para indicar su capacidad de mantenerse fresco cuando está expuesto al sol

- Áreas de techo con sombra proveniente de cobertura vegetal natural, nueva o existente, calculado con las proyecciones de sombra de árboles que ya han alcanzado su etapa de madurez.

$$\sum \left(\text{Área con estrategias para reducción de efecto isla de calor} \right) > (\text{Área total de techos}) * 0.75$$

Parte 2. Pavimentos:

Demostrar que el total de superficies pavimentadas del proyecto cuenta con un índice de reflectancia solar (SRI) superior a 35;

O,

utilizar una combinación de las siguientes estrategias, de tal manera que más del 50% de las superficies pavimentadas, tales como; calles vehiculares, caminamientos, aceras, y estacionamientos exteriores cumplan con criterios para mitigar el efecto de isla de calor urbano:

- Pavimento cuyas propiedades cuenten con un albedo superior a 0.35
- Pavimentos de rejilla abierta (De al menos el 50%)
- Cubiertas exteriores instalación de paneles fotovoltaicos
- Áreas de pavimento con sombra proveniente de cobertura vegetal natural, nueva o existente, calculado con árboles que ya han alcanzado su etapa de madurez.

$$\sum \left(\text{Área con estrategias para reducción de efecto isla de calor} \right) > (\text{Área total de pavimentos}) * 0.50$$

Documentación:

Parte 1. Techos:

Diseño	Construcción
→ Plano(s) de techos, indicando las áreas, tipos de superficie, y estrategias para mitigación de efecto isla de calor → Cálculo de áreas para mitigación de efecto isla de calor. Formulario S-C2 → Fichas técnicas o especificaciones de los sistemas de techo y/o impermeabilización que se apliquen en el proyecto.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

- Información adicional que respalde el cumplimiento de los requerimientos del Logro.

Parte 2. Pavimentos:

Diseño	Construcción
→ Plano(s) de conjunto, indicando las áreas, tipos de superficie, y estrategias para mitigación de efecto isla de calor → Cálculo de áreas para mitigación de efecto isla de calor. Formulario S-C2 → Fichas técnicas o especificaciones de los sistemas de pavimento y/o superficies aplicadas en el proyecto. → Información adicional que respalde el cumplimiento de los requerimientos del Logro.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

ADAPTACIÓN Y RESPUESTA



LOGRO 1: REDUCCIÓN DE AMENAZA VOLCÁNICA

Estas medidas deben ser ingresadas en la herramienta de **Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación**, según las condiciones aplicables para el proyecto.

Parte 1 Lava	Parte 2. Ceniza
Obligatorio EVA	Obligatorio EVA

Objetivo:

Reducir la amenaza derivada de la actividad volcánica cercana a la ubicación de la edificación.

Consideraciones:

Un volcán es una abertura en la corteza terrestre a través de la cual roca fundida, gases y escombros escapan a la superficie.

Guatemala es un país que se caracteriza por su gran actividad volcánica. Esta actividad volcánica es el resultado de la ubicación geográfica del país, ya que se encuentra en el Cinturón de Fuego del Pacífico, una región con una alta concentración de volcanes y actividad sísmica. En concreto, el país cuenta con alrededor de 37 volcanes, de los cuales tres son los más destacados y activos: el Volcán de Fuego, el Volcán Pacaya y el Volcán Santiaguito. Cuando se produce una liberación de energía del interior de un volcán, se emiten cenizas, gases tóxicos y flujos piroclásticos y el magma avanza en forma de lava por el cono de la montaña. Esto provoca una serie de impactos de segundo orden con potenciales efectos a la edificación y a los modos de vida de los habitantes. Por un lado, la presencia de material de ceniza acumulado en los tejados puede ocasionar agrietamientos y debilitamiento de la infraestructura. Por otro lado, derivado a la acumulación de ceniza se puede producir una obstrucción de las canaletas, lo cual disminuirá la capacidad de drenaje del sistema de desagüe, generando potenciales filtraciones, presencia de humedad y daños en paredes. Todo esto, provoca una serie de impactos para los habitantes de la vivienda, tales como pérdida parcial o total de la vivienda, daños económicos, o afección para atender servicios básicos, entre otros.

Requerimientos:

Determinar el nivel de amenaza volcánica, y aplicar las medidas necesarias para reducir dichas amenazas: <https://casaguatemala.urban.tecnalia.dev/>

Parte 1. Lava:

Evaluar las características físicas del edificio, de tal forma que se pueda demostrar que el proyecto es capaz de reducir el riesgo y vulnerabilidad ante la exposición de lava:

- Evitar el desarrollo del proyecto cercano al radio de impacto de un volcán activo. Para fines de evaluación de resiliencia, se establece una amenaza alta cuando el lugar se encuentra en un radio de 5 km del cono volcánico y una amenaza inexistente cuando se localiza fuera de este.
- En caso se haya detectado exposición y riesgo ante la presencia de lava, el proyecto deberá considerar la elaboración de un plan de respuesta en conformidad a los requerimientos del Logro: RV / Logro 3 / Plan de Respuesta y Prevención Social, considerando las medidas específicas de respuesta ante la exposición de lava. Este plan deberá ser entregado a la administración del proyecto.

Parte 2. Cenizas:

Evaluar las características físicas del edificio, de tal forma que se pueda demostrar que el proyecto es capaz de reducir el riesgo y vulnerabilidad ante la exposición de lava:

- Evitar el desarrollo del proyecto cercano al radio de impacto de un volcán activo. Para fines de evaluación de resiliencia, se establece una amenaza alta cuando el lugar se encuentra en un radio de 5 km del cono volcánico y una amenaza inexistente cuando se localiza fuera de este.
- Evaluación de los sistemas constructivos para los techos y paredes del proyecto:

Sistema constructivo de techos

Evaluar las características de los sistemas constructivos para techos del edificio.	Si / No	El sistema constructivo del techo es predominantemente de mampostería o concreto reforzado en sitio.
	Si / No	El sistema constructivo del techo es predominantemente de madera o lámina.
	Si / No	El sistema constructivo del techo es predominantemente ligero o no homologado. Por ejemplo; paja, palma, materiales recuperados de residuos, etc.

Sistema constructivo de muros exteriores

Evaluar las características de los sistemas constructivos para las paredes exteriores del edificio.	Si / No	El sistema constructivo del techo es predominantemente de mampostería o concreto reforzado en sitio.
	Si / No	El sistema estructural y constructivo es predominantemente de estructura y cerramientos derivados de madera.
	Si / No	El sistema estructural y constructivo es predominantemente de estructura ligera o no homologada. Por ejemplo; adobe, bajareque, lepa, palo, caña, o lámina metálica.

- En caso se haya detectado exposición y riesgo ante la presencia de lava, el proyecto deberá considerar la elaboración de un plan de respuesta en conformidad a los requerimientos del Logro: RV / Logro 4 / Plan de Respuesta y Prevención Social, considerando las medidas específicas de respuesta ante la exposición de lava. Este plan deberá ser entregado a la administración del proyecto.

Documentación:**Parte 1. Lava:**

Diseño	Construcción
--------	--------------

- Planos de ubicación o localización, identificando su distancia en relación al cono volcánico cercano.
- Evaluación de las características físicas del edificio y su resistencia ante amenaza volcánica (Formato de Evaluación: FE_CASAv2.0_Piloto AR_L1_RAV);
- En caso se haya detectado exposición y riesgo a presencia de lava, presentar Plan de Respuesta y Prevención Social según como parte de la documentación de este Logro.
- Cualquier información adicional que respalde el cumplimiento de los requerimientos del Logro.
- Documentos de la etapa de diseño,
- Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y
- Registro fotográfico con fecha indicada.

Parte 2. Cenizas:

Diseño	Construcción
→ Planos de ubicación o localización, identificando su distancia en relación al cono volcánico cercano. → Evaluación de las características físicas del edificio y su resistencia ante amenaza volcánica (Formato de Evaluación: FE_CASAv2.0_Piloto AR_L1_RAV); → Planos y detalles de los techos del edificio, identificando los materiales y sistemas constructivos utilizados en el proyecto, según aplique → Planos y detalles de las paredes exteriores del edificio, identificando los materiales y sistemas constructivos utilizados en el proyecto, según aplique → Plan de limpieza y mantenimiento durante la exposición de ceniza, según aplique. → Plan de respuesta y prevención social según aplique. → Cualquier información adicional que respalde el cumplimiento de los requerimientos del Logro.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

LOGRO 2: MANEJO ADECUADO DEL SITIO

Estas medidas deben ser ingresadas en la herramienta de **Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación**, según las condiciones aplicables para el proyecto.

Parte 1 Estudio de Pendientes y Manejo de Taludes	Parte 2. Sistemas de Contención
Obligatorio EVA	Obligatorio EVA

Objetivo:

Reducir la amenaza a potenciales deslizamientos que puedan poner en riesgo la infraestructura y a los ocupantes del proyecto.

Consideraciones:

Guatemala es un territorio propenso a los deslizamientos de tierra debido a su topografía montañosa. La presencia de suelos saturados y la alta pluviosidad de algunas regiones hacen que los deslizamientos de tierra sean cada vez más frecuentes.

Cuando una masa de tierra o roca se desplaza desde su lugar original y la masa de sedimentos encuentra edificaciones, los impactos pueden ser relevantes. La presión en los cimientos a medida que se desplaza hace que pueda haber hundimientos o inclinaciones que pueden derivar en deformaciones estructurales, daños en las paredes, suelos, instalación eléctrica, hidrosanitaria y otros sistemas de la vivienda.

Para determinar la valorización de exposición de amenaza a deslizamientos, se han utilizado los Mapas Municipales de Amenaza Deslizamientos e Inundaciones generados por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres de Guatemala CONRED: <https://conred.gob.gt/mapas-municipales-amenaza-deslizamientos-e-inundaciones/>

Requerimientos:

Determinar el nivel de amenaza ante potenciales deslizamientos, y aplicar las medidas necesarias para reducir dichas amenazas: <https://casaguatemala.urban.tecnalia.dev/>

Los valores de amenaza se han facilitado por CONRED en capas GIS que cubren toda la Guatemala continental en términos de “amenaza baja”, “amenaza media” y “amenaza alta”, incorporándose a la herramienta informática. La amenaza por deslizamientos se encuentra por tanto asignada a cuatro niveles de cara a la metodología aplicada. En primer lugar, una amenaza alta se da en localizaciones catalogadas así por la cartografía de CONRED como “alta”, excepto si se presenta información favorable. Una amenaza media, en segundo lugar, se da en las zonas consideradas como tal si tampoco se presenta informe. Lo mismo para una zona de baja amenaza. Finalmente, si el proyecto se localiza fuera de alguna de estas, se considerará como inexistente la probabilidad de que ocurra un episodio de deslizamiento.

Considerando que la cartografía de CONRED puede no reflejar correctamente la situación local del sitio del proyecto por diferentes motivos (resolución, desactualización, otros.) Se ha de considerar que los proyectos en altas pendientes deberán de incluir un riesgo mínimo independientemente de la cartografía.

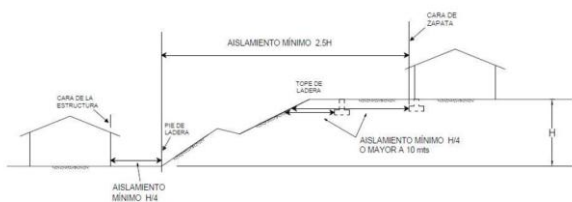
- Proyectos desarrollados en pendientes superiores al 30%: han de indicar una amenaza “media” (6 puntos en la valorización de riesgo) como mínimo

- Proyectos desarrollados en pendientes superiores al 45%: han de indicar una amenaza “alta” (10 puntos en la valorización de riesgo) como mínimo

Proyectos que dentro de la cartografía han sido identificados bajo un nivel de amenaza alta, pero sus condiciones reales de sitio no reflejan dicha amenaza, pueden bajar manualmente el nivel de riesgo, siempre y cuando presenten estudios y resoluciones favorables que demuestran que dicho sitio se encuentra libre de riesgo por deslizamientos.

Parte 1. Estudio de Pendientes y Manejo de Taludes:

Para proyectos que han identificado un nivel de amenaza a deslizamientos en el sitio, demostrar que el proyecto es capaz de reducir la vulnerabilidad a deslizamientos, a través de una combinación de las siguientes medidas de evaluación, según las «NORMAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA PARA LA REPÚBLICA DE GUATEMALA AGIES NSE 4-10», y las «NORMAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL PARA GUATEMALA AGIES NSE 2.1», según apliquen las condiciones del proyecto:

Estudio de pendientes y manejo de taludes		
Evaluar la capacidad del proyecto de reducir la vulnerabilidad a deslizamientos, según las Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura Para la República de Guatemala AGIES NSE 4-10 y las Normas de Seguridad Estructural para Guatemala AIGES NSE 2.1	n.a	Proyectos ubicados en nivel inferior cercano a taludes deben ser localizados con una distancia de retiro de al menos $h/4$ de la altura del talud.
	Si	$h =$ altura del talud.
	No	
	n.a	El proyecto evita la construcción en pendientes superiores al 30%.
	Si	En caso el proyecto desarrolle en pendientes superiores al 30%. Este debe contar con un estudio geotécnico tomando en consideración las pendientes del sitio.
	No	
	n.a	Proyectos que han sido construidos en laderas con actividades de corte y relleno deberán tomar en cuenta las siguientes precauciones:
	Si	- No construir en la zona de relleno que se ha realizado. La distancia mínima entre la vivienda y el relleno deberá ser de 6m a 8 m - Las áreas de relleno podrán ser utilizadas para áreas vegetadas o siembras. - En caso el proyecto deje laderas deberá realizar terrazas menores para suavizar la caída de agua y canalizar para no debilitar el área de corte.
	No	

	n.a	El proyecto utiliza vegetación cómo método de estabilización para evitar la erosión del suelo.
	Si	
	No	
	n.a	El proyecto evita el desarrolló en desembocaduras o cuencas dónde el agua pluvial sea canalizada para evitar flujos de lodos.
	Si	
	No	
	n.a	En caso los taludes o laderas originales del sitio cuenten con árboles previos a su construcción, el proyecto deberá evitar talar dichos árboles, o realizar una restitución del número total de árboles talados en el talud.
	Si	
	No	
	n.a	En terrenos con vocación a cultivos. El proyecto debe ser localizado en niveles superiores del sitio, evitando la construcción en áreas donde se ha acumulado el terreno vegetal y con poca capacidad de soporte.
	Si	
	No	

Parte 2. Sistemas Constructivos.

Durante un deslizamiento, es posible que se arrastren escombros, rocas u otros materiales que impacten contra la infraestructura de la vivienda, causando daños físicos directos, y poniendo en riesgo a sus ocupantes. Evaluar las características del sistema constructivo de tal manera que se seleccionen materiales de mayor resistencia, cómo método preventivo a los efectos de deslizamientos.

Evaluación de materiales para paredes exteriores del proyecto.

Evaluar las características del sistema constructivo para construcción de paredes exteriores del proyecto.	Si / No	Las cubiertas y sistemas constructivos de la edificación son predominantemente de cubierta ligera como paja, palma, o materiales derivados.
	Si / No	Las cubiertas de la edificaciones son predominante de techo de lámina
	Si / No	Las cubiertas del proyecto son de concreto de alta resistencia o derivados.

Evaluación de materiales para las cubiertas del proyecto.

Evaluar las características del sistema constructivo para techos del proyecto.

Si / No

Las cubiertas y sistemas constructivos de la edificación son predominantemente de cubierta ligera como paja, palma, o materiales derivados.

Si / No

Las cubiertas de la edificaciones son predominante de techo de lámina

Si / No

Las cubiertas del proyecto son de concreto de alta resistencia o derivados.

Documentación:**Parte 1. Estudio de Pendientes y Manejo de Taludes**

Diseño	Construcción
→ Evaluación sobre los riesgos identificados en sitio, y las medidas aplicadas para el estudio de pendiente y manejo de taludes (Formato de Evaluación: FE_CASAv2.0_Piloto AR_L2_EPMT) → Planos topográficos del sitio, identificando claramente las pendientes, resaltando aquellas superiores a 30%, identificación vegetación original, y otras características relevantes del terreno, según aplique; → Planos de cortes, rellenos, plataformas y taludes → Detalles de los sistemas de estabilización y manejo de taludes para el proyecto; y/o → Cualquier información adicional que respalde el cumplimiento de los requerimientos del Logro	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

Parte 2. Sistemas Constructivos

Diseño	Construcción
→ Planos y detalles de los techos del edificio, identificando los materiales y sistemas constructivos utilizados en el proyecto, según aplique → Planos y detalles de las paredes exteriores del edificio, identificando los materiales y sistemas constructivos utilizados en el proyecto, según aplique	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

- Cualquier información adicional que respalde el cumplimiento de los requerimientos del Logro.

BORRADOR

LOGRO 3: REDUCCIÓN DE AMENAZA POR SISMOS

Estas medidas deben ser ingresadas en la herramienta de **Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación**, según las condiciones aplicables para el proyecto.

Obligatorio EVA

Objetivo:

Reducir la vulnerabilidad del proyecto ante los efectos derivados de actividades sísmicas.

Consideraciones:

La actividad sísmica en Guatemala es el resultado de la interacción de estas placas tectónicas, explicadas por el anteriormente denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico”, lo que genera una serie de fallas geológicas. Estas fallas son áreas donde se acumula la tensión a medida que las placas se desplazan. Cuando la tensión acumulada supera el punto de resistencia de la roca, se libera en forma de terremoto. Durante el año 2024, fueron registrados 330 sismos durante los primeros meses del año, de los cuales 7 han sido clasificados como sensibles, y uno sobrepasó la magnitud de 6.0 de la escala de *Richter*¹⁷. A pesar de la frecuencia relativamente alta de terremotos, la infraestructura en Guatemala puede no estar adecuadamente diseñada o preparada para resistir estos eventos, lo que aumenta la vulnerabilidad de la población a los daños causados por los sismos.

Los movimientos en la superficie que se producen provocan vibraciones en las edificaciones que pueden conllevar a varios impactos en la estructura del edificio. Al sacudirse violentamente, puede sufrir daños como grietas o fisuras, lo que puede llevar al colapso o a pérdidas en su funcionalidad. El movimiento de la estructura puede producir daños como roturas de ventanas, caída de mobiliario o al cielo suspendido que pueden afectar a la población residente. Los impactos derivados de actividades sísmicas pueden variar desde pérdidas parciales o totales de las viviendas, daños a la integridad física o salud de sus ocupantes, o daños y limitación al acceso a servicios básicos.

En Guatemala, Las Normas para la Reducción de Desastres (NRD) tienen como principal objetivo ser un mecanismo de preservación de la vida, seguridad e integridad de las personas estableciendo los requisitos mínimos que deben cumplir las edificaciones e instalaciones a las cuales tienen acceso los distintos usuario, y criterios técnicos de seguridad estructural.¹⁸

Requerimientos:

Determinar el nivel de amenaza ante potenciales deslizamientos, y aplicar las medidas necesarias para reducir dichas amenazas: <https://casaguatemala.urban.tecnalia.dev/>

El proyecto deberá implementar una combinación de las siguientes opciones para garantizar una mejor adaptación ante eventos sísmicos o terremotos.

¹⁷ *Más de 300 sismos registrados en Guatemala durante el 2024.* (2024, Febrero 2). CONRED. Acceso el 2 de mayo, 2024. <https://conred.gob.gt/mas-de-300-sismos-registrados-en-guatemala-durante-el-2024/>

Richter: La magnitud de Richter es un número que indica la cantidad de energía liberada durante el movimiento de una falla.

¹⁸ *NORMA DE REDUCCIÓN DE DESASTRES UNO (NRD-1) - 2021.* (n.d.). CONRED. Acceso el 2 de mayo, 2024, from <https://conred.gob.gt/nrd-1/>

- **Normas para la reducción de desastres.** El proyecto debe demostrar que su diseño, planificación y construcción cumple con los requerimientos establecidos en las Normas para la Reducción de Desastres NRD1, NRD2, y NRD3, según aplique.
- **Plan de respuesta y prevención social.** Elaboración de un plan de respuesta en conformidad a los requerimientos del Logro: RV / Logro 4 / Plan de Respuesta y Prevención Social, considerando las medidas específicas de respuesta ante actividades sísmicas. Este plan deberá ser entregado a la administración del proyecto.
- **Medidas de diseño antisísmicas.** El proyecto presenta medidas adicionales de diseño antisísmico. Por ejemplo; amortiguadores, aisladores sísmicos u otro tipo de refuerzos estructurales.

Documentación:

Diseño	Construcción
→ Presentar las resoluciones favorables a las normas NRD 1 y NRD 2 emitidas por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres CONRED; o planos, narrativas, cálculos y detalles constructivos que demuestran que los requerimientos de las normas para la reducción de desastres han sido incorporados en el diseño del edificio, y en sus especificaciones estructurales → Plan de respuesta y prevención social según aplique. → Planos estructurales del edificio, que identifiquen los métodos de diseño antisísmico implementados; → Narrativas, resoluciones, y/o cálculos de diseño estructural para las medidas de diseño antisísmicas implementadas; → (Formato de Evaluación: FE_CASAv2.0_Piloto AR_L3_RAS) → Cualquier información adicional que respalde el cumplimiento de los requerimientos del Logro.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

LOGRO 4: PLAN DE RESPUESTA Y PREVENCIÓN SOCIAL

Estas medidas deben ser ingresadas en la herramienta de **Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación**, según las condiciones aplicables para el proyecto.

Obligatorio EVA

Objetivo:

Establecer una guía estructurada y organizada para la preparación, respuesta y recuperación de eventos climáticos y/o catastróficos, como terremotos, inundaciones, incendios, tormentas severas, entre otros.

Consideraciones:

La importancia de un plan de respuesta ante desastres radica en varios aspectos fundamentales:

- Preparación y prevención: Un plan de respuesta ante desastres ayuda a preparar a las comunidades, organizaciones y equipos de emergencia para hacer frente a eventos catastróficos. Proporciona una estructura y procedimientos claros para actuar de manera efectiva antes, durante y después de un desastre, lo que puede ayudar a prevenir pérdidas humanas y materiales innecesarias.
- Reducción de riesgos: Al identificar y evaluar los riesgos potenciales, un plan de respuesta permite implementar medidas de mitigación adecuadas para reducir la vulnerabilidad de las personas y la infraestructuras ante desastres naturales o provocados.
- Coordinación eficiente: Un plan de respuesta establece roles y responsabilidades claras para las diferentes agencias gubernamentales, organizaciones de socorro, equipos de emergencia y la comunidad en general. Esto facilita una coordinación eficiente y una respuesta rápida y efectiva durante situaciones de crisis.
- Protección de vidas y propiedades: La implementación de un plan de respuesta permite una evacuación oportuna y segura de las personas en riesgo, así como la protección de la propiedad y la infraestructura crítica. Esto puede ayudar a salvar vidas y minimizar los daños materiales.
- Recuperación y reconstrucción: Un plan de respuesta no solo se centra en la respuesta inmediata al desastre, sino que también incluye medidas para la recuperación a largo plazo y la reconstrucción de comunidades afectadas. Esto ayuda a restaurar la normalidad y a promover la resiliencia.

Requerimientos:

Como fortalecimiento a las Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público, y a los protocolos establecidos por la Coordinación Nacional para la Reducción de Desastres CONRED, el proyecto deberá establecer las actividades, procedimientos y normas para la evacuación de las personas que se encuentran dentro del proyecto durante un desastre.

Documentación:

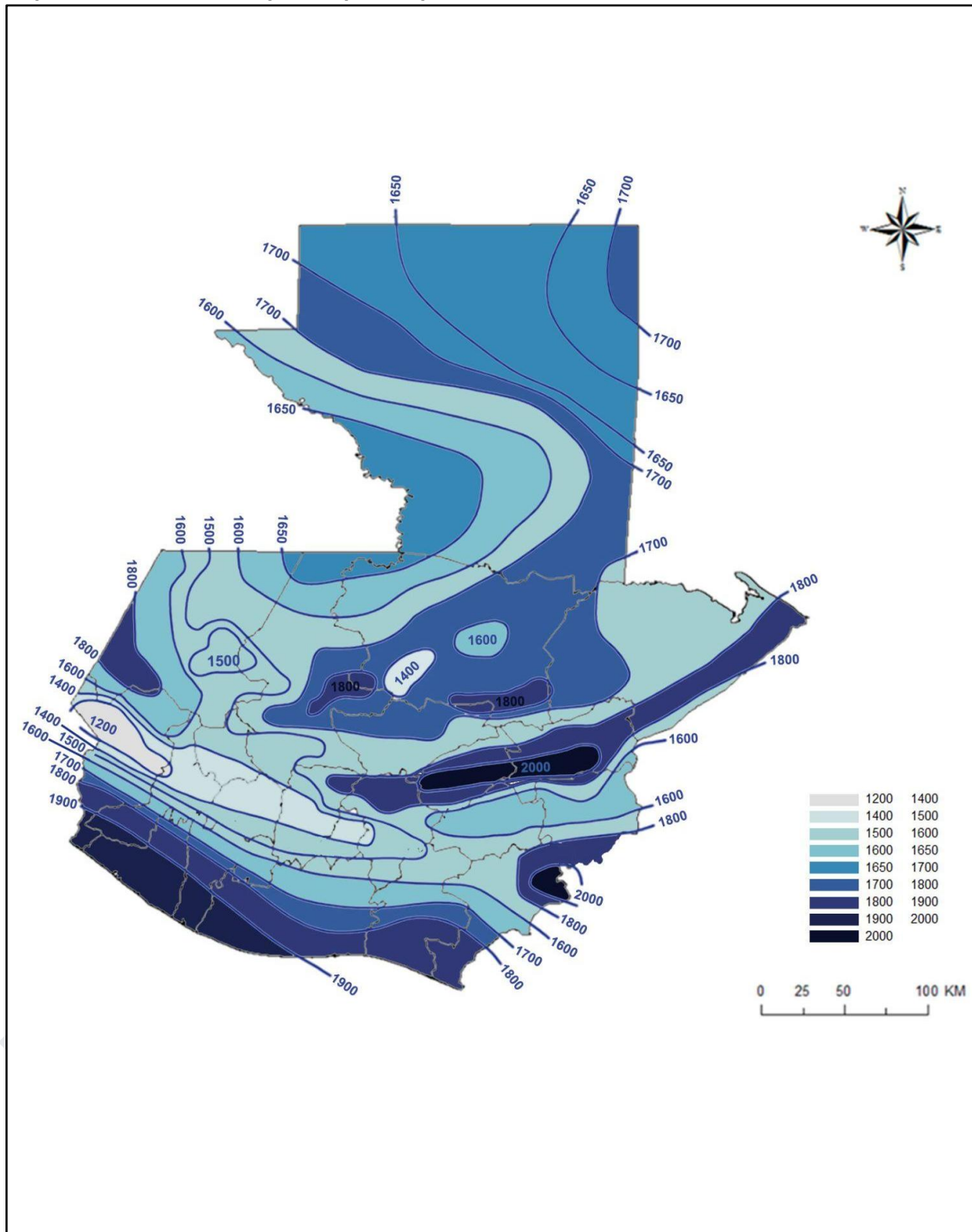
Diseño	Construcción
--------	--------------

- Plan de respuesta y prevención social según aplique. (Plan: CASAv2.0_Piloto_AR_L4_PRPS)
- Cualquier información adicional que respalde el cumplimiento de los requerimientos del Logro.
- Documentos de la etapa de diseño,
- Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera)
- Para proyectos multifamiliares, constancia de entrega a la administración o junta directiva del proyecto.

BORRADOR

AGUA



Mapa A-001. Zonificación por Evapotranspiración Potencial Promedio Anual. Guatemala.

Mapa de zonificación por evapotranspiración potencial promedio anual en Guatemala. Adaptado por el Guatemala Green Building Council según el Atlas Climatológico del Departamento de Investigación y Servicios Meteorológicos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH)

LOGRO 1: EFICIENCIA DE AGUA PARA IRRIGACIÓN DE JARDINES

Estas medidas deben ser ingresadas en la herramienta de **Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación**, según las condiciones aplicables para el proyecto.

Obligatorio EVA

Objetivo:

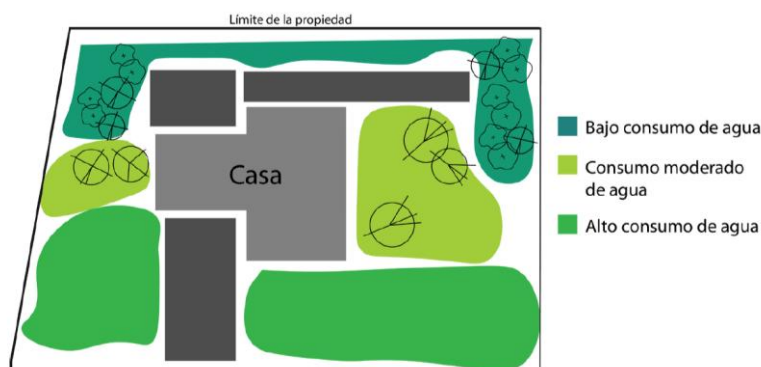
Reducir el uso de agua potable para irrigación de jardines, y reducir o eliminar la vulnerabilidad del proyecto ante la escasez de agua a través de la conservación del recurso.

Consideraciones:

El diseño de un jardín debe ser planificado más allá de su fin ornamental o recreativo. La ubicación, las condiciones climáticas y microclimas, selección de plantas y el diseño de los sistemas de irrigación, son factores que influyen en las necesidades de irrigación de un jardín, y por ende la demanda de agua para su mantenimiento.

Algunas de las estrategias que permiten reducir la demanda de agua son:

- **Mantener el suelo saludable:** Los suelos saludables mantienen el ciclo de los nutrientes de manera efectiva, reducen el volumen de escorrentía, retienen el agua y absorben el exceso de nutrientes, sedimentos y contaminantes.
- **Utilizar plantas nativas o adaptadas:** Las plantas regionales requieren poca agua adicional al agua de lluvia. Además, debido a que las plantas nativas están adaptadas a los suelos y condiciones climáticas locales, rara vez requieren la adición de fertilizantes y son más resistentes a las plagas y enfermedades que otras especies.
- **Identificar climas y microclimas:** Las áreas del mismo sitio pueden variar significativamente en el tipo de suelo o la exposición al sol y al viento, así como las tasas de evaporación y los niveles de humedad. Por ejemplo, colocar plantas que prefieren la sombra al sol afectará su capacidad para prosperar.
- **Definir Hidrozonas:** Agrupar las plantas según por especie o necesidades similares de riego protege a las plantas tanto del riego insuficiente, como del exceso de agua, permitiendo regar según las necesidades específicas de cada zona. Por ejemplo, las áreas de césped y las áreas de arbustos deberían ser consideradas como hidrozonas diferentes debido a sus diferentes necesidades de agua. Otros criterios para definir las Hidrozonas de un jardín pueden ser por sus condiciones de microclima y exposición al sol, o por sistema de riego.



Ejemplo de agrupación de Hidrozonas, según la demanda de agua. Fuente: Guía de Balance Hídrico en Edificaciones por Guatemala Green Building Council (2020)

Requerimientos:

Determinar el requerimiento anual de irrigación y reducción de agua para la irrigación de los jardines del proyecto. CASA Guatemala utiliza la siguiente metodología para determinar la demanda de agua por irrigación de un proyecto:

$$Ai = aj * \frac{Etp (Ks * Kd * Kmc)}{ni}$$

Donde:

Ai = Total de agua de irrigación requerida en litros, para un periodo establecido de un año

aj = Es el área de jardinización en m2 para el cual se está haciendo el cálculo de requerimiento de irrigación

Etp = Evapotranspiración¹⁹ potencial promedio en mm para la ubicación del proyecto

Ks = Factor de corrección que considera el requerimiento real de las especies de plantas usadas en el área de jardín para la cual se está haciendo el cálculo

Kd = Factor de corrección que considera el requerimiento real por la densidad de plantas en el área de jardín para la cual se está haciendo el cálculo

Kmc = Factor de corrección que considera el requerimiento real por la condición microclimática de plantas en el área de jardín para la cual se está haciendo el cálculo.

ni = Factor de corrección que considera la eficiencia en el manejo de agua del sistema de irrigación usado en el jardín, con relación al desperdicio de agua por sobre la necesidad real de irrigación.

Utilizar el Formulario AC-1 para determinar el porcentaje de reducción de agua sobre la línea base, según la siguiente guía de parámetros:

<i>Etp</i>	Evapotranspiración potencial	mm	Los datos de evapotranspiración potencial se obtienen de los registros históricos del INSIVUMEH para la República de Guatemala. Utilizar Mapa A-001 de referencia, o el Atlas Climatológico del Departamento de Investigación y Servicios Meteorológicos del INSIVUMEH
	Zona Climática 1a	1800.00	
	Zona Climática 1b	1600.00	
	Zona Climática 1c	2000.00	
	Zona Climática 2	1500.00	
	Zona Climática 3	1400.00	
	Zona Climática 4	1800.00	

<i>Ks</i>	Coefficiente de Especie	Descripción
-----------	-------------------------	-------------

¹⁹ La evapotranspiración se define como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en milímetros por unidad de tiempo.

	Césped - Grupo 1	Considera especies de céspedes o gramas que resisten bien las condiciones de sequía
	Céspedes - Grupo 2	Considera especies de céspedes o gramas que resisten medianamente las condiciones de sequía
	Céspedes - Grupo 3	Considera especies de céspedes o gramas que no resisten apropiadamente las condiciones de sequía
	Mixto - Grupo 1	Considera la mezcla de diferentes especies de cubresuelos, céspedes o arbustos en la zona de jardín considerada, que en conjunto pueden considerarse como resistentes a sequías.
	Mixto - Grupo 2	Considera la mezcla de diferentes especies de cubresuelos, céspedes o arbustos en la zona de jardín considerada, que en conjunto pueden considerarse como medianamente resistentes a sequías.
	Mixto - Grupo 3	Considera la mezcla de diferentes especies de cubresuelos, céspedes o arbustos en la zona de jardín considerada, que en conjunto pueden considerarse como no resistentes a sequías.
	Cubresuelos - Grupo 1	Considera que la zona de jardín en cuestión está primordialmente cubierta (>75%) con cubresuelos resistentes a sequías
	Cubresuelos - Grupo 2	Considera que la zona de jardín en cuestión está primordialmente cubierta (>75%) con cubresuelos medianamente resistentes a sequías
	Cubresuelos - Grupo 3	Considera que la zona de jardín en cuestión está primordialmente cubierta (>75%) con cubresuelos no resistentes a sequías
	Arbustos - Grupo 1	Considera que la zona de jardín en cuestión está cubierta principalmente (>75%) con arbustos resistentes a sequías
	Arbustos - Grupo 2	Considera que la zona de jardín en cuestión está cubierta principalmente (>75%) con arbustos medianamente resistentes a sequías
	Arbustos - Grupo 3	Considera que la zona de jardín en cuestión está cubierta principalmente (>75%) con arbustos no resistentes a sequías
	Árboles - Grupo 1	Considera que la zona de jardín en cuestión está cubierta principalmente (>75%) con la copa de árboles altamente resistentes a sequías, y que debajo de la copa de estos árboles la vegetación es escasa.
	Árboles - Grupo 2	Considera que la zona de jardín en cuestión está cubierta principalmente (>75%) con la copa de árboles medianamente resistentes a sequías, y que debajo de la copa de estos árboles la vegetación es escasa.
	Árboles - Grupo 3	Considera que la zona de jardín en cuestión está cubierta principalmente (>75%) con la copa de árboles no resistentes a sequías, y que debajo de la copa de estos árboles la vegetación es escasa.

<i>Kd</i>	Coefficiente de Densidad	Descripción
	Baja densidad	La densidad de las plantas en el área de la zona de jardín es baja. Se encuentran áreas de suelo sin plantas con cobertura para prevenir evaporación excesiva al estar expuestas a radiación solar directa. No se aplica a áreas de jardín de césped.
	Media Densidad	La densidad de las plantas en la zona de jardín es considerada intermedia. No se aplica a áreas de jardín cubiertas con céspedes. En algunos casos, dependiendo de la especie, si pueden considerarse algunos cubresuelos rastreros en estas áreas de jardín.

	Alta Densidad	Las plantas cubren la totalidad del área de suelo en la zona de jardín considerada.
	Super Alta Densidad	Las plantas cubren la totalidad del área de suelo en la zona de jardín considerada, en varias capas de vegetación. Esta condición se puede dar cuando hay árboles o arbustos que cubren otras áreas igualmente jardinizadas con cubresuelos o céspedes.

<i>Kmc</i>	Coefficiente de Densidad	Descripción
	Soleado	Considera una exposición abierta al sol, o laderas de cerros orientados al sur. Hay muy pocas horas en el día en donde el sitio está bajo sombra
	Medio Soleado	Considera una exposición que, a pesar que cuenta con aproximadamente el 30% de las horas del día bajo sombra, primordialmente se encuentra expuesto al sol en la mayor parte del día. Puede ser una ladera orientada al poniente o al oriente, sin muchos elementos de sombra que cubran el jardín durante el día.
	Medio Sombra	Se usa para cuando el sitio se encuentra aproximadamente en un 50% de las horas del día bajo sombra o bajo incidencia indirecta de radiación solar. Consiste en una ladera orientada al norte con árboles o edificios cercanos que proyectan sombra sobre el área de jardín
	Sombreado	Se usa para cuando el sitio se encuentra principalmente en sombra a lo largo del día.

<i>ni</i>	Índice de Irrigación	Descripción
	Irrigación Natural	La zona de jardín se mantiene solo con la lluvia anual y no recibe irrigación complementaria para mantenerse en buen estado.
	Subterránea + Sensores Humedad	La zona de jardín cuenta con irrigación con ductos subterráneos controlados por sensores de humedad en el suelo de la zona de jardín. Solo se aplica irrigación cuando los sensores de humedad detectan niveles bajos respecto a lo que las plantas necesitan.
	Subterránea + Horario	La zona de jardín cuenta con irrigación con ductos subterráneos controlados y válvulas activadas automáticamente por horario sin considerar los niveles de humedad en suelo de la zona de jardín. Los horarios de irrigación son establecidos en horas en donde no hay incidencia solar directa (noche o penumbra).
	Superficial + Sensores Humedad	Para la zona de jardín considerada, se cuenta con riego superficial con aspersores que se controlan con sensores de humedad instalados en el suelo de la zona. Solo se aplica agua cuando los sensores definen que hay resequedad en el suelo según los parámetros establecidos por diseño.
	Superficial Goteo + Horario Anual	La zona de jardín considerada es irrigada con un sistema por goteo instalado por encima del suelo pero por debajo del cuerpo de las plantas, generalmente cubresuelos o arbustos. La irrigación se proporciona a través de un controlador con fijaciones de horario modificables para los 365 días del año individualmente, permitiendo ajustar los tiempos de irrigación de acuerdo a calendarios de lluvia típicos según registros meteorológicos de la localidad.

Superficial Aspersión + Sensores Humedad	La zona de jardín considerada es irrigada con un sistema por goteo instalado por encima del suelo pero por debajo del cuerpo de las plantas, generalmente cubresuelos o arbustos. La irrigación se proporciona a través de un controlador que responde a las necesidades de agua del suelo definidos por sensores de humedad instalados en la zona de jardinería considerada.
Superficial Aspersión + Horario Anual	La zona de jardín es irrigada con un sistema superficial de aspersores, accionados por un controlador que puede ajustar su horario individualmente para los 365 días del año, permitiendo ajustar el horario según las proyecciones de lluvias de un año típico. La programación de irrigación se fija de manera tal que no sucede irrigación en el jardín en horarios en donde hay incidencia solar directa.
Superficial Aspersión + Horario Simple	El jardín cuenta con un sistema de irrigación superficial por aspersión accionado con un controlador de horario simple que no excede capacidades de programación de 7 días diferenciados. La irrigación se ha programado para suceder en horarios cuando el jardín no recibe incidencia solar directa.
Superficial por Riego Manual	El jardín es regado a mano con manguera sin seguridad de control de horario ni volumen de agua aplicada.

Los resultados del proyecto deberán ser ingresados en la Plataforma para **Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación** de CASA Guatemala. La puntuación obtenida será determinada según el nivel de reducción de **amenaza ante estrés hídrico**, a través del porcentaje de eficiencia alcanzado para irrigación de jardines.

Eficiencia para jardinería		
El proyecto cuenta con medidas de ahorro de agua en el consumo exterior	Si / No	Eficiencia entre el 30% sobre la línea base
	Si / No	Eficiencia entre el 30%-49% sobre la línea base
	Si / No	Eficiencia entre el 50%-69% sobre la línea base
	Si / No	Eficiencia entre el 70%-89% sobre la línea base
	Si / No	Eficiencia superior al 90% sobre la línea base

Un 100% de ahorro se puede comprobar cumpliendo con una de las siguientes condiciones: a) irrigación de jardines de forma natural, que no implique uso de ningún sistema manual o automatizado de irrigación, sino que el jardín sobreviva y se mantenga en buen estado solo con la lluvia natural que recibe anualmente y/o b) Sistemas de irrigación usando agua recuperada de fuentes alternas (lluvia, aguas grises, etc.)

Para proyectos que demuestren la reducción de consumo de agua por medio de fuentes alternas de agua para riego de jardines, deberán presentar los cálculos de compensación anual, la demanda de agua determinada en el Formulario AC-1

Documentación:

Diseño	Construcción
→ Planos de jardinería del proyecto, identificando apropiadamente las hidrozonas y especies propuestas para el lugar. → Planos de distribución de agua para riego, dónde se identifique apropiadamente el sistema de riego utilizado → Evaluación de reducción de riesgo por estrés hídrico (Formato de Evaluación: FE_CASAv2.0_Piloto A_L1L3_EH) → Formulario AC-1	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera) → Fotografías de las áreas jardinizadas del proyecto → Fotografías de los tipos de sistemas de riego instalados en el proyecto.

LOGRO 2: EFICIENCIA DE AGUA EN INTERIORES

Estas medidas deben ser ingresadas en la herramienta de **Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación**, según las condiciones aplicables para el proyecto.

Obligatorio EVA

Objetivo:

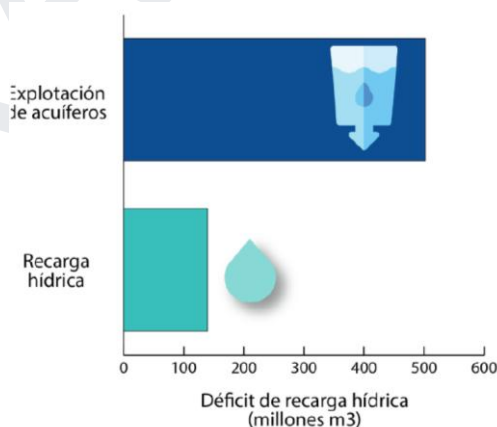
Reducir el uso de agua potable para consumo de interiores, y reducir o eliminar la vulnerabilidad del proyecto ante la escasez de agua a través de la conservación del recurso.

Consideraciones:

Los vínculos entre el clima y los recursos hídricos se ven afectados por una variedad de factores antropogénicos como el cambio de uso de suelo, el cambio en las superficies de la tierra, la extracción desmedida y la contaminación. El agua alrededor del mundo es un recurso cada vez más escaso, según datos de la UNESCO el consumo de agua tiende a aumentar 1% cada año. La ONU informa que alrededor de 1.6 mil millones de personas, o casi una cuarta parte de la población mundial, enfrentan escasez económica de agua, lo que significa que carecen de la infraestructura necesaria para acceder al recurso hídrico. Los niveles de escasez seguirán aumentando a medida que crezca la demanda de agua y se intensifiquen los efectos del cambio climático.²⁰

Actualmente, la Región Metropolitana de Guatemala presenta problemas de abastecimiento de agua que, de no abordarse de manera inmediata, representarán una amenaza a corto y largo plazo. Según datos de FUNCAGUA Los niveles estáticos de los pozos en la zona metropolitana varían entre 25 hasta más de 600 metros de profundidad dependiendo del acuífero o acuíferos captados.

La explotación no controlada del agua ha provocado que el comportamiento del nivel freático de la región descienda, causando una tasa negativa de la recarga hídrica anual en la mayor parte del territorio.²¹



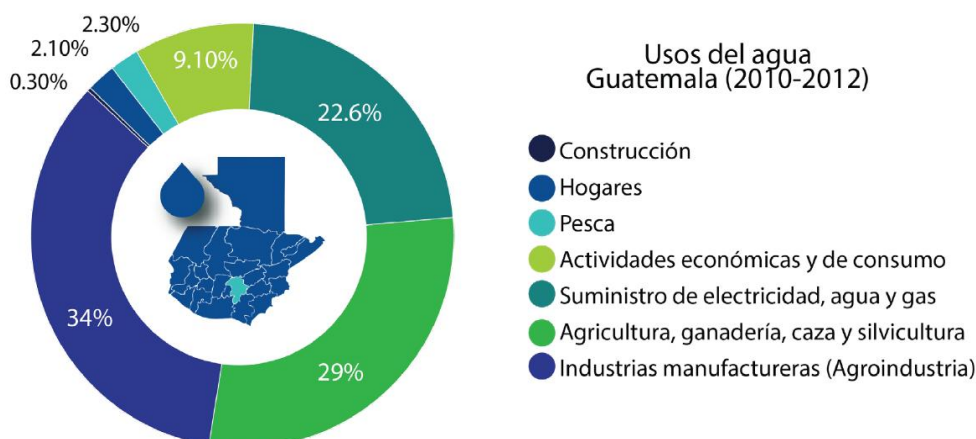
Comparación de explotación y recarga hídrica en acuíferos. Elaboración: Guatemala Green Building Council según el Perfil Ambiental de Guatemala 2010 -2012. IARNA

Regiones con mayor índice de densificación son las más propensas a padecer condiciones de estrés hídrico derivado del aumento proporcional para uso doméstico, agrícola e industrial, y la reducción de fuentes de agua limpia resultante de la contaminación de los cuerpos de agua naturales. Según datos del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar IARNA, en Guatemala se utilizan más de 20 millones de metros cúbicos de agua al año en los distintos sectores

²⁰ UNESCO. 2020. *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020: Agua y Cambio Climático*. p. 6-18

²¹ FUNCAGUA. 2018. *Plan de conservación del agua Fundación para la Conservación del Agua en la Región Metropolitana de Guatemala*. Ciudad de Guatemala, Guatemala. p. 106-113

económicos del país. Los hogares y actividades económicas de consumo y construcción representan aproximadamente 6.8 millones de metros cúbicos de consumo al año, equivalente al 34% del uso total del agua.



Uso del agua en Guatemala, del 2010 al 2012, según sector económico. Elaborado por el Guatemala Green Building Council según "Perfil Ambiental de Guatemala 2010 -2012" IARNA-URL (2012)

Los accesorios y grifería sanitaria pueden representar hasta un 80% del uso total de agua de una vivienda. Desde 1992, a través de la Ley de Política Energética de Estados Unidos (EPA) se estableció el volumen de consumo y descarga máximo para artefactos sanitarios. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) a través del programa WaterSense® (2006), publicó las especificaciones de consumo de agua para accesorios hidrosanitarios, para certificar productos capaces de ahorrar al menos el 20% de agua, sobre la línea base EPA de 1992.²²

Línea base de consumo de agua por artefacto sanitario.

Artefacto	Línea Base		20% de Eficiencia	
Inodoro	6.0 lpd	1.9 gpd	4.8 lpd	1.3 gpd
Urinal	3.8 lpd	1.0 gpd	3.0 lpd	0.8 gpd
Lavamanos	8.3 lpm @ 60psi	2.2 gpm @ 60psi	6.6 lpm @ 60psi	1.7 gpm @ 60psi
Lavaplatos	8.3 lpm @ 60psi	2.2 gpm @ 60psi	6.6 lpm @ 60psi	1.7 gpm @ 60psi
Ducha	9.5 lpm @ 60psi	2.5 gpm @ 60psi	7.6 lpm @ 60psi	2.0 gpm @ 60psi
lpd = litros por descarga gpd = galones por descarga lpm = litros por minuto gpm = galones por minutos psi = libra por pulgada cuadrada				

A medida que se expande el desarrollo residencial, comercial, industrial y de otros tipos, también lo hace el uso del suministro limitado de agua potable. La mayoría de los edificios dependen de las fuentes municipales de agua, o pozos privados de extracción para satisfacer sus necesidades, las cuales cada vez son más limitadas. CASA Guatemala fomenta los principios de construcción ecológica

²² Environmental Protection Agency (EPA). 2012. *WaterSense at Work Best Management Practices for Commercial and Institutional Facilities*.

a través de estrategias innovadoras de eficiencia que ayudan a los proyectos a utilizar el agua de manera inteligente, y reducir la demanda de fuentes convencionales.

Requerimientos:

Determinar el requerimiento anual de consumo y eficiencia de agua para el consumo de agua interior del proyecto. CASA Guatemala utiliza la siguiente fórmula basada en el método Hunter:

$$\text{Consumo por artefacto} = (\text{Tasa de consumo}) * (\text{Tiempo}) * (\text{No. Ocupantes}) * (\text{Usos por persona al día})$$

El proyecto debe aplicar medidas de eficiencia de tal manera que se demuestre la reducción de vulnerabilidad ante estrés hídrico. Utilizar el Formulario AC-2 para determinar el porcentaje de reducción de agua sobre la línea base. Los resultados del proyecto deberán ser ingresados en la Plataforma para **Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación** de CASA Guatemala. La puntuación obtenida será determinada según el nivel de reducción de **amenaza ante estrés hídrico**, a través del porcentaje de eficiencia alcanzado para el consumo de agua.

Eficiencia de agua para consumo interior		
El proyecto cuenta con medidas de ahorro de agua en el consumo interior. El volumen de agua tratada y recuperada puede ser contabilizada como parte de la eficiencia del proyecto	Si / No	No se aplican medidas de eficiencia
	Si / No	El proyecto ha instalado artefactos al menos 20% más eficientes que la línea base.
	Si / No	Eficiencia entre el 25%-39% sobre la línea base
	Si / No	Eficiencia entre el 40%-59% sobre la línea base
	Si / No	Eficiencia entre el 60%-79% sobre la línea base
	Si / No	Eficiencia entre el 79%-100% sobre la línea base

Documentación:

Diseño	Construcción
→ Planos de sistema de distribución de agua potable → Ficha técnica de artefactos sanitarios → Planos de instalaciones de reciclaje de agua tratada, aprovechamiento de agua pluvial o cualquier otro sistema no convencional de aprovechamiento de aguas.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera) → Fotografías de los artefactos sanitarios instalados por tipología, y áreas condominales, dónde se identifique claramente marca y modelo → Fotografías de la instalación de sistemas de aprovechamiento de agua, si hubiere.

- Evaluación de reducción de riesgo por estrés hídrico (Formato de Evaluación: FE_CASAv2.0_Piloto A_L1L3_EH)
- Formulario AC-2

LOGRO 3: TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Estas medidas deben ser ingresadas en la herramienta de **Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación**, según las condiciones aplicables para el proyecto.

Obligatorio EVA

Objetivo:

Reducir la dependencia de fuentes municipales o privadas de abastecimiento, y reducir o eliminar la vulnerabilidad del proyecto ante la escasez de agua, a través del tratamiento, recuperación y aprovechamiento de fuentes no convencionales de agua.

Consideraciones:

La circularidad del agua en las edificaciones se refiere a un enfoque integrado y sostenible en la gestión del recurso hídrico dentro de los edificios, basado en principios de economía circular. Su objetivo principal es asegurar el uso eficiente del agua, y reincorporar el agua en los sistemas de forma segura.

En lugar de depender de un modelo lineal de consumo y desecho (extraer-usar-desechar), la circularidad del agua se centra en la reutilización y regeneración del recurso, creando un ciclo cerrado, o «balance hídrico» para el edificio. Algunos principios fundamentales para su aplicación son:

- **Eficiencia.** Reducir la dependencia de fuentes convencionales de agua. Por ejemplo, la instalación de tecnologías de bajo flujo (grifos, duchas e inodoros eficientes), y sensibilización de los ocupantes sobre el uso responsable del agua.
- **Recolección:** El agua de lluvia puede ser útil para usos no potables dentro del proyecto como: riego, lavado, descargas, o sistemas de enfriamiento.
- **Tratamiento:** Todo proyecto debe cumplir con las disposiciones del Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y el Reglamento de descargas y reuso de aguas residuales y disposiciones de lodos.
- **Reutilización:**

Aguas Negras

Aguas residuales contaminadas, provenientes generalmente de inodoros y drenajes.



Aguas Grises

Aguas originadas por manipulaciones domésticas, limpieza o preparación de alimentos.



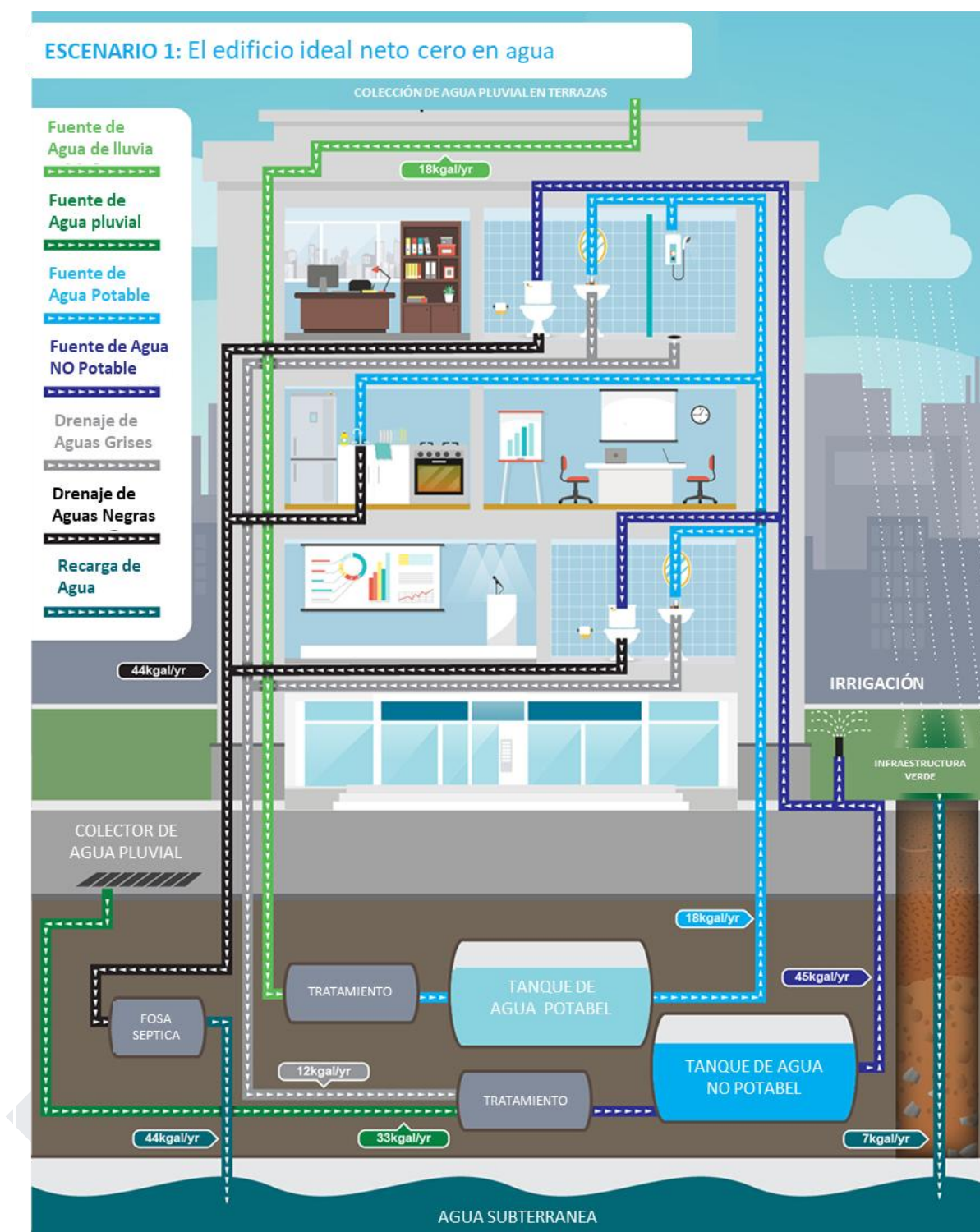
Contaminantes: materia fecal, orina de origen humano o animal, pueden contener microorganismos perjudiciales para el ser humano.

En algunos casos, tratadas a nivel avanzado, es posible su reutilización, siempre y cuando los reglamentos locales lo permitan.

Contaminantes: jabones, desinfectantes, detergentes domésticos, restos orgánicos como grasa, cabellos, restos de alimentos y otros desechos caseros.

Una vez tratadas, pueden ser reutilizadas para actividades como descargas de inodoros o riego.

- **Restauración:** Los excedentes de aguas tratadas no aprovechadas pueden ser recargadas directamente al manto freático, siempre y cuando cumpla con las resoluciones favorables de las autoridades gubernamentales y municipales pertinentes.
- **Gestión inteligente:** Implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real que optimicen la distribución y el reciclaje del agua dentro del edificio.



El Edificio Neto Cero Agua según el World Green Building Council. Adaptada por el Guatemala Green Building Council

Requerimientos:

Evaluar el diseño hidrosanitario del proyecto de tal forma que pueda cumplir con cualquiera, o una combinación de las siguientes estrategias para la disposición final de aguas residuales, con el objetivo que el proyecto pueda integrar estrategias de recuperación y aprovechamiento de aguas de manera escalable, para reducir la dependencia de fuentes convencionales, y minimizar el riesgo por estrés hídrico en el proyecto.

Tratamiento de aguas residuales		
El proyecto promueve sistemas de tratamiento para mejorar la calidad de las aguas residuales que se evacúan, o se reclaman para reutilización de cada unidad habitacional o propiedad condominial del proyecto.	Si / No	El proyecto no cuenta con sistema de tratamiento de aguas residuales
	Si / No	El proyecto cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales para el 100% de las aguas residuales producidas a nivel terciario (clarificación + desinfección), antes de evacuarlas al cuerpo receptor del proyecto.
	Si / No	El proyecto cuenta con un sistema separado para el tratamiento de aguas negras, aguas grises y/o pluviales del proyecto. De tal manera que las aguas grises y/o pluviales son recuperadas para consumo dentro del proyecto.
	Si / No	El proyecto cuenta con un sistema separado para el tratamiento de aguas negras, aguas grises y/o pluviales del proyecto. Las aguas grises y/o pluviales son recuperadas para consumo dentro del proyecto, y los excedentes son infiltrados de manera efectiva.
	Si / No	El proyecto excede los niveles de tratamiento de aguas residuales exigidas por las autoridades gubernamentales, y permite la potabilización efectiva para su recuperación dentro del proyecto.

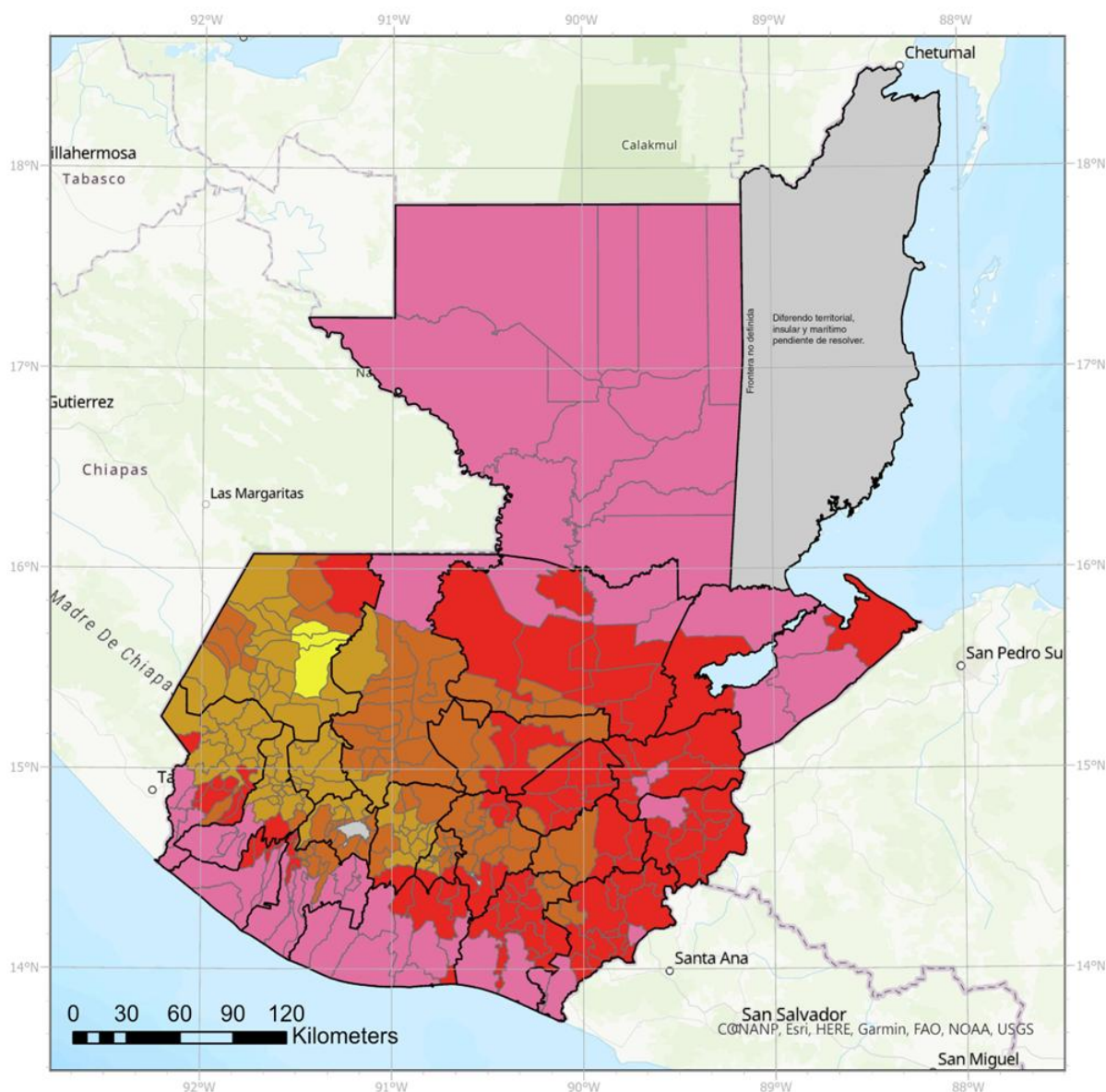
Balance Hídrico		
El proyecto promueve que los edificios cuenten con gestión integral del recurso por medio de sus consumos, producciones y manejo de aguas residuales, conservado, protegiendo e incluso restaurando el ciclo de agua en el sitio y su área de influencia.	Si / No	Sin consideraciones de balance hídrico
	Si / No	Las aguas pluviales del proyecto son recargados a los mantos acuíferos a través de pozos de absorción o recarga mecánica.
	Si / No	El proyecto recupera aguas pluviales, aguas grises y/o residuales para su tratamiento y reintegración en el consumo de agua potable o no potable.
	Si / No	El proyecto cumple con una combinación de ambas medidas, logrando balance cero en el consumo y producciones de agua

Utilizar el Formulario AC-2 para determinar el porcentaje de compensación y balance final de agua del proyecto. Los resultados del proyecto deberán ser ingresados en la Plataforma para **Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación** de CASA Guatemala. La puntuación obtenida será determinada según el nivel de reducción de **amenaza ante estrés hídrico**, a través de las características del sistema de tratamiento y aprovechamiento de agua.

Documentación:

Diseño	Construcción
→ Diagramas de funcionamiento de agua (fuente(s) de abastecimiento, tratamiento, aprovechamiento, disposición nal etc.) → Planos de distribución de agua potable → Planos de instalación de aguas residuales → Plano de instalación de aguas pluviales → Plano de distribución de aguas recuperadas (Si aplica) → Memoria de cálculo del sistema de tratamiento de aguas residuales. → Detalles, especificaciones técnicas o memorias de diseño para los sistemas de recarga hídrica (Si aplica) → Evaluación de reducción de riesgo por estrés hídrico (Formato de Evaluación: FE_CASAv2.0_Piloto A_L1L3_EH) → Formulario AC-2	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera) → Fotografías de la instalación de la red hidrosanitaria del proyecto → Fotografías de la construcción de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. → Fotografías de los sistemas de recarga hídrica (Si aplica)

Mapa de zonas climáticas de Guatemala, basado en el estándar ASHRAE 90.1 versión 2010.



Nomenclatura de zonas climáticas presentes en Guatemala ASHRAE 90.1 2010



1A 2A 3A 3C 4A ND

1A = muy caliente húmedo
2A = caliente húmedo
3A = cálido húmedo
3C = cálido marino
4A = mixto húmedo
ND = no definido

Universidad Rafael Landívar
Vicerrectoría de Investigación y Proyección (VRIP)
Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología (IARNA)
Departamento de Tecnología

Guatemala, Abril de 2023

Fuente: Elaborado por A. Alonso, IARNA (2023), con base en la cartográfica básica nacional del Instituto Geográfico Nacional (IGN) a escala 1:50,000 y 1:250,000; CHIRPS 2.0; y GLDAS 2.1.

Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

VRIP
VICERRECTORÍA DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

iarna
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN
CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍA

Mapa de zonas climáticas de Guatemala basado en el estándar ASHRAE 90.1 2010. Fuente: Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología de la Universidad Rafael Landívar (2023)

LOGRO 1: ENVOLVENTE DEL EDIFICIO

Estas medidas deben ser ingresadas en la herramienta de **Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación**, según las condiciones aplicables para el proyecto.

Parte 1 Proporción ventana / fachada	Parte 2 Ganancias Térmicas - Envolvente	Parte 3 Ganancias Térmicas - Ventanas	Parte 4 Control Solar
Obligatorio EVA	Obligatorio EVA	Obligatorio EVA	Obligatorio EVA

Objetivo:

Asegurar el acondicionamiento térmico del envolvente del edificio, de tal manera que ayude a mejorar las condiciones de confort térmico en espacios interiores, minimizar el uso de climatización o métodos activos de acondicionamiento, y resistir potenciales olas de calor en el país.

Consideraciones:

Las ganancias térmicas son el aumento de calor en un espacio debido a diversas fuentes internas y externas. Estas fuentes pueden incluir; la radiación solar, aparatos y equipos interiores, calor humano, la conducción a través de los materiales y el sistema de ventilación. Controlar las ganancias térmicas es crucial para mantener una temperatura confortable en la edificación, y reducir el consumo energético asociado a la refrigeración. A su vez, el diseño eficiente del envolvente, permite crear proyectos mejor adaptados a los cambios de temperatura y potenciales olas de calor. Para esto, CASA Guatemala toma en cuenta las siguientes propiedades del envolvente:

Resistencia térmica (Valor R): Es una medida de la resistencia térmica de un material o una estructura. Indica la capacidad del material para resistir el flujo de calor, es decir, su capacidad de aislamiento térmico. Un valor R más alto significa que el material es mejor aislante y proporciona mayor resistencia al paso del calor. Este valor es crucial en la construcción y el diseño de edificios para mejorar la eficiencia energética y mantener temperaturas confortables en el interior.

Transmisión térmica (Valor U): Es el valor de transmisión térmica, el cual representa la cantidad de calor que se transfiere a través de un material, o un sistema compuesto por las capas de materiales de un sistema constructivo. Un valor U más bajo indica una mejor capacidad de aislamiento térmico y menor transferencia de calor.

El valor U se calcula con la fórmula:

$$U = 1 / \sum R$$

Donde:

U es el valor U (coeficiente de transferencia de calor, en vatios por metro cuadrado-kelvin, W/m²·K),

$\sum R$ es el valor R (resistencia térmica de todas las capas del sistema constructivo, en metro cuadrado-kelvin por vatio, m²·K/W).

El Coeficiente de Ganancia Solar Térmica CGST. (SHGC por sus siglas en inglés, Solar Heat Gain Coefficient), es una medida que indica la fracción de la radiación solar incidente que se transmite a través de una ventana o un vidrio y contribuye al calentamiento del espacio interior. Este valor se expresa como un número entre 0 y 1, donde un SHGC de 0 significa que la ventana no permite la entrada de energía solar, mientras que un SHGC de 1 indica que la ventana deja pasar toda la energía solar incidente.

Las ventanas de los edificios pueden ser el principal puente de transferencias de calor, por lo que la orientación y diseño de fachadas juegan un papel fundamental en la reducción de ganancias térmicas. Los dispositivos de control solar ayudan a reducir las ganancias térmicas solares, creando ambientes interiores más confortables para los ocupantes del edificio y reduciendo la necesidad de ajustes mecánicos de la temperatura en el ambiente interior, sobre todo durante los días más calurosos.

Requerimientos:

Determinar el nivel de amenaza ante potenciales olas de calor, y aplicar las medidas necesarias para garantizar un acondicionamiento térmico eficiente: <https://casaguatemala.urban.tecnalia.dev/>

Diseñar el envolvente de la edificación de tal manera que cumpla con los requerimientos del ASHRAE 90.1 2010 para la zona climática correspondiente.

Parte 1. Proporción Ventana Fachada:

Asegurar que la proporción de área de ventanas con relación al área total de fachada no supere los requerimientos establecidos para cada zona climática según el ASHRAE 90.1, o demostrar que por medio de el acondicionamiento y diseño del envolvente, la edificación no presenta vulnerabilidad ante potenciales olas de calor.

Tabla E-001 Porcentaje máximo permitido de área de fenestras por fachada

Zona Climática	Porcentaje máximo permitido de área ventanas y puertas translúcidas respecto al área de fachadas	Porcentaje máximo permitido de tragaluces respecto al área de fachadas
Zona Climática 1A	40%	2.5%
Zona Climática 2A	40%	2.5%
Zona Climática 3A	50%	5.0%
Zona Climática 3C	50%	5.0%
Zona Climática 4A	65%	5.0%

Proporción ventana/fachada (%)

$$= \frac{(\text{Área total de ventana}) * 100}{(\text{Área total de fachada})}$$

Parte 2. Ganancias Térmicas - Envolvente:

Cumplir con los requerimientos de transmisión térmica del envolvente establecidos por el ASHRAE 90.1 2010 para la zona climática establecida o demostrar que por medio de el acondicionamiento y diseño del envolvente, la edificación no presenta vulnerabilidad ante potenciales olas de calor.

Tabla E-002. Requerimientos Térmicos para Envolvente según el ASHRAE 90.1 2010. Zona Climática 1A

Propiedades Térmicas Techos	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Cubiertas sobre espacios interiores	U - 0.048	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 20.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Cubiertas metálicas	U - 0.065	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 19.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Cubiertas para áticos	U - 0.027	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 38.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Otro	U - 0.027	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 38.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Propiedades Térmicas en paredes exteriores	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Mampostería (concreto fundido en sitio, blocks de concreto, ladrillos, etc)	U - 0.151	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 5.70	h·ft ² ·°F/Btu.
Paredes y sistemas constructivos metálicos	U - 0.093	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 16.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Paredes y sistemas constructivos con estructura de acero	U - 0.124	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Paredes y sistemas constructivos con estructura de madera	U - 0.089	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Otros	U - 0.089	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.

Propiedades Térmicas para entrepisos	Valor U Máximo		Valor R Mínimo
Mampostería	U - 0.322	Btu/h·ft ² ·°F.	NR
Entrepisos con estructura de acero	U - 0.350	Btu/h·ft ² ·°F.	NR
Entrepisos con estructura y sistema constructivo de madera	U - 0.282	Btu/h·ft ² ·°F.	NR
Otro	U - 0.282	Btu/h·ft ² ·°F.	NR
Propiedades Térmicas para pisos	Valor U Máximo		Valor R Mínimo
Pisos sobre nivel del suelo	U - 0.090	Btu/h·ft ² ·°F.	NR

Tabla E-003. Requerimientos Térmicos para Envoltente según el ASHRAE 90.1 2010. Zona Climática 2A

Propiedades Térmicas Techos	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Cubiertas sobre espacios interiores	U - 0.048	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 20.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Cubiertas metálicas	U - 0.055	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Cubiertas para áticos	U - 0.027	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 38.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Otro	U - 0.027	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 38.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Propiedades Térmicas en paredes exteriores	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Mampostería (concreto fundido en sitio, blocks de concreto, ladrillos, etc)	U - 0.123	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 7.60	h·ft ² ·°F/Btu.
Paredes y sistemas constructivos metálicos	U - 0.093	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 16.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Paredes y sistemas constructivos con estructura de acero	U - 0.064	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.

Paredes y sistemas constructivos con estructura de madera	U - 0.089	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Otros	U - 0.089	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Propiedades Térmicas para entrepisos	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Mampostería	U - 0.087	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 8.30	h·ft ² ·°F/Btu.
Entrepisos con estructura de acero	U - 0.052	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 19.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Entrepisos con estructura y sistema constructivo de madera	U - 0.033	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 30.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Otro	U - 0.033	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 30.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Propiedades Térmicas para pisos	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Pisos sobre nivel del suelo	U - 0.090	Btu/h·ft ² ·°F.	NR	

Tabla E-004. Requerimientos Térmicos para Envolvente según el ASHRAE 90.1 2010. Zona Climática 3A

Propiedades Térmicas Techos	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Cubiertas sobre espacios interiores	U - 0.048	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 20.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Cubiertas metálicas	U - 0.055	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Cubiertas para áticos	U - 0.027	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 38.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Otro	U - 0.027	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 38.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Propiedades Térmicas en paredes exteriores	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Mampostería (concreto fundido en sitio, blocks de concreto, ladrillos, etc)	U - 0.104	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 9.50	h·ft ² ·°F/Btu.

Paredes y sistemas constructivos metálicos	U - 0.084	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 19.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Paredes y sistemas constructivos con estructura de acero	U - 0.064	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Paredes y sistemas constructivos con estructura de madera	U - 0.089	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Otros	U - 0.089	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Propiedades Térmicas para entrepisos	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Mampostería	U - 0.087	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 8.30	h·ft ² ·°F/Btu.
Entrepisos con estructura de acero	U - 0.052	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 19.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Entrepisos con estructura y sistema constructivo de madera	U - 0.033	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 30.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Otro	U - 0.033	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 30.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Propiedades Térmicas para pisos	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Pisos sobre nivel del suelo	U - 0.090	Btu/h·ft ² ·°F.	NR	

Tabla E-005. Requerimientos Térmicos para Envolvente según el ASHRAE 90.1 2010. Zona Climática 3C

Propiedades Térmicas Techos	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Cubiertas sobre espacios interiores	U - 0.048	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 20.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Cubiertas metálicas	U - 0.055	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Cubiertas para áticos	U - 0.027	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 38.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Otro	U - 0.027	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 38.0	h·ft ² ·°F/Btu.

Propiedades Térmicas en paredes exteriores	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Mampostería (concreto fundido en sitio, blocks de concreto, ladrillos, etc)	U - 0.104	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 9.50	h·ft ² ·°F/Btu.
Paredes y sistemas constructivos metálicos	U - 0.084	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 19.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Paredes y sistemas constructivos con estructura de acero	U - 0.064	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Paredes y sistemas constructivos con estructura de madera	U - 0.089	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Otros	U - 0.089	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Propiedades Térmicas para entrepisos	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Mampostería	U - 0.087	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 8.30	h·ft ² ·°F/Btu.
Entrepisos con estructura de acero	U - 0.052	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 19.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Entrepisos con estructura y sistema constructivo de madera	U - 0.033	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 30.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Otro	U - 0.033	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 30.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Propiedades Térmicas para pisos	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Pisos sobre nivel del suelo	U - 0.090	Btu/h·ft ² ·°F.	NR	

Tabla E-006. Requerimientos Térmicos para Envolvente según el ASHRAE 90.1 2010. Zona Climática 4A

Propiedades Térmicas Techos	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Cubiertas sobre espacios interiores	U - 0.048	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 20.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Cubiertas metálicas	U - 0.055	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.

Cubiertas para áticos	U - 0.027	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 38.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Otro	U - 0.027	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 38.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Propiedades Térmicas en paredes exteriores	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Mampostería (concreto fundido en sitio, blocks de concreto, ladrillos, etc)	U - 0.090	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 11.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Paredes y sistemas constructivos metálicos	U - 0.084	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 19.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Paredes y sistemas constructivos con estructura de acero	U - 0.064	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Paredes y sistemas constructivos con estructura de madera	U - 0.064	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Otros	U - 0.064	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 13.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Propiedades Térmicas para entrepisos	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Mampostería	U - 0.074	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 10.4	h·ft ² ·°F/Btu.
Entrepisos con estructura de acero	U - 0.038	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 30.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Entrepisos con estructura y sistema constructivo de madera	U - 0.033	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 30.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Otro	U - 0.033	Btu/h·ft ² ·°F.	R - 30.0	h·ft ² ·°F/Btu.
Propiedades Térmicas para pisos	Valor U Máximo		Valor R Mínimo	
Pisos sobre nivel del suelo	U - 0.090	Btu/h·ft ² ·°F.	NR	

Parte 3. Ganancias Térmicas - Ventanas:

Cumplir con los requerimientos de transmisión térmica del envolvente establecidos por el ASHRAE 90.1 2010 para la zona climática establecida, y/o demostrar que por medio del acondicionamiento y diseño del envolvente, la edificación no presenta vulnerabilidad ante potenciales olas de calor.

Tabla E-007. Requerimientos Térmicos para Elementos Traslúcidos según el ASHRAE 90.1 2010

Zona Climática 1A	Valor U Máximo (Ensamblaje completo)	CGST Máximo (Acristalamiento)
Ventanas con marcos no metálicos	U - 1.20 Btu/h·ft ² ·°F.	0.25
Ventanas con marcos metálicos	U - 1.20 Btu/h·ft ² ·°F.	0.25
Tragaluz de vidrio	U - 1.98 Btu/h·ft ² ·°F.	0.16
Tragaluz plástico	U - 1.90 Btu/h·ft ² ·°F.	0.17
Zona Climática 2A	Valor U Máximo (Ensamblaje completo)	CGST Máximo (Acristalamiento)
Ventanas con marcos no metálicos	U - 0.75 Btu/h·ft ² ·°F.	0.25
Ventanas con marcos metálicos	U - 0.70 Btu/h·ft ² ·°F.	0.25
Tragaluz de vidrio	U - 1.98 Btu/h·ft ² ·°F.	0.19
Tragaluz plástico	U - 1.90 Btu/h·ft ² ·°F.	0.27
Zona Climática 3A	Valor U Máximo (Ensamblaje completo)	CGST Máximo (Acristalamiento)
Ventanas con marcos no metálicos	U - 0.65 Btu/h·ft ² ·°F.	0.35
Ventanas con marcos metálicos	U - 0.60 Btu/h·ft ² ·°F.	0.35
Tragaluz de vidrio	U - 1.17 Btu/h·ft ² ·°F.	0.36
Tragaluz plástico	U - 1.30 Btu/h·ft ² ·°F.	0.27
Zona Climática 3C	Valor U Máximo (Ensamblaje completo)	CGST Máximo (Acristalamiento)
Ventanas con marcos no metálicos	U - 0.65 Btu/h·ft ² ·°F.	0.35
Ventanas con marcos metálicos	U - 0.60 Btu/h·ft ² ·°F.	0.35
Tragaluz de vidrio	U - 1.17 Btu/h·ft ² ·°F.	0.36
Tragaluz plástico	U - 1.30 Btu/h·ft ² ·°F.	0.27
Zona Climática 4A	Valor U Máximo (Ensamblaje completo)	CGST Máximo (Acristalamiento)
Ventanas con marcos no metálicos	U - 0.40 Btu/h·ft ² ·°F.	0.45
Ventanas con marcos metálicos	U - 0.50 Btu/h·ft ² ·°F.	0.45
Tragaluz de vidrio	U - 0.98 Btu/h·ft ² ·°F.	0.45
Tragaluz plástico	U - 1.30 Btu/h·ft ² ·°F.	0.45

Parte 4. Control Solar:

Demostrar que las ventanas o puertas translúcidas se mantiene bajo condiciones de sombra para más del 65% de las condiciones solares del año, a través de voladizos, parteluces, u otro medio de sombra permanente

O

Demostrar que a través de sistemas de protección solar como voladizos, parteluces, u otros medios de sombra permanente, el 65% de las ventanas o puertas traslúcidas para las fachadas derivadas del sur, este y oeste, para ambientes regularmente ocupados, cumplen con los valores de ganancias solar térmica (CGST) según la zona climática dónde se ubique el proyecto. Utilizar el método prescriptivo de multiplicador CGST establecido en el Capítulo 5.5 del ASHRAE 90.1 2010 / Opción prescriptiva del Envolvente del Edificio

Tabla E-008 Coeficiente de Ganancia Solar Térmica Máxima

Zona Climática	CGST
Zona Climática 1A	0.25
Zona Climática 2A	0.25
Zona Climática 3A	0.35
Zona Climática 3C	0.35
Zona Climática 4A	0.45

Y/O

Demostrar que por medio del acondicionamiento y diseño del envolvente, la edificación no presenta vulnerabilidad ante potenciales olas de calor.

Documentación:

Parte 1. Proporción Ventana / Fachada

Diseño	Construcción
→ Formulario EC-1 → Planos de elevaciones para cada fachada del proyecto, dónde se identifique claramente las áreas respectivas de muro y ventana. → Planilla de ventanas, o detalles de los sistemas de ventanería → Cálculo de proporción ventana/fachada. → Evaluación de riesgo ante olas de calor (Formato de Evaluación: FE_CASAv2.0_Piloto E_L1_OC) → Cualquier información adicional que respalde el cumplimiento de los requerimientos del Logro.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

Parte 2. Ganancias Térmicas - Envolvente

Diseño	Construcción
--------	--------------

- Formulario EC-1
 - Planos del edificio dónde se identifiquen los materiales y sistemas constructivos utilizados en el proyecto.
 - Detalles de los sistemas constructivos dónde se identifique claramente el espesor y capas de material utilizados
 - Cálculo de transmisión térmica del edificio.
 - Formato de Evaluación: FE_CASAv2.0_Piloto E_L1_OC
 - Cualquier información adicional que respalde el cumplimiento de los requerimientos del Logro.
- Documentos de la etapa de diseño,
 - Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y
 - Registro fotográfico con fecha indicada.

Parte 3. Ganancias Térmicas - Ventanas

Diseño	Construcción
→ Formulario EC-1 → Planilla de ventanas, o detalles de los sistemas de ventanería. → Cálculo de transmisión térmica del edificio. → Formato de Evaluación: FE_CASAv2.0_Piloto E_L1_OC → Cualquier información adicional que respalde el cumplimiento de los requerimientos del Logro.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

Parte 4. Control Solar

Diseño	Construcción
→ Formulario EC-1 → Planilla de ventanas, o detalles de los sistemas de ventanería. → Detalles de los sistemas de proyección solar. → Cálculos, simulaciones y/o máscaras de sombra que demuestren que las ventanas del proyecto se mantienen en condición de sombra por más del 65% del año. O, cálculo de transmisión térmica por factor de sombreado. → Formato de Evaluación: FE_CASAv2.0_Piloto E_L1_OC → Cualquier información adicional que respalde el cumplimiento de los requerimientos del Logro.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

LOGRO 2: EFICIENCIA ENERGÉTICA

Ruta de Cumplimiento A. Modelado Energético del Edificio

1 - 12 Puntos

Ruta de Cumplimiento B. Desempeño Energético Sobre el Método Prescriptivo

1 - 10 Puntos

Ruta de Cumplimiento C. Método Prescriptivo

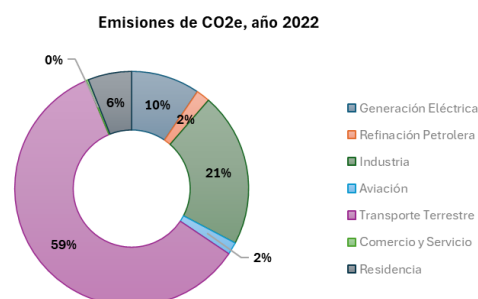
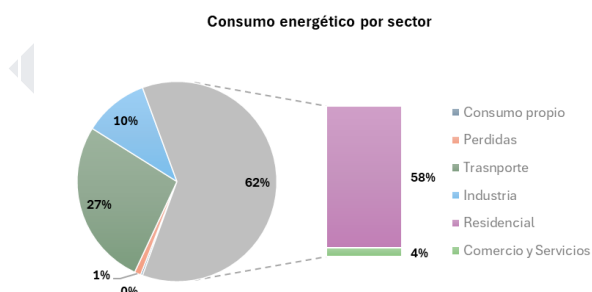
Parte 1 Reducción de DPI - Áreas comunes	Parte 2 Reducción de DPI - Unidades Residenciales	Parte 3 Controles de Iluminación	Parte 4 Iluminación Natural	Parte 5 Calefacción de Agua	Parte 6 Motores Eléctricos	Parte 7 Climatización	Parte 8 Electrodomésticos
1 Punto	1 Punto	1 Punto	1 Punto	1 Punto	1 Punto	1 Punto	1 Punto

Objetivo:

Reducir los impactos ambientales y económicos derivados del consumo energético de las viviendas.

Consideraciones:

Para el año 2022 el consumo energético del sector residencial representó 59,628.59 kBEP, equivalente al 57.7% del consumo energético nacional, seguido por las actividades de transporte las cuales representaron 26.93% del consumo.



Consumo Energético por sector para el año 2022. Elaborado según datos del Ministerio de Energía y Minas (MEM). 2022

Emisiones de CO₂e para el año 2022. Elaborado según datos del Ministerio de Energía y Minas (MEM). 2022

Durante el año 2022 Guatemala reportó 19.40 millones de toneladas de CO₂ provenientes del consumo energético por sector, de los cuales el 59.25% corresponde al transporte terrestre, 21.29% a

actividades industriales.²³ Aunque el sector residencial, comercial y de servicios solo contribuye con un poco más del 6% de estas emisiones, el consumo energético en edificaciones tiene un impacto significativo en los costos operacionales. Reducir el consumo energético en edificaciones no sólo mitiga las emisiones de CO₂, sino que también ofrece un beneficio económico significativo al disminuir los costos operativos de la edificación.

El sistema de certificación CASA Guatemala aborda la eficiencia energética de las edificaciones a través de la conservación de recursos, comenzando con la reducción de las cargas internas mediante el acondicionamiento de la envolvente, la ventilación y la implementación de soluciones pasivas que disminuyan la demanda energética y mejoren las condiciones de confort higrotérmico. Seguido a esto, CASA Guatemala permite la evaluación de los sistemas y equipos instalados para optimizar su eficiencia en el consumo energético de la edificación y la implementación de sistemas de generación de energía renovable.

CASA Guatemala utiliza el estándar ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2010 como punto de referencia y línea base para evaluar la eficiencia energética de las edificaciones. Para evaluación de la eficiencia energética del proyecto, el sistema de certificación permite la utilización de un método prescriptivo o un método de evaluación de desempeño.

Requerimientos:

Ruta de Cumplimiento A: Simulación Energética del Edificio

Calcular el desempeño del edificio según el estándar ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1–2010, Apéndice G, por medio de softwares de simulación energética. Por ejemplo;

- EnergyPlus
- eQuest
- IES VE (Integrated Environmental Solutions Virtual Environment)
- Design Builder
- Cualquier otra plataforma que cumpla con los requisitos establecidos por el estándar ANSI/ASHRAE 140

Determinar la eficiencia energética del edificio mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de Eficiencia (\%)} = \frac{(\text{Desempeño Base del edificio} - \text{Desempeño Mejorado del Edificio}) * 100}{(\text{Desempeño Base del Edificio})}$$

La puntuación es otorgada de la siguiente manera:

Eficiencia Energética	Puntos
2%	1
5%	2
7%	3
10%	4

²³ Ministerio de Energía y Minas (MEM). 2022. *Balance Energético 2022*. Ciudad de Guatemala, Guatemala

12%	5
15%	6
20%	7
25%	8
30%	9
35%	10
40%	11
45%	12
> 50%	Desempeño Ejemplar

Ruta de Cumplimiento B: Desempeño Energético Sobre el Método Prescriptivo

Utilizar el Formulario EC-1 y Formulario EC-2 para determinar el porcentaje de eficiencia energética estimada, a través del cumplimiento del método prescriptivo.

Los puntos son otorgados de la siguiente manera:

Eficiencia Energética	Puntos
5%	1
7%	2
10%	3
15%	4
20%	5
25%	6
30%	7
35%	8
40%	9
> 45%	10

Ruta de Cumplimiento C: Método Prescriptivo

Utilizar las secciones independientes del Formulario EC-2 para demostrar mejora en el desempeño energético de los sistemas del edificio, a través del cumplimiento una o todas las partes del método prescriptivo basado en el estándar ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1–2010

Parte 1. Reducción de DPI - Áreas Comunes:

Demostrar que el total de *densidad de potencia de iluminación*²⁴ de los áreas comunes y servicios generales del edificio demuestran al menos 50% de eficiencia en comparación a los parámetros establecidos en la Tabla E-009

²⁴ La densidad de potencia de iluminación (DPI) es la carga eléctrica de iluminación por área. iluminado, medido en watts por metro cuadrado (w/m²)

Tabla E-009 Densidad de Potencia de Iluminación para áreas comunes

Uso de Espacio Residencial	Densidad de Potencia de Iluminación Máxima Permitida (w/m ²)
Vestíbulos	6.5 w/m ²
Áreas de circulación	6.5 w/m ²
Estacionamiento techado y sótanos	4.5 w/m ²
Estacionamientos exteriores	0.65 w/m ²
Calles exteriores	0.65 w/m ²
Banquetas / Caminamientos de ancho menor a 3.00m	1.3 w/m ²
Banquetas / Caminamientos ancho mayor a 3.00m	1.5 w/m ²
Plazas exteriores, atrios y espacios abiertos	1.5 w/m ²
Jardinización	0.5 w/m ²
Otros	10 w/m ²

Parte 2. Reducción de DPI - Áreas Residenciales:

Demostrar que el total de densidad de potencia de iluminación de los áreas comunes y servicios generales del edificio demuestran al menos 50% de eficiencia en comparación a los parámetros establecidos en la Tabla E-010

Tabla E-010 Densidad de Potencia de Iluminación para áreas residenciales

Uso de Espacio Residencial	Densidad de Potencia de Iluminación Máxima Permitida (w/m ²)
Dormitorios	12 w/m ²
Sala / comedor / cocina	10 w/m ²
Sanitarios	6.5 w/m ²
Estudios	12 w/m ²
Lavandería	6.5 w/m ²
Closets	6.5 w/m ²
Vestíbulos y áreas de circulación	6.5 w/m ²
Otros	10 w/m ²

Parte 3. Controles de Iluminación:

Demostrar que más del 50% de las áreas no regularmente ocupadas del proyecto son iluminadas de manera controlada mediante interruptores o dispositivos atenuadores de luz, fotoeléctricos, sensores de ocupación, o temporizadores, según sea el caso.

Tomar en consideración al menos los siguientes tipos de áreas:

- Vestíbulos
- Pasillos
- Bodegas
- Áreas de servicio
- Estacionamientos
- Baños públicos
- Áreas jardinizadas
- Caminamientos

$$\frac{\text{Áreas de ocupación irregular con iluminados de manera automatizada (m2)}}{\text{Total de áreas de ocupación no irregular (m2)}} > 0.5$$

Parte 4. Iluminación Natural:

Demostrar mediante programas de simulación anual que al menos el 50% de área del piso de cada ambiente listado cuente con un *factor de luz de día*²⁵, sobre la superficie de piso, mayor a los indicados en la Tabla E-011.

Tabla E-011. Factor Luz de Día por Espacio

Tipo de Espacio	FLD
Sala	2%
Comedor	3%
Cocina	4%
Dormitorio	2%
Sanitario	2%
Lavandería	4%
Estudio	3%
Para cualquier otro espacio no listado en este cuadro, no existe un requerimiento mínimo de Factor de Luz de Día	

²⁵ El factor de luz de día (FLD) es una medida expresada en porcentaje, la cual se utiliza en iluminación natural para cuantificar la cantidad de luz natural que entra en un espacio interior en comparación con la luz disponible en el exterior. El objetivo de su aplicación es mejorar la eficiencia energética del proyecto, reduciendo la dependencia de iluminación artificial en espacios interiores.

Si el proyecto no puede optar por cálculos o simulación previa, pueden hacerse mediciones de niveles de iluminación una vez el proyecto esté concluido, utilizando el siguiente cálculo:

$$FLD = (Li/Le) * 100$$

Donde:

FLD = Factor luz de día

Li = Iluminancia interior por luz de día, a una altura de plano de trabajo (0.80m-0.90m)

Le = Iluminancia exterior (9,500 luxes)

Tomar en cuenta los siguientes requerimientos para medición de iluminación en sitio:

- Las mediciones deben ser realizadas con acabados aplicados y sistemas de ventanería instaladas
- Las mediciones en puntos reticulados cada 2.50m, a partir del plano de ingreso iluminación, para superficies mayores a 14m².
- Las mediciones deben ser realizadas en horarios entre 9:00am y 3:00pm
- Se debe tomar la primer medición en cualquier mes de referencia, y una segunda medición según lo indicado;

Primera medición	Segunda medición
Enero	Mayo - Septiembre
Febrero	Junio - Octubre
Marzo	Junio - Julio, Noviembre - Diciembre
Abril	Agosto - Diciembre
Mayo	Septiembre - Enero
Junio	Octubre - Febrero
Julio	Noviembre - Marzo
Agosto	Diciembre - Abril
Septiembre	Diciembre - Enero, Mayo - junio
Octubre	Febrero - Junio
Noviembre	Marzo - Julio
Diciembre	Abril - Agosto

Parte 5. Calefacción de Agua

La eficiencia de los calentadores de agua se refiere a su capacidad para convertir la energía eléctrica en calor destinado a la calefacción del agua. Demostrar que el sistema de calefacción de agua del proyecto cumple con los requerimientos de eficiencia térmica según los tipos de calentador de agua instalados en unidades residenciales y áreas condominales. Tabla E-012

Tabla E-012 Eficiencia energética para calefacción de agua. Basado en el ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1–2010	
Tipo de Calentador	Eficiencia mínima requerida
Calentadores Eléctricos de mesa ≤ 12 kW	0.93 EF
Calentadores eléctricos ≤ 12 kW	0.97 EF
Calentadores eléctricos > 12 kW	0.93 EF
Calentadores eléctricos ≤ 12 Amps y ≤ 250 Volts	0.93 EF
Calentadores de agua de almacenamiento a gas $\leq 75,000$ Btu/h	0.67 EF
Calentadores de agua de almacenamiento a gas $> 75,000$ Btu/h	80% Et
Calentador de agua a gas sin tanque $> 50,000$ Btu/h $< 200,000$ Btu/h $\geq 200,000$ (Btu/h)/gal	0.62 EF
Calentador de agua a gas sin tanque $\geq 200,000$ (Btu/h)/gal	80% Et
Calentadores de agua con almacenamiento de aceite $\leq 105,000$ Btu/h	0.59 EF
Calentadores de agua con almacenamiento de aceite $\leq 105,000$ Btu/h $> 105,000$ Btu/h	78% Et
Calentador de agua de aceite sin tanque $\leq 210,000$ Btu/h	0.59 EF
Calentador de agua de aceite sin tanque $> 210,000$ Btu/h	78% Et
Calderas de suministro de agua caliente, gas y aceite $\geq 300,000$ Btu/h/l $< 12,500$ Btu/h	80% Et
Calderas de suministro de agua caliente a gas	78% Et
Calentadores de piscina, gas y aceite	78% Et
Calentadores de piscina con bombas de calor	3.0 COP

EF (Energy Factor) = relación entre la cantidad de agua caliente producida por un calentador y la cantidad de energía consumida. Un mayor EF indica un calentador más eficiente.

Et (Thermal Efficiency) = Medida de la eficiencia con la que un dispositivo convierte la energía de entrada en energía útil para calefacción.

COP = Coeficiente de desempeño.

Parte 6. Motores Eléctricos

Demostrar que los equipos con motores eléctricos instalados en el proyecto, para cualquier sistema que lo requiera, cumple con los requerimientos de eficiencia establecidos en la tabla E-013. Los motores de menos de 1 hp no son considerados dentro de este requerimiento.

Tabla E-013 Eficiencia nominal mínima a carga plena para motores eléctricos. Basado en el ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1–2010

Velocidad Sincrónica (rpm)	3600	1800	1200
Potencia del motor (HP)			
1	n.a	82.5	80
1.5	82.5	84	84
2	84	84	85.5
3	84	86.5	86.5
5	85.5	87.5	87.5
7.5	87.5	88.5	88.5
10	88.5	89.5	90.2
15	89.5	91	90.2
20	90.2	91	91
25	91	91.7	91.7
30	91	92.4	92.4
50	91.7	93	93
60	92.4	93	93

Parte 7. Climatización:

Para unidades residenciales y áreas condominales con sistemas de ventilación, enfriamiento o calefacción mecánica instalada (HVAC), cumplir con los requerimientos mínimos de eficiencia para los equipos de climatización instalados, según el **Anexo III. EFICIENCIA MÍNIMA PARA SISTEMAS DE VENTILACIÓN, CALEFACCIÓN Y AIRES ACONDICIONADOS (HVAC) POR TIPO DE EQUIPO. BASADO EN EL ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1 – 2010**, en este documento.

Parte 8. Electrodomésticos.

Al momento de entregar la unidad habitacional al propietario, todos los electrodomésticos entregados deben cumplir con alguno de los siguientes requerimientos:

- Certificado EnergyStar®
- Contar con eficiencia energética mínima nivel B, según la Norma Europea
- Certificaciones de eficiencia energética equivalentes avaladas por una tercer parte y aprobadas por el Guatemala Green Building Council.

El certificado para el electrodoméstico puede ser verificable a través de la etiqueta de eficiencia del equipo, o por marca y modelo específico en las publicaciones de los productos certificados como se encuentre en el portal de dicho programa del Departamento de Energía de los Estados Unidos de América.

Para proyectos que no dejarán instalados electrodomésticos, se deberán proveer los medios para incentivar al propietario o inquilino a que sus criterios de compra o renovación de electrodomésticos cumplan con los requerimientos de eficiencia establecidos.

Documentación:

Parte 1. Reducción de DPI - Áreas Comunes

Diseño	Construcción
→ Planos de instalación de iluminación del proyecto → Planos o listado de áreas correspondientes al cálculo de densidad de potencia de iluminación → Fichas técnicas de cada modelo de luminaria a instalar en el proyecto → Cálculo de densidad de potencia de iluminación Formulario EC-2	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

Parte 2. Reducción de DPI - Áreas Residenciales

Diseño	Construcción
→ Planos de instalación de iluminación del proyecto → Planos o listado de áreas correspondientes al cálculo de densidad de potencia de iluminación → Fichas técnicas de cada modelo de luminaria a instalar en el proyecto → Cálculo de densidad de potencia de iluminación Formulario EC-2	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

Parte 3. Controles de Iluminación

Diseño	Construcción
--------	--------------

- Planos de instalación de iluminación del proyecto, dónde se identifique claramente la ubicación y/o sectorización de iluminación controlada automáticamente.
- Fichas técnicas de los sistemas de control de iluminación
- Cálculo de área de iluminación controlada de manera automatizada. Formulario EC-2
- Documentos de la etapa de diseño,
- Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y
- Registro fotográfico con fecha indicada.

Parte 4. Iluminación Natural

Diseño	Construcción
→ Memoria de Cálculo y/o reportes de programas de simulación con diagramaciones o tablas de factor de luz de día para cada ambiente naturalmente iluminado del proyecto. → En caso el proyecto realice las mediciones de iluminación natural en sitio, adjuntar planos que indiquen los puntos de medición realizadas en el proyecto y resultado de mediciones de día obtenidos por ambiente. → Formulario EC-2	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

Parte 5. Calefacción de agua

Diseño	Construcción
→ Planos eléctricos o mecánicos donde se muestre la ubicación de los equipos de calefacción de agua para todas las unidades residenciales y áreas condominales. → Fichas técnicas de los equipos de calefacción de agua donde se especifique la información sobre su eficiencia. → Eficiencia de calefacción de agua. Formulario EC-2	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

Parte 6. Motores eléctricos

Diseño	Construcción
→ Planos eléctricos o mecánicos donde se muestre la ubicación de los equipos y motores instalados en el proyecto.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

- Fichas técnicas de los equipos de calefacción de agua donde se especifique la información sobre su eficiencia.
- Eficiencia de los motores y equipos eléctricos. Formulario EC-2

Parte 7. Climatización

Diseño	Construcción
→ Memorias de cálculo de los sistemas de climatización dónde se incluyan diagramas de zonas de climatización, cuadros o reportes de cálculos de cargas de enfriamiento / refrigeración, y narrativa de secuencia de operaciones del sistema. → Planos eléctricos o mecánicos donde se muestre la ubicación de los equipos de climatización instalados en el proyecto. → Narrativa donde se listen los sistemas instalados, componentes y especificaciones técnicas. → Fichas técnicas de los equipos de climatización de agua donde se especifique la información sobre su eficiencia. → Eficiencia de climatización. Formulario EC-2	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

Parte 8. Electrodomésticos

Diseño	Construcción
→ Planos del proyecto y/o listado de electrodomésticos con nombre, marca y modelo instalados para unidades residenciales y áreas condominales → Fichas técnicas electrodomésticos instalados donde se especifique la información sobre su eficiencia. → Para proyectos cuyas unidades residenciales no serán entregadas con equipos electrodomésticos, realizar un plan de mantenimiento, el cual debe ser entregado al ocupante final, donde se incluya la recomendación de utilización de electrodomésticos con certificación EnergyStar®, Norma Europea, o equivalente	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

LOGRO 3: ENERGÍA RENOVABLE - GENERACIÓN ELÉCTRICA

Ruta de Cumplimiento A. Instalación Prescriptiva

2 Puntos

Ruta de Cumplimiento B. Instalación Detallada

1 - 4 Puntos

Objetivo:

Reducir los impactos ambientales y económicos derivados del consumo de energía proveniente de combustibles fósiles no renovables.

Consideraciones:

La generación de energía en sitio implica producir electricidad o energía térmica en el mismo lugar donde se consume, en lugar de depender exclusivamente de la red de distribución del lugar.

La generación de energía en sitio puede representar una inversión inteligente a largo plazo, tanto desde una perspectiva económica como ambiental. Generar energía en sitio permite reducir la dependencia de la red eléctrica y de los precios variables de la energía, reduciendo significativamente los costos energéticos al evitar depender completamente de la energía suministrada por la red. En algunos casos, permite mantener el funcionamiento durante interrupciones en el suministro de energía.

Utilizar tecnologías como energía solar o eólica puede reducir la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por la quema de combustibles fósiles. El equipo del proyecto debe considerar el tipo de energía más favorable según el contexto, características físicas del proyecto, y los recursos locales disponibles; como radiación solar, velocidad del viento, o incluso disponibilidad de biomasa. La ubicación, disponibilidad de espacio, y condiciones climáticas influyen en el tipo de tecnología más apropiada.

Requerimiento:

Ruta de Cumplimiento A: Instalación Prescriptiva.

Previo a la ocupación inicial del proyecto, el proyecto deberá contar con un sistema de paneles fotovoltaicos para generación de energía eléctrica que permita la generación de al menos 1.5kW de potencia por cada 250m² de área de construcción.

Ruta de Cumplimiento B: Instalación Detallada

Utilizar sistemas para la generación de energía en sitio. Calcular el porcentaje de generación de energía renovable en sitio por medio de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Energía Renovable en Sitio} = \frac{\text{Producción de energía en sitio } \left(\frac{kWh}{\text{año}}\right)}{\text{Demanda total de energía del edificio } \left(\frac{kWh}{\text{año}}\right)} * 100$$

Los puntos son otorgados según el porcentaje de energía compensada por fuentes de energía renovable en sitio:

Energía Generada en Sitio	Puntos
5%	1
15%	2
20%	3
25%	4
> 30%	Desempeño Ejemplar

Documentación:

Ruta de Cumplimiento A: Instalación Prescriptiva

Diseño	Construcción
→ Planos de instalación eléctrica del proyecto. → Planos y detalles de los sistemas de generación de energía renovable en el proyecto. → Fichas o especificaciones técnicas de los sistemas de energía renovable y sus componentes principales. → Cálculo de proyección de generación de energía con relación a los metros cuadrados de construcción del proyecto.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

Ruta de Cumplimiento B: Instalación Detallada

Diseño	Construcción
→ Planos de instalación eléctrica del proyecto. → Planos y detalles de los sistemas de generación de energía renovable en el proyecto. → Fichas o especificaciones técnicas de los sistemas de energía renovable y sus componentes principales.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

- Memoria de cálculo de consumo total de energía del proyecto, incluyendo el balance entre la producción de energía en sitio y la demanda total del proyecto.
- Formulario EC-2

BORRADOR

LOGRO 4: ENERGÍA RENOVABLE - CALEFACCIÓN DE AGUA

2 Puntos

Objetivo:

Promover el uso de energía generada de fuentes renovables para la calefacción de agua doméstica.

Consideraciones:

El mayor consumo energético en una vivienda sin climatización corresponde al uso de energía para calefacción de agua doméstica, el cual puede representar desde un 15% hasta un 40% de la demanda total de energía en una vivienda.. El consumo de energía de la calefacción de agua puede variar considerablemente según varios factores, como el tipo de calentador de agua utilizado, el tamaño de la vivienda, la cantidad de personas que la habitan, las temperaturas promedio del agua y del ambiente, y los hábitos de uso del agua caliente.

En Guatemala, muchas viviendas utilizan calentadores de agua eléctricos, aunque también existen sistemas de gas y sistemas solares. Los calentadores eléctricos tienden a consumir más energía que los sistemas de gas o solares, especialmente si no están bien aislados o si se utilizan de manera ineficiente.

Los sistemas de calefacción de agua caliente eficientes utilizan menos energía para calentar el agua, lo que se traduce en facturas de energía más bajas a largo plazo. La utilización de tecnologías renovables para calefacción es una de las maneras más rentables de reducir dicho consumo energético.

Requerimiento:

Instalar un sistema de producción de energía renovable para calefacción de agua de las unidades residenciales y áreas condominales del proyecto. Los puntos son otorgados de la siguiente manera:

Suministro de agua caliente por energía renovable (%)	Puntos
≥ 40% de la demanda anual de agua caliente	1 Punto
≥ 60% de la demanda anual de agua caliente	2 Puntos
≥ 80% de la demanda anual de agua caliente	Desempeño ejemplar

Documentación:

Diseño	Construcción
→ Planos eléctricos o mecánicos que muestren el sistema de calefacción de agua del proyecto.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada.

- Dimensionamiento y especificaciones técnicas del sistema de calefacción de agua.
- Cálculo de suministro de agua caliente por fuentes renovables, con relación a la demanda total de agua caliente del proyecto.

BORRADOR

LOGRO 5: MEDICIÓN INTELIGENTE

1 Puntos

Objetivo:

Promover los sistemas de medición y monitoreo de consumo energético, cómo una medida de eficiencia a través de la gestión basada en el conocimiento.

Consideraciones:

Los medidores de energía miden el voltaje y la corriente que fluyen a través de los circuitos eléctricos. A diferencia de la medición analógica, la medición inteligente registra el consumo energético en tiempo real, y proporciona datos de consumo precisos y actualizados que permiten tanto a los servicios públicos como a los consumidores supervisar y gestionar el uso de energía de manera más efectiva.²⁶

Requerimiento:

Instalar un sistema de medición inteligente, de tal manera que se cumplan las siguientes consideraciones:

Viviendas Unifamiliares	Proyectos Multifamiliares y Complejos Residenciales
Al momento de la entrega de la unidad residencial, el proyecto debe contar con un sistema de medición energética capaz de registrar lecturas de manera anual, mensual, semanal y horaria.	Unidades Residenciales. Al momento de la entrega de las unidades residenciales, cada unidad de vivienda debe contar con un sistema de medición energética capaz de registrar lecturas de manera anual, mensual, semanal y horaria. Áreas condominales o servicios generales. Proveer un sistema de medición que permita monitorear los parámetros de consumo de al menos dos tipos áreas condominales (Por ejemplo, áreas sociales, gimnasios, coworkings, entre otros.) O Proveer un sistema de medición que permita monitorear los parámetros de consumo de al menos dos tipos de servicios generales del edificio (Por ejemplo, iluminación general, sistema de bombas, planta de tratamiento, elevadores, entre otros.) Para ambos casos, el sistema de medición energética instalado debe ser capaz de registrar lecturas de manera anual, mensual, semanal y horaria, y proveer los datos de manera directa a la administración o propietario del proyecto de tal manera que permitan la toma de decisiones de manera informada.

²⁶ IBM. n.d. "¿Qué son los medidores inteligentes?" IBM. Accessed June 9, 2025. <https://www.ibm.com/mx-es/topics/smart-meter>.

Diseño	Construcción
→ Planos eléctricos o mecánicos que muestren la instalación de los sistemas de medición. → Fichas técnicas de los sistemas o equipos de medición instalados.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Fotografías de los sistemas de medición instalados con fecha indicada.

BORRADOR

MATERIALES



LOGRO 1: MANEJO DE RESIDUOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

2 Puntos

Objetivo:

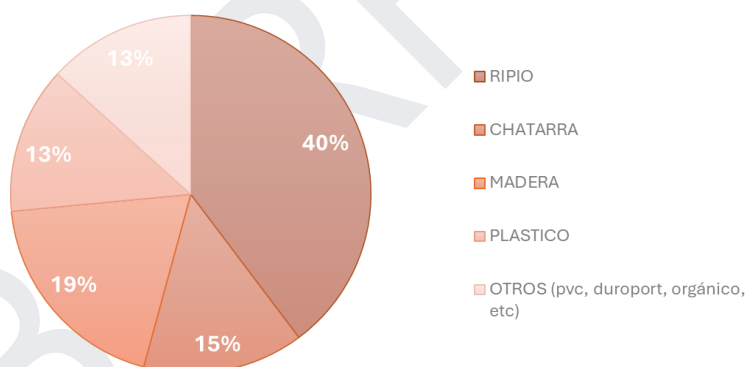
Reducir o eliminar los residuos generados durante el proceso de construcción del proyecto , a través de una planeación estratégica de manejo de materiales y resultados desde la fase de diseño, planeación y construcción del proyecto.

Consideraciones:

Los desechos de construcción representan un porcentaje alto del material depositado en rellenos sanitarios. Cuando se mezclan los materiales de descarte de diversos procesos que ocurren dentro de la obra, se obtiene una montaña de ineficiencias que hace muy difícil poder hacer una gestión adecuada de los residuos

Prestar atención a los materiales que más abundan en la obra permite identificar también los residuos que más se generarán durante su etapa de construcción. El equipo de proyecto deberá enfocar los esfuerzos a separar apropiadamente los residuos de estos materiales, ya que son los que tendrán un mayor potencial para valorización.

Presencia de residuos de construcción generado en obra



Presencia de desechos y residuos sólidos en obra. Guatemala Green Building Council (2022)

A través de un apropiado diseño, sistemas de construcción y administración de la ejecución de obra se puede reducir drásticamente la cantidad de residuos de construcción que terminan depositados en vertederos o rellenos sanitarios.

La elaboración de un programa integral para el manejo de residuos implica implementar procesos de recolección, separación, medición y capacitación sobre los desechos que se generan en un espacio definido, con la finalidad de minimizar la cantidad de material que llega al vertedero municipal y encontrar oportunidades en el proceso.



Jerarquización del manejo de residuos de la Comisión Europea. Adaptado por Guatemala Green Building Council (2024)

Requerimientos:

- Desarrollar un plan para el manejo de los residuos durante el proceso de construcción, de tal manera que pueda demostrarse que durante el avance del proyecto, se han tomado acciones para la planificación, capacitación y separación de residuos de construcción y residuos ordinarios, con el fin de desviar los desechos generados de obra de vertederos, botaderos de ripio, o, botaderos clandestinos que puedan poner en riesgo la integridad de cuerpos de agua, áreas protegidas o comunidades cercanas. Puede utilizarse como referencia las consideraciones presentadas en el “Manual de Sostenibilidad para el Proceso Constructivo” del GGBC para la planificación de este Logro.
- Demostrar que el proyecto ha sido capaz de desviar los residuos generados durante el proceso de construcción. Los puntos serán asignados de la siguiente manera:

Desvío de residuos de construcción	Puntos
10% - 19%	1
20% - 29%	2
> 30%	Desempeño Ejemplar

Dentro de los destinos permitidos para desvío de residuos de obra, y de uso ordinario se encuentra; la reutilización de material en sitio, envío a centros de reciclaje, donaciones, e incineración controlada para generación de energía.

Excluir del cálculo suelo excavado, escombros de limpieza de terrenos y cobertura vegetal.

Documentación:

Diseño	Construcción
→ N.A	→ Plan de manejo de residuos de construcción → Formulario M-C1 → Documentación de respaldo que permita identificar el destino de los residuos (boletas de recepción, reutilización de material en obra, donaciones, boletas de medición de desechos, otros. → Documentación fotográfica, (de al menos el 50% de duración de trabajos de obra) que comprueben la implementación del plan de manejo de desechos durante todo el proceso de construcción del proyecto.

LOGRO 2: RESIDUOS DOMÉSTICOS

Parte 1 Acopio Individual	Parte 2. Acopio Condominal
1 Punto	1 Punto

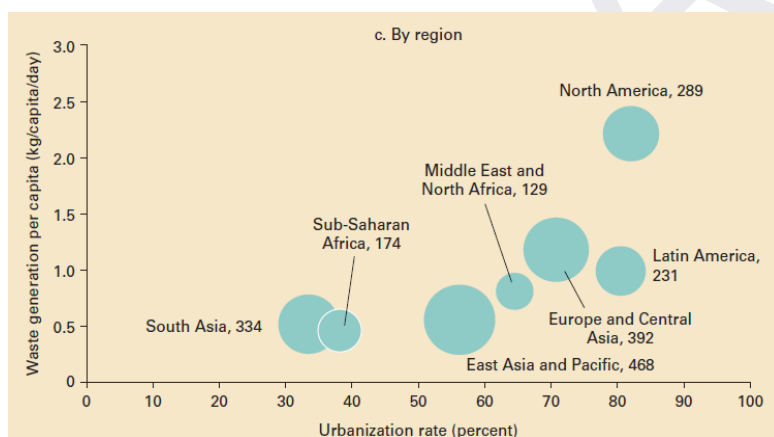
Objetivo:

Reducir el volumen de residuos enviados a vertederos durante la ocupación del edificio. Dejar las condiciones previstas para que los ocupantes y administración del edificio puedan hacer una disposición responsable de los residuos sólidos generados.

Consideraciones:

El crecimiento urbano está directamente vinculado al aumento de generación de residuos per cápita. La rápida urbanización y el crecimiento demográfico crean centros de población más grandes, haciendo que la recolección de todos los residuos, adquisición de terrenos para su tratamiento y la eliminación sea cada vez más difícil.

Los países y las economías están más urbanizados y generan más residuos per cápita y en total. Por ejemplo, a nivel regional, América del Norte, con la tasa de urbanización más alta (82 por ciento), genera 2,21 kilogramos per cápita por día. Latinoamérica emite alrededor de 1 kilogramo de desechos per cápita al día.²⁷



Residuos generados por tasa de urbanización. Fuente: World Bank Group. What a Waste 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 (2018)

Según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en Guatemala se estima la generación per cápita de residuos y desechos sólidos comunes es de 0.519 kilogramos por habitante al día; en donde la composición de los residuos sólidos valorizables se estima en 53% de materia orgánica; 9% plásticos; 6% papel y cartón; 2 % vidrio y 1 % latas de aluminio.²⁸

El manejo inadecuado de los residuos genera también problemas asociados para la salubridad y desarrollo del ambiente natural y de las personas:

²⁷ Kaza, Silpa, Lisa Yao, Perinaz Bhada-Tata, and Frank Van Woerden. 2018. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. p. 24

²⁸ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN. 2018. *Guía para la identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes*. Primera Edición. ed. Ciudad de Guatemala, Guatemala: p. 5

- **Contaminación del Suelo y Aguas Subterráneas.** Los vertederos generan lixiviados, que son líquidos resultantes de la percolación del agua a través de los residuos. Estos lixiviados pueden contener sustancias tóxicas, metales pesados, productos químicos y patógenos, que pueden infiltrarse en el suelo y contaminar las aguas subterráneas.
- **Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.** Los vertederos son una fuente significativa de metano, CO y potenciales gases de efecto invernadero.
- **Mala calidad del aire.** Las comunidades cercanas a los vertederos pueden estar expuestas a sustancias tóxicas presentes en el aire, el suelo y el agua.
- **Riesgo de incendios.** Los residuos orgánicos en descomposición pueden generar calor, lo que puede provocar incendios en el vertedero.
- **Impactos económicos.** Los vertederos requieren inversiones continuas para su gestión adecuada, incluyendo el control de lixiviados y gases, la operación diaria y el cierre eventual del vertedero. Sumado a esto, las propiedades ubicadas cerca de vertederos suelen experimentar una disminución en su valor debido a los problemas ambientales y de salud asociados.

Requerimientos:

Parte 1. Acopio Individual:

Para cada unidad residencial del proyecto, dejar las provisiones necesarias para que los ocupantes del proyecto puedan hacer una correcta disposición de los residuos sólidos domésticos, de tal manera que pueda existir la separación de al menos tres tipos de residuos reciclables(papel, cartón, plástico, vidrio, aluminio, orgánico para compostaje, o cualquier otro definido según las condiciones del proyecto).

Cumplir con al menos una de las siguientes medidas para promover la clasificación de residuos sólidos para unidades residenciales:

- Instalación permanente de puntos de clasificación en gabinetes de cocina, área de lavandería u otro espacio de servicio de limpieza del hogar.
- Previo a la ocupación del proyecto, entregar contenedores de almacenaje que permita la separación de al menos tres tipos de residuos valorizables, identificados por color, simbología o etiqueta.
- Proveer los medios educativos o material de apoyo necesario de tal forma que incentive al inquilino al tomar acción en la clasificación de sus residuos domésticos. Este puede incluir, pero no limitarse a: infografías, adhesivos para contenedores con las clasificaciones propuestas, catálogos de recolectores y recicladores, programas de capacitación, y cualquier otro material de apoyo relacionado.

Parte 1. Acopio Condominal:

Cumplir con los los siguientes requerimientos, de tal manera que el proyecto deje las provisiones administrativas correspondientes para el manejo y disposición final adecuado de residuos durante la operación del edificio:

- Establecer áreas específicas dentro del proyecto que permitan el almacenaje y manejo apropiado de todos los residuos reciclables y no reciclables de las unidades residenciales y áreas condominales previo a su extracción.
- Todas las áreas comunales del proyecto deberán contar con contenedores que permitan la separación de al menos tres tipos de residuos valorizables, identificados por color, simbología o etiqueta.
- Previo a la entrega de las unidades residenciales, el proyecto deberá dejar las provisiones y contratos administrativos en pie para poder administrar efectivamente el manejo de desechos reciclables generados durante su ocupación.

Documentación:**Parte 1. Acopio Individual:**

Diseño	Construcción
→ Plano(s) de cada tipología de unidad habitacional, indicando los puntos destinados a la clasificación de desechos individuales domésticos. → Material educativo, de apoyo, o respaldo de planes y programas administrativos para fomentar e incentivar la clasificación apropiada de desechos domésticos en el propietario u ocupante final.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Fotografías de los puntos de clasificación, y material educativo de apoyo.

Parte 1. Acopio Condominal:

Diseño	Construcción
→ Plano(s) de conjunto y áreas comunes, indicando los puntos y tipos de clasificación de desechos. → Plano(s) y detalles de las áreas de acopio de desechos del proyecto.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Fotografías de los puntos de clasificación, áreas de acopio y manejo de residuos del proyecto. → Copias de contrato, o comprobantes de recolección, o cualquier previsión administrativa entre la administración del proyecto y los recolectores y/o recicladores, encargados del manejo y desvío de desechos durante la ocupación del proyecto.

LOGRO 3: COMPRAS RESPONSABLES

Parte 1 Materiales Regionales	Parte 2 Contenido Reciclado de Materiales	Parte 3 Ciclo de Vida de los Materiales	Parte 4. Responsabilidad Extendida del Fabricante
2 Punto	2 Puntos	1 Punto	1 Punto

Objetivo:

Promover la compra de materiales preferibles, de tal manera que los materiales utilizados para la construcción del proyecto provengan de fabricantes y/o proveedores que implementen prácticas de sostenibilidad. Fomentar el acceso a información y transparencia sobre los impactos y programas de sostenibilidad dentro de la industria de fabricación de materiales para la construcción.

Consideraciones:

Los materiales y recursos son base para el desarrollo y operación de las edificaciones y comunidades que habitamos. Nuestros hogares, localidades e infraestructura representa menos del 2% de la cobertura superficial de la tierra, sin embargo nuestras ciudades representan alrededor del 70% de las emisiones globales de gases efecto invernadero, y consumen alrededor de la mitad de los recursos extraídos a nivel global.²⁹

Se reconoce un material como «preferible» cuando sus características, propiedades, o atributos aportar a un mejor desempeño y sostenibilidad para el diseño, construcción, operación o para la reducción de carbono embebido de una edificación. Algunas consideraciones para identificar materiales o productos que puedan aportar a la ecología, salud, o desempeño de una edificación pueden ser los siguientes:

- **Contexto, ubicación geográfica y clima.** Analizar la proveniencia de los materiales, ¿cómo serán transportados al proyecto? ¿Qué implicaciones ambientales tienen? y si los materiales responden a las necesidades climáticas de la ubicación del proyecto.
- **Prácticas de extracción y producción local.** Utilizar materiales de fabricación local no solo reduce los daños ambientales asociados con el transporte, sino que además apoya a la economía de la región.
- **Prácticas de circularidad.** Identificar materiales con componentes de fabricación de base reciclada, orgánica, materiales biodegradables o susceptibles a convertirse en abono, o materias primas de rápida renovación, es decir aquellos que pueden reponerse naturalmente en un período breve (no mayor a 10 años)
- **Composición química.** Los compuestos químicos de los materiales pueden tener repercusiones significativas para los operarios fabricantes, y durante la ocupación del edificio una vez han sido instalados. Priorizar materiales de baja emisividad, libres de compuestos químicos, volátiles o tóxicos. Identificar materiales provenientes de fabricantes que apoyan la salubridad y los derechos de los trabajadores.
- **Durabilidad.** Los materiales perdurables requieren un menor mantenimiento durante la operación del edificio, y necesitan menos renovaciones en el tiempo. Cuando sea el caso, priorizar materiales que puedan ser reutilizables o reciclables.
- **Desempeño.** Identificar materiales y productos que por su naturaleza representarán un mejor rendimiento al desempeño del edificio, Por ejemplo, desempeño térmico, ahorro de energía, ahorro de agua, etc.

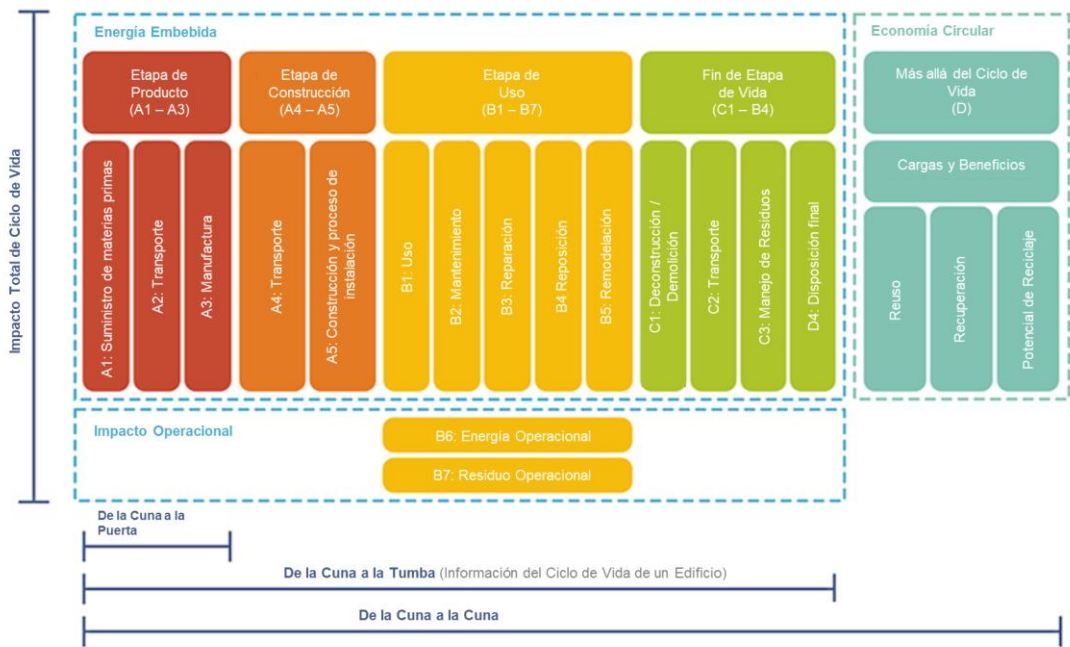
²⁹ Jackson, Adrian. 2023. "THE CIRCULAR BUILT ENVIRONMENT PLAYBOOK." World Green Building Council. https://worldgbc.org/wp-content/uploads/2023/05/Circular-Built-Environment-Playbook-Report_Final.pdf.

- **Ecoetiquetado.** Las ecoetiquetas son símbolos que se otorgan a aquellos productos que tienen un menor impacto sobre el ambiente, debido a que cumple con una serie de criterios ecológicos, que considera su análisis de ciclo de vida y otras características más puntuales

ECOETIQUETAS TIPO I. Normadas por la ISO 14024 poseen un logo registrado que es otorgado por una autoridad administrativa a las empresas que satisfacen sus criterios.	
ECO ETIQUETAS TIPO II. Son autodeclaraciones ambientales normadas por las ISO 14021. Corresponden a cualquier tipo de declaración ambiental hecha por los productos importados o distribuidos o cualquiera que pueda beneficiarse de que un productor manifieste el beneficio ambiental de su producto	
ECO ETIQUETAS TIPO III. Son Declaraciones Ambientales de Producto (EPD) normadas por la ISO 14025. Facilitan la comunicación objetiva, comparable y creíble de comportamiento ambiental de los productos, validado por una tercer parte.	

Tipos de Eco-Etiquetado. Elaboración. Guatemala Green Building Council (2024)

Los Análisis de Ciclo de Vida (ACV) son una manera transparente de identificar los impactos ambientales asociados a cada una de las etapas de un edificio o producto específico. El ACV es una metodología de evaluación ambiental mediante la cual se pueden analizar y cuantificar todos los aspectos ambientales de un producto, proceso o servicio a lo largo de su ciclo de vida.



Alcances de un ACV. Elaborado por Guatemala Green Building Council (2024)

La selección y compra responsable de materiales requiere que el equipo de proyecto mantenga perspectiva holística sobre los factores ambientales, sociales y económicos relacionados al impacto y beneficio de los materiales para el edificio y sus ocupantes.

Requerimientos:

Demostrar que durante la construcción de la edificación se ha dado preferencia a fabricantes y proveedores que toman en cuenta los impactos ambientales, económicos y sociales de sus productos, a través del acceso transparente de información, especificaciones técnicas de los materiales, y programas de sostenibilidad corporativos.

Los requerimientos de este Logro serán evaluados según el presupuesto general de materiales del proyecto (excluyendo mano de obra)

Parte 1. Materiales Regionales:

Demostrar que al menos el 50% de la suma de materiales permanentemente instalados y sistemas constructivos del edificio, con relación al presupuesto general de materiales, provienen de un origen de extracción o fabricación no mayor a 300 km.

$$\% \text{Materiales Regionales} = \left(\frac{\sum \text{costo de materiales de fabricación local} * 100}{\text{Presupuesto general de obra}} \right)$$

$$\geq 50\%$$

% de Material Regional	Puntos
50%	1

≥ 65%	2
-------	---

Parte 2. Contenido Reciclado de Materiales:

Demostrar que al menos el 30% de la suma de materiales permanentemente instalados y sistemas constructivos del edificio, con relación al presupuesto general de materiales, provienen de materiales a base de componentes de fabricación de origen reciclado.

Los materiales considerados deben tener al menos un 10% de contenido reciclado para poder ser tomados en cuenta en el logro.

%Materiales con contenido reciclado

$$= \left(\frac{\sum \text{costo de materiales con contenido reciclado} * 100}{\text{Presupuesto general de obra}} \right) \geq 30\%$$

% de Materiales de contenido reciclado	Puntos
30%	1
≥ 45%	2

Parte 3. Ciclo de Vida de los Materiales:

Demostrar que al menos el 20% de la suma de materiales permanentemente instalados y sistemas constructivos del edificio, con relación al presupuesto general de materiales, cuenta con alguno de los siguientes programas de transparencia durante el ciclo de vida de los materiales:

- Análisis de Ciclo de Vida (ACV): Materiales y productos con una evaluación del ciclo de vida disponible públicamente y revisada críticamente según la ISO 14044 que tengan al menos un alcance “de la cuna a la puerta”
- Declaración Ambiental de Producto: Declaraciones Ambientales de Productos que cumplen con las ISO 14025, 14040, 14044 y EN 15804 o ISO 21930 y tienen al menos un alcance “de la cuna a la puerta”.
- Materiales y productos que cuenten con indicadores de impacto para al menos tres de las siguientes categorías:
 - Potencial de calentamiento global (gases de efecto invernadero), en CO₂e
 - Agotamiento de la capa de ozono estratosférico, en kg CFC-11
 - Acidificación de la tierra y fuentes de agua, en moles de H⁺ o en kg SO₂
 - Eutroficación, en kg de nitrógeno o fosfato
 - Formación de ozono troposférico en kg de NO_x, O₃ o etano
 - Agotamiento de recursos de energía no renovable, en MJ

$$\left(\frac{\sum \text{costo de materiales con programas de transparencia durante el ciclo de vida}}{\text{Presupuesto general de obra}} \right) \geq 20\%$$

Parte 4. Responsabilidad Extendida del Fabricante:

Demostrar que al menos el 50% de la suma de materiales permanentemente instalados y sistemas constructivos del edificio, con relación al presupuesto general de materiales, cuenta con alguno de los siguientes programas de gestión ambiental y responsabilidad social por parte del fabricante:

Productos derivados de madera:	Certificación FSC (Forest Stewardship Council), Sustainable Forestry Initiative, Programme for the Endorsement of Forest Certification, o cualquier otro programa que haya sido aprobado por el Guatemala Green Building Council.
Programas de gestión ambiental:	Sistemas de gestión ambiental compatibles con la norma ISO (Organización Internacional de Normalización por sus siglas en inglés) 14001.
"Eco-Etiquetados":	CASA Guatemala reconoce los etiquetados Tipo 1 y Tipo 3 para cumplimiento de este Logro. Los etiquetados Tipo 2 podrán ser considerados para el cumplimiento de este Logro, siempre y cuando demuestren que ha sido elaborado en conformidad a la norma ISO 14021.
Programas de sostenibilidad corporativa:	Empresas con informes de sostenibilidad corporativa(CSR, según sus siglas en inglés) de terceros que incluyan los impactos ambientales de las operaciones y actividades de extracción asociadas a los productos del fabricante y a la cadena de suministro del producto. Los informes de sustentabilidad corporativa aceptables incluyen: - El informe de sustentabilidad de la Global Reporting Initiative (GRI) - Directrices para las empresas multinacionales de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) - Pacto Mundial de la ONU: Comunicación del Progreso

$$\left(\frac{\Sigma \text{costo de materiales con programas de responsabilidad extendida de}}{\text{Presupuesto general de obra}} \right) \geq 50\%$$

Documentación:**Parte 1. Materiales Regionales:**

Diseño	Construcción
→ N.A	→ Presupuesto general del proyecto (Excluyendo mano de obra),

identificando los materiales de carácter regional, fabricante, su radio de procedencia,

- Especificaciones o fichas técnicas de los materiales que evidencien el cumplimiento de los requerimientos.
- Formulario M-C2.
- Documentación fotográfica.

Parte 2. Contenido Reciclado de Materiales:

Diseño	Construcción
→ N.A	→ Presupuesto general del proyecto (Excluyendo mano de obra), identificando los materiales con componentes de fabricación reciclados, y su fabricante. → Especificaciones o fichas técnicas de los materiales que evidencien el cumplimiento de los requerimientos. → Formulario M-C2. → Documentación fotográfica.

Parte 3. Ciclo de Vida de los Materiales:

Diseño	Construcción
→ N.A	→ Presupuesto general del proyecto (Excluyendo mano de obra), identificando los materiales con programas de transparencia durante el ciclo de vida, y su fabricante. → Especificaciones o fichas técnicas de los materiales que evidencien el cumplimiento de los requerimientos. → Formulario M-C2. → Documentación fotográfica.

Parte 4. Responsabilidad Extendida del Fabricante:

Diseño	Construcción
→ N.A	→ Presupuesto general del proyecto (Excluyendo mano de obra), identificando los materiales con programas de responsabilidad extendida, y su fabricante. → Especificaciones o fichas técnicas de los materiales que evidencien el cumplimiento de los requerimientos. → Formulario M-C2. → Documentación fotográfica.

LOGRO 4: ADMINISTRACIÓN RESPONSABLE DE LOS RECURSOS

1 Punto

Objetivo:

Fomentar el uso responsable del agua y la energía durante la construcción, contribuyendo a una mejor gestión de los recursos.

Consideraciones:

El manejo sostenible de una obra permite reducir el impacto al entorno, mejorar su eficiencia de recursos y adoptar un modelo de trabajo en función de reducir costos y aumentar la competitividad en el mercado de la construcción.

El conocimiento es una de las medidas más importantes para la gestión de los recursos. Llevar indicadores de consumo de agua, energía, materiales, residuos u otros recursos utilizados durante el proceso de construcción, es la forma más efectiva en la que los equipos de construcción pueden identificar los parámetros de consumo, comprenderlo y contribuir al uso eficiente de estos.

La intención detrás de esta medida, es generar indicadores de uso de recursos de agua y energía dentro de los proyectos, de tal manera que estos puedan racionalizar su uso por medio del conocimiento, y a su vez aportar a la generación de indicadores para el sector de construcción en Guatemala.

Requerimientos:

- Llevar un registro de consumo, en litros o metros cúbicos, del volumen de agua mensual proveniente de las diversas fuentes de abastecimiento utilizadas para efectos de la construcción del proyecto; y
- Llevar un registro de consumo energético proveniente del proceso de construcción del proyecto.

Para cumplimiento de esta medida el proyecto debe presentar registro de al menos el 75% de los meses de ejecución de obra. Esta medida no busca una mejora sobre un desempeño base, únicamente se enfoca en llevar un registro mensual como una buena práctica para la administración del recurso.

Documentación:

Diseño	Construcción
→ N.A	→ Formulario MC-3 → Facturas, recibos, o registros de consumo de agua y energía → Registros fotográficos de las estrategias implementadas

ESPACIOS INTERIORES



LOGRO 1: VENTILACIÓN NATURAL

Estas medidas deben ser ingresadas en la herramienta de **Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación**, según las condiciones aplicables para el proyecto.

Parte 1 Aperturas para ventilación natural	Parte 2 Proporciones del espacio	Parte 3 Ventiladores de Techo
Obligatorio EVA	Obligatorio EVA	Obligatorio EVA

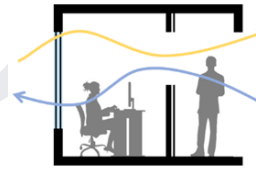
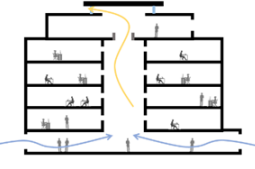
Objetivo:

Mejorar las condiciones de confort de los ocupantes, por medio de una ventilación natural adecuada.

Consideraciones:

Garantizar condiciones de confort térmico a través de ventilación natural incluye más que simplemente la temperatura. Es importante tomar en consideración los niveles de humedad relativa, la dirección, y movimiento del aire, de tal manera que se pueda maximizar el ingreso de ventilación a través de la dirección de los vientos predominantes.

Se debe tener en cuenta que el aire caliente tiene un menor peso específico que el frío y que las masas de aire caliente se concentran en las partes altas. La ventilación cruzada es uno de los métodos más efectivos para remover el aire caliente o exceso de humedad de una habitación.

Única apertura de ventilación. En aquellos espacios con una única abertura, la ventilación se produce por corrientes de turbulencia. Recomendado para espacios con poca profundidad.		Ventilación Cruzada La ventilación cruzada de espacios únicos es el enfoque más simple y eficaz. La ventilación cruzada se produce mediante diferencias de presión entre los lados de barlovento y sotavento del espacio en cuestión.	
Ventilación cruzada para espacios divididos. Se puede conseguir una ventilación cruzada en las habitaciones divididas creando aberturas en el tabique del pasillo. Este método solo es aceptable en aquellos casos en que una habitación tiene acceso a los lados de barlovento y sotavento del edificio, ya que la ventilación del espacio de sotavento depende del ocupante del espacio de barlovento.		Ventilación por estratificación térmica La ventilación vertical aprovecha la estratificación térmica y los diferenciales de presión del aire asociados. El aire caliente es menos denso y se eleva, mientras que el aire más frío sustituye al aire que se ha elevado. Para este tipo de ventilación son necesarios atrios o diferencias de altura.	

Tipos de Ventilación Natural. Fuente: Guía técnica para el diseño y construcción sostenible. Guatemala Green Building Council (2021)

El proveer ambientes apropiadamente ventilados asegura tener las condiciones de vida adecuadas que reducen los riesgos de enfermedades producidas por gérmenes que se proliferan en ambientes no ventilados o iluminados naturalmente. El tamaño correcto y la ubicación adecuada de las ventanas pueden aumentar significativamente la cantidad de ventilación natural, y maximizar los niveles de iluminación natural que se deja entrar en un espacio.

Requerimientos:

Parte 1. Aberturas para ventilación natural:

Demostrar que los ambientes regularmente ocupados de las unidades residenciales, cumplen con los siguientes requerimientos de apertura para ventilación natural. Puede utilizarse el Formulario EC-1 para evaluación e este Logro:

Tabla EI-001 Aberturas de ventilación natural por espacio.

Espacio	% Aberturas mínimas para ventilación natural	Aberturas mejoradas para ventilación natural	Aberturas óptimas para ventilación natural
Dormitorio	7.5%	10%	20%
Sala	7.5%	10%	20%
Comedor	7.5%	10%	20%
Cocina	14.5%	18%	25%
Configuración combinada (Sala / comedor / cocina)	14.5%	18%	25%
Estudios	7.5%	10%	20%

Parte 2. Proporciones del espacio:

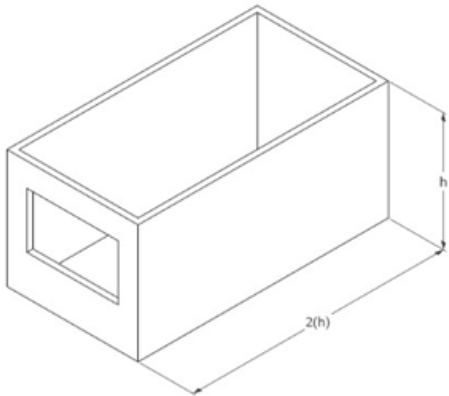
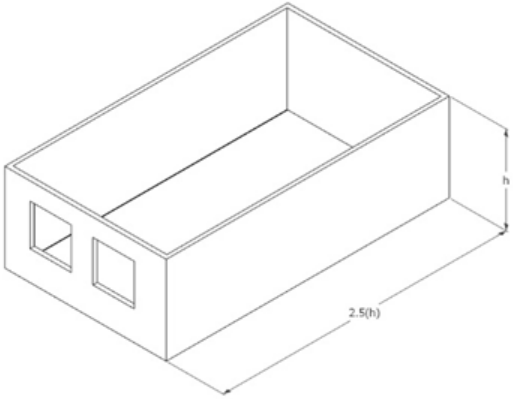
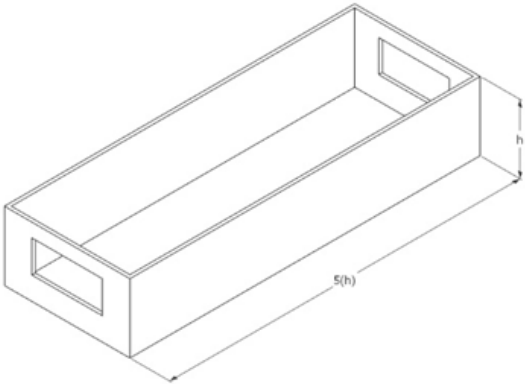
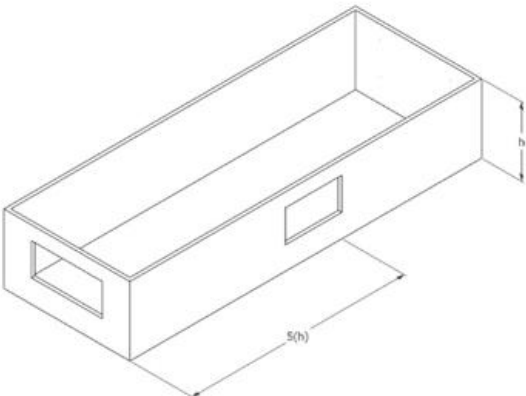
Para asegurar ingreso y flujo de ventilación constante, los espacios naturalmente ventilados deben cumplir con las consideraciones siguientes respecto a la relación entre la profundidad máxima del de la habitación, y la altura de piso a cielo terminado. Puede utilizarse el Formulario EC-1 para evaluación e este Logro:

$$\text{Relación entre profundidad de piso y cielo} = \left(\frac{L}{h}\right)$$

Donde:

L = Profundidad máxima de la habitación, desde el punto de ingreso de ventilación

h = Altura de piso a cielo terminado.

Única abertura de ventilación	Múltiples aberturas de ventilación
	
Ventilación Cruzada	Ventilación Adyacente
	

Proporciones del Espacio por Tipo de Ventilación. Adaptado del ANSI/ASHRAE IES Standard. 62.1 - 2010

Para techos que van aumentando en altura a medida que la distancia desde las aberturas aumenta, la altura del techo se determinará como la altura promedio del techo a 6 m de las aberturas operables

Parte 3. Ventiladores de Techo:

Para todo ambiente regularmente ocupado, el proyecto deberá cumplir con el número y diámetro para ventiladores de techo, según las proporciones del área a ventilar.

$$(Diámetro\ del\ ventilador\ (m)) / (Número\ de\ ventiladores)$$

Tabla EI-002 Tamaño mínimo del ventilador, y número de ventiladores de techo necesarios según el tamaño de la habitación

Ancho	Longitud										
	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m	11m	12m	14m	16m
3m	1,2/1	1,4/1	1,5/1	1,5/2	1,2/2	1,4/2	1,4/2	1,4/2	1,2/3	1,4/3	1,4/3
4m	1,2/1	1,4/1	1,2/2	1,2/2	1,2/2	1,4/2	1,4/2	1,5/2	1,2/3	1,4/3	1,5/3
5m	1,4/1	1,4/1	1,4/2	1,4/2	1,4/2	1,4/2	1,4/2	1,5/2	1,4/3	1,4/3	1,5/3
6m	1,2/2	1,4/2	0,9/4	1,05/4	1,2/4	1,4/4	1,4/4	1,5/4	1,2/6	1,4/6	1,5/6
7m	1,2/2	1,4/2	1,05/4	1,05/4	1,2/4	1,4/4	1,4/4	1,5/4	1,2/6	1,4/6	1,5/6
8m	1,2/2	1,4/2	1,2/4	1,2/4	1,2/4	1,4/4	1,4/4	1,5/4	1,2/6	1,4/6	1,5/6
9m	1,4/2	1,4/2	1,4/4	1,4/4	1,4/4	1,4/4	1,4/4	1,5/4	1,4/6	1,4/6	1,5/6
10m	1,4/2	1,4/2	1,4/4	1,4/4	1,4/4	1,4/4	1,4/4	1,5/4	1,4/6	1,4/6	1,5/6
11m	1,5/2	1,5/2	1,5/4	1,5/4	1,5/4	1,5/4	1,5/4	1,5/4	1,5/6	1,5/6	1,5/6
12m	1,2/3	1,4/3	1,2/6	1,2/6	1,2/6	1,4/6	1,4/6	1,5/6	1,4/8	1,4/9	1,4/9
13m	1,4/3	1,4/3	1,2/6	1,2/6	1,2/6	1,4/6	1,4/6	1,5/6	1,4/9	1,4/9	1,5/9
14m	1,4/3	1,4/3	1,4/6	1,4/6	1,4/6	1,4/6	1,4/6	1,5/6	1,4/9	1,4/9	1,5/9

Tamaño mínimo del ventilador (en metros)/número de ventiladores de techo necesarios según el tamaño de la habitación según el Código de Construcción de India. Adaptado del International Finance Corporation. Guía del Usuario EDGE (2021)

Documentación:

Parte 1. Aperturas de Ventilación:

Diseño	Construcción
→ Formulario EI-C1 → Planos de cada tipo de unidad residencial indicando el área y resultados de aperturas de ventilación. → Detalles de ventanas dónde se identifican las dimensiones y tipos de abatimiento.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada

Parte 2. Proporciones del espacio:

Diseño	Construcción
→ Formulario EI-C1 → Planos de cada tipo de unidad residencial identificando las medidas	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada

para cada ambiente regularmente ocupado

- Secciones acotadas, detalles relevantes, o isométricos, que permitan identificar la proporción de los espacios naturalmente ventilados.

Parte 2. Ventiladores de Techo:

Diseño	Construcción
→ Planos eléctricos dónde se identifique la ubicación de los ventiladores de techo → Fichas técnicas que identifiquen el consumo de energía y el diámetro de los ventiladores	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada

LOGRO 2: CALIDAD DEL AIRE

Parte 1 Medición de Calidad de Aire	Parte 2 Renovaciones de Aire en el Ambiente	Parte 3 Calidad de Aire	Parte 4 Control de Moho
2 Puntos	2 Puntos	1 Punto	1 Punto

Objetivo:

Contribuir al confort y salud de los ocupantes a través de mejorar las condiciones de calidad de aire en el proyecto.

Consideraciones:

La contaminación del aire que experimentamos en el exterior es responsable de enfermedades mortales, 1/3 por enfermedades pulmonares crónicas, 1/4 por infecciones respiratorias, y la contaminación producida dentro de los espacios interiores puede ser incluso más dañina que los contaminantes exteriores.³⁰ Existe una relación cuantitativa directa entre la exposición a altas concentraciones de partículas (PM₁₀ y PM_{2,5}) y el aumento de la mortalidad diaria y a largo plazo. La contaminación con partículas conlleva efectos sanitarios incluso en muy bajas concentraciones; de hecho, no se ha podido identificar ningún umbral por debajo del cual no se hayan observado daños para la salud.³¹

Principales contaminantes de aire:

Material particulado: (PM)

significa material particulado (también llamado contaminación por partículas): el término para una mezcla de partículas sólidas y gotas líquidas que se encuentran en el aire. Las partículas menores a 10 micrómetros de diámetro suponen los mayores problemas, debido a que pueden llegar a la profundidad de los pulmones, y algunas hasta pueden alcanzar el torrente sanguíneo.³²

Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono es un gas tóxico incoloro, inodoro e insípido que se produce por la combustión incompleta de combustibles carbonados como madera, petróleo, carbón vegetal, gas natural y queroseno.

Ozono (O₃)

El ozono a nivel del suelo —que no debe confundirse con la capa de ozono en la atmósfera superior— es uno de los principales componentes de la niebla fotoquímica y se forma como resultado de la reacción con gases en presencia de luz solar.

³⁰ World Green Building Council. 2018. "A guide to healthier homes and a healthier planet." Healthier Homes, Healthier Planet. https://worldgbc.org/wp-content/uploads/2022/03/20181204_WGBC_Homes-Research-Note_FINAL_spreads.pdf.

³¹ Organización Mundial de la Salud. 2022. "Contaminación del aire ambiente (exterior)." Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. Acceso Octubre 17, 2024. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

³² Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. 2024. "Conceptos básicos sobre el material particulado (PM, por sus siglas en inglés) | US EPA." EPA. Acceso Octubre 17, 2024 <https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles>.

Dióxido de nitrógeno (NO₂)

El NO₂ es un gas que por lo general se libera con la combustión de combustibles en los sectores del transporte e industrial.

Dióxido de azufre (SO₂)

El SO₂ es un gas incoloro con un olor penetrante. Se genera como resultado de la quema de combustibles fósiles (carbón y petróleo) y la fundición de menas que contienen azufre.³³

La contaminación del aire es una amenaza ambiental que pone en riesgo la salud humana. Los edificios ubicados en áreas desarrolladas, cercano a vertederos, zonas industriales o vías de tránsito principales pueden ser los más propensos a sufrir una mala calidad de aire. Es importante identificar los parámetros de calidad de aire del entorno para tomar las mejores decisiones respecto al diseño de los sistemas de ventilación de un proyecto.

Requerimientos:**Parte 1. Medición de Calidad de Aire**

Realizar mediciones previas de calidad del aire para asegurarse que la calidad del aire exterior se presente con los niveles adecuados de contaminantes, según la tabla EI-003. Si hubiese evidencias claras de aire exterior con niveles de contaminantes mayores a los adecuados para la respiración, el proyecto deberá instalar un sistema de ventilación que cumpla con los requerimientos de filtrado y renovación de aire de este Logro.

Tabla EI-003 Estándares de Calidad de Aire Exterior, según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (tomado de la tabla 4-1 del estándar ANSI/ASHRAE 62.1-2010) – Niveles Máximos Permisibles de Algunos Contaminantes

Contaminantes	Largo plazo			Corto plazo		
	Concentración Promedio			Concentración Promedio		
	µg/m ³	ppm	Periodo	µg/m ³	ppm	Periodo
Dióxido de Azufre	80	0.03	1 año ^b	365	0.14	24 hrs ^a
Partículas (PM ₁₀)	50	-	1 año ^{b, g}	150	-	24 hrs ^a
Partículas (PM _{2.5})	15	-	1 año ^{b, e}	65	-	24 hrs ^f
Monóxido de Carbono	-	-	-	40,000	35	1 hrs ^a
	-	-	-	10,000	9	8 hrs ^a
Oxidantes (Ozono)	-	-	-	-	0.08	8 hrs ^c
					0.12	1 hrs ^h

³³ Organización Mundial de la Salud. 2022. "Contaminación del aire ambiente (exterior)." Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. Acceso Octubre 17, 2024. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Dióxido de Nitrógeno	100	0.053	1 año ^b			
Plomo	1.5	-	3 meses ^d			
<i>a No ser excedida esta medida más de una vez en un año</i> <i>b Promedio aritmético anual</i> <i>c El promedio de tres años de la cuarta más alta concentración máxima del promedio de 8 horas diarias de ozono medidas en cada monitor dentro de un área cada año no debe exceder 0.08 ppm</i> <i>d un periodo de tres meses equivale a la cuarta parte total de un año</i> <i>e Promedio de tres años del promedio aritmético anual</i> <i>f El promedio de tres años del percentil 98avo de concentraciones de 24 horas</i> <i>g El promedio aritmético anual</i> <i>h el estándar se logra cuando el número esperado de días por año calendario con concentraciones por hora anuales promedio sobre 0.12 ppm es de <=1, como se determina por el Apéndice H (40 CFR 50)</i>						

Fuente: ANSI/ASHRAE Standar 62.1-2010

Y/O

Dejar instalado (por unidad habitacional y/o espacios públicos de alta carga ocupacional) monitores de calidad del aire que permitan obtener resultados de cualquiera de los siguientes contaminantes:

Contaminantes Inorgánicos:

- Monóxido de Carbono (CO)
- Dióxido de Carbono (CO₂)
- Ozono (O₃)
- PM 2.5

Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC):

- Compuestos Orgánicos Volátiles Totales (TVOC) según lo definido en la norma ISO 16000-6
- Formaldehído (50-00-0).

Las mediciones deben servir, tanto a ocupantes como administración, como parámetro para la apertura o cierre de ventanas y, si en caso aplica, la operación manual o automática de sistemas mecánicos de ventilación.

Parte 2. Renovaciones de Aire en el Ambiente

Asegurar un 30% de incremento en los requerimientos de renovación de aire e inyección de aire fresco a cada uno de los espacios de los ambientes de la vivienda sobre los requerimientos mínimos de ventilación del estándar ASHRAE 62.1-2010.

Tabla EI-004 Tasas Mínimas de Ventilación con Aire Fresco por Zona de Ventilación. Adaptado según Capítulo 6 ANSI / ASHRAE Standar 62.1 - 2010

Categoría de Ocupación	Tasa de aire exterior por persona		Tasa de aire exterior por área	
	Pie ³ / min / person a	Lt / seg / persona	Pie ³ / min / ft ²	Lt / seg / m ²
Espacios Residenciales				
Vivienda privada	5	2.5	0.06	0.3
Áreas comunes				

Corredores	-	-	0.06	0.3
Lavanderías	7.5	3.8	0.06	0.3
Lobbies / recepción	5	2.5	0.06	0.3
Bodegas	-	-	0.06	0.3
Áreas deportivas / aeróbicos	20	10	0.06	0.3
Salon sociales / usos múltiples	5	2.5	0.06	0.3
Oficinas	5	2.5	0.06	0.3
Áreas comerciales	7.5	3.8	0.12	0.6

Las ocupaciones típicas por unidad residencial son de 2 personas por cada apartamento de una habitación, con una persona por cada habitación adicional. El aire de una unidad habitacional no debe ser recirculado o transferido a ningún otro espacio fuera de dicha unidad habitacional.

Las tasas de ventilación de espacios como bodegas o similares de almacenamiento pueden no ser apropiados si se almacenan materiales y químicos de emisiones peligrosas.

Para ambientes no enlistados en esta tabla pero cuenten con ventilación mecánica, utilizar los valores establecidos en el Capítulo 6, Tabla 6-1 MINIMUM VENTILATION RATES IN BREATHING ZONE del ASHRAE Standar 62.1

Fuente: ANSI/ASHRAE Standar 62.1-2010

Asegurar un 30% de incremento en los requerimientos para extracción de aire, para cada uno de los espacios de los ambientes de la vivienda sobre los requerimientos mínimos de ventilación del estándar ASHRAE 62.1-2010.

Tabla EI-005 Tasas Mínimas de Extracción. Adaptado según Capítulo 6 ANSI/ASHRAE Standar 62.1 - 2010

Categoría de Ocupación	Tasa de extracción		Notas	Tasa de extracción		Clasificación de aire ³⁴
	cfm / unidad	cfm / pie ²		Lt / seg / unidad	lt / seg / m ²	
Cuartos de	-	1.00	-	-	5.00	3

³⁴ Clase 1 = Aire con baja concentración de contaminantes. Puede ser recirculado o transferido a otro espacio.

Clase 2 = Aire con moderada concentración de contaminantes, ocasionan irritación sensorial leve u olores levemente ofensivos. El aire de clase 2 puede ser recirculado dentro del espacio de origen. El aire de clase 2 puede transferirse o ser recirculado a otros espacios de clase 2 o clase 3 utilizados para el mismo propósito o tarea, o que involucren las mismas fuentes de contaminación o similares. El aire de clase 2 puede ser recirculado o transferido a espacios de clase 4. El aire de clase 2 no debe ser recirculado ni transferido a espacios de clase 1.

Clase 3 = Aire con significativa concentración de contaminantes, ocasionan irritación sensorial u olores ofensivos significativos. El aire puede ser recirculado dentro del espacio de origen. El aire de clase 3 no debe ser recirculado ni transferido a ningún otro espacio.

Clase 4 = Aire con humos o gases altamente objetables o con partículas, bio-aerosoles o gases potencialmente peligrosos, en concentraciones lo suficientemente altas como para ser considerados nocivos. El aire de clase 4 no deberá ser recirculado ni transferido a ningún espacio, ni ser recirculado dentro del espacio de origen.

limpieza, y disposición de residuos						
Cocinetas	-	0.3	-	-	1.5	2
Cocinas comerciales	-	0.70	-	-	3.5	2
Cocinas residenciales	50/100	-	G	25/50	-	2
Vestidores	-	0.25	-	-	1.25	2
Estacionamientos	-	0.75	C	-	3.70	2
Almacenamiento de químicos	-	1.50	F	-	7.5	4
Sanitarios (Privados)	25/50	-	E	12.5/25	-	2
Sanitarios (Públicos)	50/70	-	D	25/35	-	2

cfm = pie³ / minuto
C = No se requiere extracción si dos o más lados comprenden paredes que están al menos en un 50% abiertas al exterior.
D = Esta tasa es por inodoro y/o urinario. Se aplica la tasa más alta en los casos en que se prevé que habrá períodos de uso intenso, por ejemplo, inodoros en teatros, escuelas e instalaciones deportivas. Se puede aplicar la tasa más baja para el resto de casos.
E = Esta tasa es para un baño destinado a ser ocupado por una persona a la vez. Para el funcionamiento continuo del sistema durante las horas normales de uso, se puede utilizar la tasa más baja. De lo contrario utilizar la tasa más alta.
F = Consulte otras normas aplicables para la tasa de escape.
G = Para sistemas de funcionamiento continuo, se puede utilizar la tasa más baja. De lo contrario, utilizar la tasa más alta.

Fuente: ANSI/ASHRAE Standar 62.1-2010

Parte 3. Calidad de Aire

Reducir la presencia de contaminantes y material particulado a través del cumplimiento de al menos dos de las siguientes estrategias, según las condiciones aplicables para el proyecto:

- Instalar sistemas permanentes de entrada para al menos 3 metros de largo en la dirección del ingreso principal para capturar la suciedad y las partículas que ingresan al edificio por las entradas exteriores de uso habitual. Los sistemas de entrada aceptables incluyen, rejillas, sistemas ranurados que permiten la limpieza por debajo, tapetes enrollables y cualquier otro material fabricado que permita la captura de partículas del exterior.

El equipo de proyecto deberá dejar establecido dentro de los protocolos de limpieza, realizar el mantenimiento de los dispositivos de captura de partículas semanalmente.

- Para espacios ventilados mecánicamente, cada sistema de ventilación que suministre aire exterior a espacios ocupados debe tener filtros de partículas o dispositivos de limpieza de aire que cumplan con un valor de eficiencia MERV 13³⁵
- Monitorear las concentraciones de CO₂ en todos los espacios densamente ocupados. Los monitores de CO₂ deben estar ubicados entre 0.90m - 1.80m por encima del piso. Los monitores de CO₂ deben tener un indicador audible o visual o alertar al sistema de automatización del edificio si la concentración de CO₂ detectada excede el punto de ajuste en más del 10%.
- Desarrollar una política de limpieza ecológica que considere pero no se limite a lo siguiente:
 - Objetivos, integrantes de la política, funciones y responsabilidades.
 - Descripción de procedimientos y estrategias de implementación para limpieza y mantenimiento de superficies duras, pisos, alfombras, y cualquier otro tipo de superficie identificada
 - Almacenamiento y manipulación segura de productos químicos para limpieza y mantenimiento
 - Criterios de sostenibilidad para compra de productos y suministros de limpieza e higiene. Por ejemplo, productos categorizados Green Seal, UL EcoLogo, EPA Safer Choice Standard, GreenGuard, productos de base orgánica, de bajo contenido químico, bajo contenido de formaldehído y compuestos orgánicos volátiles.
 - Priorizar equipos mecánicos de limpieza con un nivel sonoro no mayor a 70 dBA

El equipo de proyecto deberá hacer entrega de esta política a la administración del edificio.

Parte 4. Control de Moho

Proveer los medios para que todos los espacios no frecuentemente ocupados (servicios sanitarios, walking closets, áreas de almacenaje, etc.) estén adecuadamente iluminados y ventilados de manera tal que los medios de iluminación solar y/o ventilación tengan la proporción siguiente sobre el área de piso de dichos ambientes:

	Área de Iluminación mínima	Abertura de ventilación mínima
Ventanas de pared	8% con relación al área de la superficie	6% con relación al área de la superficie
Tragaluces / ventilas de techo	5% con relación al área de la superficie	1% con relación al área de la superficie

Para servicios sanitarios sin acceso a iluminación o ventilación, deberán dejar instalados sistemas de extracción que demuestren cumplimiento con las tasas de extracción de aire del Logro: ESPACIOS INTERIORES / Logro 2: Calidad de Aire / Parte 2: Renovaciones de aire en el ambiente

³⁵ MERV: Significa *valor de eficiencia mínima a informar* por sus siglas en inglés. Es un sistema de clasificación para identificar su desempeño mínimo respecto a la eliminación de partículas del flujo de aire

Adicional, el proyecto debe demostrar que se han impermeabilizado todos los cimientos y porciones de muro que se encuentren por debajo del nivel de suelo exterior, y todos los techos sobre espacios interiores habitables.

Parte 1. Medición de Calidad de Aire:

Diseño	Construcción
→ Narrativa del procedimiento y reporte de resultados de calidad de aire del sitio. → Planos de sistemas mecánicos del proyecto si aplica. → Narrativa que enliste los sistemas instalados, sus componentes, marca, modelo y eficiencia, si aplica → Memoria de cálculo o narrativa del sistema de climatización dónde se incluya pero no se limite a lo siguiente; ◆ Diagrama de zonas de climatización ◆ Cuadros o reportes de cálculos de cargas de enfriamiento y/o calefacción ◆ Narrativa de secuencia de operaciones del sistema ◆ Fichas técnicas de los equipos de ventilación y climatización. → Planos o listado de ambientes que identifique el la instalación de medidores de calidad de aire en espacios interiores. → Fichas técnicas de los medidores.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada

Parte 2. Renovaciones de Aire en el Ambiente:

Diseño	Construcción
→ Planos de sistemas mecánicos del proyecto si aplica. → Narrativa que enliste los sistemas instalados, sus componentes, marca, modelo y eficiencia, si aplica → Memoria de cálculo o narrativa del sistema de climatización dónde se incluya pero no se limite a lo siguiente; ◆ Diagrama de zonas de climatización ◆ Cuadros o reportes de cálculos de cargas de enfriamiento y/o calefacción	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada

- ◆ Narrativa de secuencia de operaciones del sistema
 - ◆ Fichas técnicas de los equipos de ventilación y climatización.
- Especificaciones técnicas y tasas de extracción de los sistemas de extracción de aire.

Parte 3. Calidad de Aire:

Diseño	Construcción
→ Planos del edificio identificando las medidas de control de partículas; y/o → Especificaciones técnicas de filtrado para sistemas mecánicos de ventilación y climatización; y/o → Fichas técnicas de los equipos de monitoreo de calidad de aire; y/o → Política de limpieza ecológica.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada

Parte 4. Control de Moho:

Diseño	Construcción
→ Planos del edificio identificando las medidas de control de partículas; y/o → Especificaciones técnicas de filtrado para sistemas mecánicos de ventilación y climatización; y/o → Fichas técnicas de los equipos de monitoreo de calidad de aire.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada

Parte 3. Control de Moho:

Diseño	Construcción
→ Planos del edificio identificando las medidas de control de partículas; y/o → Especificaciones técnicas de filtrado para sistemas mecánicos de ventilación y climatización; y/o → Fichas técnicas de los equipos de monitoreo de calidad de aire.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada

LOGRO 3: NIVELES DE ILUMINACIÓN INTERIOR

1 Punto

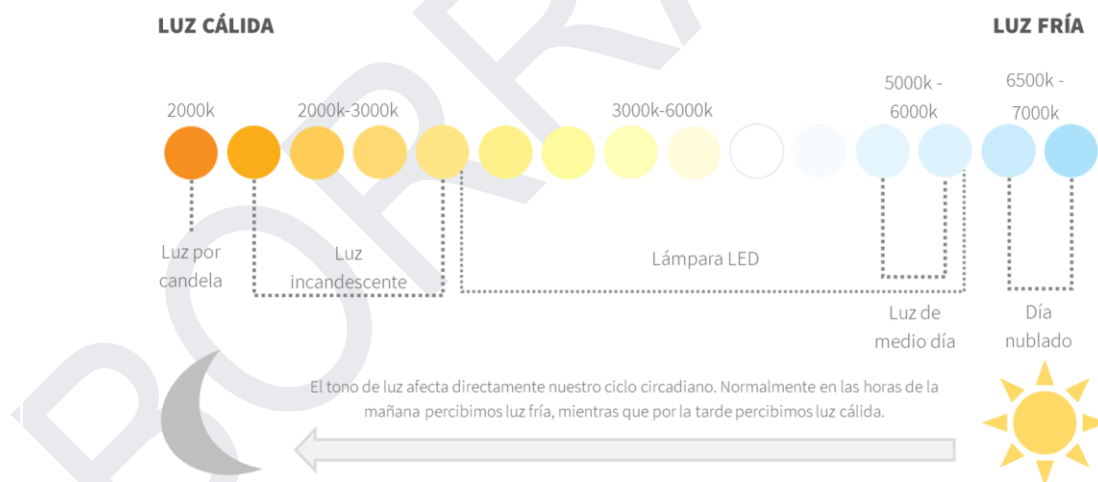
Objetivo:

Contribuir al confort y salud de los ocupantes a través de mejorar las condiciones de iluminación artificial del proyecto

Consideraciones:

Los niveles de iluminación en espacios interiores son fundamentales para la salud, el bienestar y la productividad de las personas. La iluminación adecuada no solo mejora la visibilidad, sino que también afecta aspectos emocionales, psicológicos y fisiológicos. Por la mañana, la luz intensa envía señales al cerebro para que suprima la producción de melatonina, la hormona que induce el sueño, y aumenta la secreción de cortisol, lo que nos despierta y nos mantiene alerta. Por la noche, cuando la luz disminuye, el cuerpo comienza a producir melatonina, lo que nos ayuda a relajarnos y prepararnos para dormir.

El uso excesivo de luz artificial de alta intensidad, especialmente en la noche, puede desregular el *ciclo circadiano*³⁶. La exposición a luz intensa (especialmente luz azul, como la de pantallas y ciertos tipos de iluminación LED) por la noche puede suprimir la melatonina, retrasando la sensación de sueño y afectando la calidad del descanso



Interpretación de la temperatura de iluminación artificial con relación al tono de luz natural durante el día. Elaborado por el Guatemala Green Building Council (2020)

Diferentes actividades requieren diferentes niveles de luz. Por ejemplo, la lectura o el trabajo con pantallas necesitan niveles más altos de luz en comparación con áreas de descanso o esparcimiento. Los niveles de iluminación adecuados son esenciales para crear espacios interiores funcionales, seguros, confortables y eficientes energéticamente. Además de su importancia en el bienestar y productividad humana, también son cruciales en el diseño sostenible y eficiente de edificios

³⁶ El ciclo circadiano es el reloj biológico interno que regula nuestros ritmos diarios de sueño y vigilia, controlando procesos como la secreción hormonal, la temperatura corporal y los niveles de alerta.

Requerimientos:

Cumplir con los requerimientos de luminancia interior según la tabla EI-006, a través de cualquiera de las siguientes opciones:

Opción 1. Método prescriptivo

Para demostrar el cumplimiento de este Logro en la etapa de diseño, el proyecto debe demostrar que la iluminación propuesta cumple con la cantidad de Luxes requeridas para cada uno de los espacios indicados en la tabla EI-006.

Opción 2. Mediciones en sitio

Proyectos que no busquen este Logro dentro de la etapa de diseño, pueden realizar mediciones de iluminación (Luxes) por medio del método de cuadrícula. El proyecto debe determinar los puntos de iluminación bajo la siguiente fórmula:

$$K = \frac{A * L}{am(A + L)}$$

K = Índice local
A = Ancho de la habitación
L = Largo de la habitación
am = Altura de montaje de las luminarias

$$N = (x + 2)^2$$

N = Número mínimo de puntos de medición
x = Índice K redondeado al entero superior. Para todos los valores índice de local (K) iguales o mayores a 3, el valor de X debe ser 4

Las mediciones de iluminación deben realizarse en formato reticular según el número mínimo de puntos de medición establecidos, con las luminarias al 100% de su capacidad lumínica, a una altura de plano de trabajo (0.80 – 1.00). Debe utilizarse el formulario E-C2 para registrar las mediciones. La iluminancia media es el promedio de los valores obtenidos en la medición.

Opción 3. Mediciones en sitio

Proyectos que realicen modelados o simulaciones a través de programas o softwares de diseño de iluminación pueden presentar sus resultados para la validación de este Logro cómo sustitución al método prescriptivo o levantamiento de mediciones en sitio. Los cálculos presentados deben demostrar que los niveles de iluminación cumplen con los criterios de la tabla E-006

Para proyectos que no dejen instalada la iluminación residencial, se deberán proveer los medios para orientar al inquilino y a la administración de proyecto, de manera tal que las lámparas instaladas durante la ocupación y mantenimiento de la unidad residencial y área condominal cumplan el mismo principio.

Tabla EI-006. Iluminancia mínima requerida para espacios residenciales comunes sobre la superficie de trabajo.

Función del espacio residencial interior	Iluminancia Mínima Requerida (Luxes)	Temperatura mínima / máxima (°K)
Vestíbulos y áreas de circulación (Unidades residenciales)	60	N.R
Pasillos y corredores (Áreas comunes)	100	N.R
Estudios	350	4000
Dormitorios	60	2000 - 2700
Dormitorios con área de trabajo o lectura	200	4000
Comedores	60	2700 - 3000
Salas	60	2000 - 3500
Cocina	200	4000 - 5000
Configuración combinada (sala / comedor / cocina)	100	3000 - 4000
Servicios sanitarios (públicos)	60	3000
Servicios sanitarios (privados)	200	4000
Walk-in closets	60	N.R
Gimnasio	200	N.R
Lavanderías con área de planchado	200	N.R
Estacionamientos bajo techo	100	N.R
Estacionamientos exteriores	50	N.R
Paisaje	20	N.R
* N.R = CASA no requiere verificación de temperatura para dicho ambiente. * Las mediciones de iluminancia se harán con las luminarias al 100% de su capacidad lumínica, sin atenuación considerada. ** Para espacios como walk-in closets o similares. No se considera este requerimiento para closets con menos de 1.00m de profundidad.		

Adaptado según NOM-025-STPS-1994

Documentación:

Diseño	Construcción
→ Planos de instalación de luminarias del proyecto → Plano(s) de reticulado y levantamiento de mediciones de iluminancia del proyecto, según aplique; y/o → Simulaciones de calidad de iluminación, o resultados de levantamiento en sitio, según aplique. → Formulario EI-C2	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada

LOGRO 4: BAJA EMISIVIDAD

1 Punto

Objetivo:

Evitar la aplicación de materiales y acabados de construcción con altos niveles de emisividad

Consideraciones:

Los compuestos orgánicos volátiles (VOCs, por sus siglas en inglés) son sustancias químicas a base de carbono las cuales se evaporan a temperatura y presión ambiental generando vapores, que pueden ser precursores del ozono en la atmósfera.³⁷ Proceden de una gran cantidad de fuentes interiores, entre las que se incluyen materiales de construcción, pinturas, aerosoles, muebles, productos de consumo diario, tabaco, y reacciones químicas en interiores

Los VOCs incluyen una variedad de sustancias químicas, algunas de las cuales pueden tener efectos adversos en la salud a corto y largo plazo. Estudios han revelado que los niveles de varios productos orgánicos son en promedio de 2 a 5 veces más altos en el interior que en el exterior. Durante ciertas actividades como el decapado de pintura, y por varias horas inmediatamente después los niveles pueden ser 1,000 veces superiores a los del exterior.³⁸

Los efectos en la salud pueden incluir:

- Irritación de ojos, nariz y garganta
- Dolores de cabeza, pérdida de coordinación y náuseas
- Daños en el hígado, los riñones y el sistema nervioso central
- Algunos compuestos orgánicos pueden causar cáncer en los animales, y se sospecha o se sabe que algunos causan cáncer en los seres humanos.

Para reducir la exposición de VOC en el ambiente es necesario aumentar la ventilación cuando se utilicen productos emisivos, cumplir las precauciones del fabricante, no almacenar envases de pintura o productos químicos abiertos, y de ser posible, reducir la exposición o eliminar la fuente de compuestos orgánicos volátiles.

Requerimientos:

Seleccionar los materiales y acabados de construcción aplicados en espacios interiores, de forma tal que se reduzcan o se elimine la presencia VOC's y formaldehído. Los materiales aplicados en el proyecto deben incluirse como mínimo los siguientes:

- Pinturas y revestimientos interiores aplicados en interiores
- Adhesivos y selladores aplicados en interiores
- Impermeabilizantes
- Barnices
- Mobiliario (Aplicando únicamente cuando la empresa tenga gerencia en la selección del mobiliario)

³⁷ Berkeley Lab. n.d. "Volatile Organic Compounds (VOCs)." Indoor Air. Acceso: Octubre 24, 2024. <https://iaqscience.lbl.gov/volatile-organic-compounds-topics>.

³⁸ Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. 2024. "El impacto de los compuestos orgánicos volátiles en la calidad del aire interior | US EPA." EPA. <https://espanol.epa.gov/cai/el-impacto-de-los-compuestos-organicos-volatil-es-en-la-calidad-del-aire-interior>.

Demostrar que para al menos dos de las categorías indicadas en la Tabla EI-007, se han considerado productos que cuenten con alguno de los siguientes requerimientos, o programas de certificación para productos con bajas emisiones,

- GREENGUARD Certification
- SCS Indoor Advantage
- FloorScore
- California Section 01350
- Living Product Challenge
- Health Product Declaration
- Productos que cumplan con los límites de VOC establecidos por el la South Coast Air Quality management District ("Rule 1113: Table of standards" y "Rule 1168: adhesive and sealant applications") enlistados en la tabla EI-007:

Tabla EI-007 Límites Permisibles de VOC Aplicable a Materiales y Productos De Construcción para Espacios Interiores

Categoría	Límite VOC (g/lit)
Revestimiento	50
Pinturas a base de agua	600
Pinturas a base de solventes	50
Barnices	275
Resinas	275
Adhesivos para madera	250
Adhesivos para metales	780
Adhesivos para piso de hule	60
Impermeabilizantes	100
Lacas	275
Aislantes	250
Pegamento para CPVC	490
Pegamento para PVC	510
Otros pegamentos para plásticos	250
Retardantes para concreto	50
Selladores para concreto	100

Adaptado de South Coast Air Quality Management District, "Rule 1113: Table Of Standards" Y "Rule 1168: Adhesive And Sealant Applications"

Documentación:

Diseño	Construcción
→ N.A	→ Planos constructivos o listado de áreas que identifique claramente la aplicación de productos con bajo VOC → Fichas técnicas → Reportes fotográficos de su aplicación

BORRADOR

CREATIVIDAD



LOGRO 1: CREATIVIDAD

Parte 1 Liderazgo	Parte 2 Acreditado Profesional CASA
1-3 Puntos	1 Punto

Objetivo:

Sobrepasar los alcances del sistema de certificación CASA Guatemala

Requerimientos:

Parte 1. Liderazgo

Los puntos para el rendimiento innovador y liderazgo se dan a estrategias medibles que demuestren beneficios ambientales, sociales o económicos que no estén mencionados dentro de la Guía de Aplicación de CASA Guatemala, o que sobrepasen sus requerimientos.

Las estrategias de sostenibilidad están continuamente evolucionando y mejorando al igual que nuevas tecnologías. Es por ello que incentivamos a ir en busca de nuevas tendencias, tecnologías, o aplicaciones que mejoren la eficiencia de los proyectos y propicien mejores condiciones a sus ocupantes y a la comunidad. Algunas sugerencias pueden ser:

- **Desempeño Ejemplar:** CASA otorga 1 punto (máximo 3) por cada cumplimiento de Desempeño Ejemplar, dentro de las eficiencias solicitadas por sus respectivos Logros.
- **Programas de responsabilidad social empresarial**
- **Programas Educativos:**
 - Programas de concientización y educación al ocupante, que exceda los requerimientos establecidos dentro de los Logros que lo solicitan
 - Programas educativos para colaboradores de obra
 - Recorridos educativos para academia y profesionales
- **Programas de inclusión e igualdad de oportunidades en obras de construcción:**
 - Contar con personal capacitado en distintos tipos de lenguaje y traducción. Por ejemplo, idiomas Maya o lenguaje de señas.
 - Considerar infografías y señaléticas de obra en los idiomas Maya que pueda requerir el personal de obra.
 - Fomentar la formación y estudio para leer, escribir o aprender otros idiomas en el personal de obra.
 - Contar con programas de inclusión de mujeres formadas y capacitadas para actividades de obra. Por ejemplo, instalación eléctrica, hidrosanitaria, obra gris, y otros ocios dónde cada vez están teniendo mayor representatividad.
- **Uso de materiales innovadores**
- **Prácticas para buena administración de la tierra:**
 - Huertos urbanos
 - Horticultura / Fruticultura
 - Permacultura

Se otorga 1 punto (máximo 3) por cada estrategia presentada. El proyecto debe demostrar el impacto positivo que las medidas aplicadas representaron para el desarrollo del proyecto, sus ocupantes, el ambiente y la comunidad.

Parte 2. Acreditado Profesional CASA

Contar con un profesional acreditado CASA AP activo como parte del equipo directo del proyecto. (Desarrollador, arquitecto, asesor, o construcción)

Documentación:

Parte 1: Liderazgo

Diseño	Construcción
→ Narrativa de las estrategias implementadas y los beneficios de su aplicación para el proyecto. → Planificación del proyecto, detalles, reportes o documentos de apoyo. → Cualquier otra información considerada relevante.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera); y → Registro fotográfico con fecha indicada

Parte 2: Acreditado Profesional CASA

Diseño	Construcción
→ Credencial activa y rol del profesional participante.	→ Documentos de la etapa de diseño, → Actualizaciones durante la etapa de construcción (en caso hubiera);

9. Referencias

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. 2024. "El impacto de los compuestos orgánicos volátiles en la calidad del aire interior | US EPA." EPA.

<https://espanol.epa.gov/cai/el-impacto-de-los-compuestos-organicos-volatiles-en-la-calidad-del-aire-interior>.

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. 2024. "Conceptos básicos sobre el material particulado (PM, por sus siglas en inglés) | US EPA." EPA.

<https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles>.

Alonso, América, y José Manuel Avila. 2022. *Certificación Casa Guatemala y su potencial para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. 2022 ed. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Editorial Cara Parens, 2022.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Illuminating Engineering Society, and Approved American National Standard. 2012. *ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-201 Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*. Georgia, Atlanta: n.p.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. and Approved American National Standard. 2010. *ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2010 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. Atlanta, Georgia: n.p.

Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). 2001. *NORMAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA PARA LA REPÚBLICA DE GUATEMALA. AGIES NSE 4-10 REQUISITOS PRESCRIPTIVOS PARA VIVIENDA Y EDIFICACIONES MENORES DE UNO Y DOS NIVELES*.

Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). 2018. *NORMAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL PARA LA REPÚBLICA DE GUATEMALA. NSE 2.1 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS*.

Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). 2018. *NORMAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL PARA LA REPÚBLICA DE GUATEMALA. NSE 5.3 OBRAS DE RETENCIÓN*.

Baumert, Kevin A., Timothy Herzog, and Jonathan Pershing. 2005. *Navigating the Numbers: Greenhouse Gases And International Climate Change Agreements*. N.p.: World Resources Institute.

Berkeley Lab. n.d. "Volatile Organic Compounds (VOCs)." Indoor Air. Accessed Octubre 24, 2024. <https://iaqscience.lbl.gov/volatile-organic-compounds-topics>.

Castellanos, Edwin. n.d. "Cambio Climático – Guate en Datos." Guate en Datos. Accessed Noviembre 4, 2024. <https://guateendatos.org.gt/medioambiente/cambio-climatico/#adaptacion>.

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) and EURAC. 2017. *Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk*.

Diario Oficial de la Federación. 1994. *NORMA OFICIAL MEXICANA RELATIVA A LOS NIVELES Y CONDICIONES DE ILUMINACION QUE DEBEN TENER LOS CENTROS DE TRABAJO*. México: n.p.

Dodge Construction Network. 2021. "World Green Building Trends 2021." In *SmartMarket Report*. N.p.: Dodge Data & Analytics,.

Dodge Data & Analytics. 2021. *World Green Building Trends 2021*. Bedford, Massachusetts: n.p.

Eckstein, David, Vera Künzle, and Laura Schäfer. 2021. *Global Climate Risk Index 2021*. Berlín: n.p.

Environmental Protection Agency (EPA). 2012. *WaterSense at Work Best Management Practices for Commercial and Institutional Facilities*. N.p.: EPA.

"FAO | Biodiversity." n.d. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Accessed June 27, 2024. <https://www.fao.org/biodiversity/en/>.

FUNCAGUA. 2018. *Plan de conservación del agua Fundación para la Conservación del Agua en la Región Metropolitana de Guatemala*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: n.p.

- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente IARNA. 2012. *Perfil Ambiental de Guatemala 2010 -2012*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). n.d. “Evapotranspiración Potencial Promedio Anual.” Atlas Climatológico. Accessed Noviembre 8, 2024.
https://insivumeh.gob.gt/hidrologia/ATLAS_HIDROMETEOROLOGICO/Atlas_Clima.htm.
- Inter American Development Bank, ed. 2012. *Room for Development: Housing Markets in Latin America and the Caribbean: Summary*.
- Jackson, Adrian. 2023. “THE CIRCULAR BUILT ENVIRONMENT PLAYBOOK.” World Green Building Council. https://worldgbc.org/wp-content/uploads/2023/05/Circular-Built-Environment-Playbook-Report_Final.pdf.
- Kaza, Silpa, Lisa Yao, Perinaz Bhada-Tata, and Frank Van Woerden. 2018. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. N.p.: World Bank Publications.
- “Mapa de disponibilidad hídrica – PC.” 2022. Sistema de Información Estratégica (SIE). <https://sie.url.edu.gt/mapa-de-disponibilidad-hidrica-pc/>.
- “Mapas Municipales de Amenaza de Deslizamientos e Inundaciones » CONRED.” n.d. CONRED. Accessed Octubre 25, 2024. <https://conred.gob.gt/mapas-municipales-amenaza-deslizamientos-e-inundaciones/>.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN. 2018. *Guía para la identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes*. Primera Edición. ed. Ciudad de Guatemala, Guatemala: n.p.
- Ministerio de Energía y Minas (MEM). 2022. *Balance Energético 2022*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Ministerio de Energía y Minas (MEM).
- Organización Mundial de la Salud. 2022. “Contaminación del aire ambiente (exterior).” Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. 2014. *Plan Nacional de Desarrollo K’atun: nuestra Guatemala 2032*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: n.p.

Tecnalia. 2023. *Estudios técnicos para identificar riesgos climáticos y desarrollo de una herramienta que permita incluir medidas de adaptación y resiliencia en la certificación para viviendas "CASA Guatemala". Evaluación de riesgos climáticos en Guatemala.*

Tecnalia. 2024. *Estudios técnicos para identificar riesgos climáticos y desarrollo de una herramienta que permita incluir medidas de adaptación y resiliencia en la certificación para viviendas "CASA Guatemala". Categoría de adaptación y niveles de certificación.*

UNESCO. 2020. *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020: Agua y Cambio Climático.* N.p.: UN.

U.S. Environmental Protection Agency. 2008. *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies. Urban Heat Island Basics.* https://www.epa.gov/sites/default/files/2017-05/documents/reducing_urban_heat_islands_ch_1.pdf.

U.S. Environmental Protection Agency,. 2008. *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies Cool Roofs.* https://www.epa.gov/sites/default/files/2017-05/documents/reducing_urban_heat_islands_ch_4.pdf.

U.S. Green Building Council. 2013. *LEED Reference Guide for Building Design and Construction.* 2013th ed. Washington, DC 20037: n.p.

World Green Building Council. 2018. "A guide to healthier homes and a healthier planet." *Healthier Homes, Healthier Planet.* https://worldgbc.org/wp-content/uploads/2022/03/20181204_WGBC_Homes-Research-Note_FINAL_spreads.pdf.

ANEXO I. HOJA DE EVALUACIÓN. CASA GUATEMALA v2.


MATRIZ DE RESULTADOS DEL PROYECTO
Certificación CASA Guatemala v2. Piloto

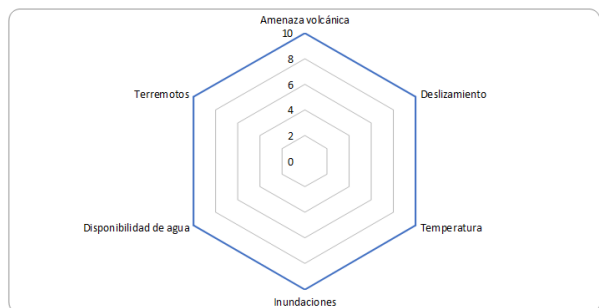
Guatemala Green Building Council

Nombre del Proyecto:

Número de Registro:

Fecha:

ÍNDICE DE RESILIENCIA



	Puntos	Índice de Resiliencia
AMENAZA VOLCÁNICA	10	100.00%
DESLIZAMIENTO	10	100.00%
TEMPERATURA	10	100.00%
INUNDACIONES URBANAS	10	100.00%
DISPONIBILIDAD DE AGUA	10	100.00%
TERREMOTOS	10	100.00%

MOVILIDAD Y CONECTIVIDAD	8	Si	No
Logro 1 Comunidad, Comercio y Transporte			
Parte 1 Conectividad a transporte colectivo	2		
Parte 2 Servicios Básicos y Equipamiento Urbano	2		
Parte 3 Uso Mixto	1		
Logro 2 Movilidad y transporte alternativo			
Parte 1 Ciclovías	1		
Parte 2 Almacenamiento de Bicicletas	1		
Parte 3 Optimización del Espacio Público	1		

SITIO	13	Si	No
Logro 1 Aguas Pluviales			
Parte 1 Resistencia a Inundaciones	2		
Parte 2 Manejo de Escorrentía Pluvial en Sitio			
Logro 2 Alteración del Suelo			
Parte 1 Control de Erosión y Sedimentación	1		
Parte 2 Movimiento de Tierra Balance Cero	2		
Logro 3 Conservación y Biodiversidad			
Parte 1 Tala de Árboles y Reforestación	1		
Parte 2 Superficies Vegetadas	3		
Parte 3 Biodiversidad del Sitio	1		
Logro 4 Reducción Efecto Isla de Calor			
Parte 1 Techos	2		
Parte 2 Pavimentos	1		

ADAPTACIÓN Y RESPUESTA		Si	No
Logro 1 Medidas para reducción de Amenazas Volcánicas			
Logro 2 Manejo Adecuado del Sitio			
Parte 1 Estudio de Pendientes y Manejo de Taludes			
Parte 2 Sistemas de Contención			
Logro 3 Reducción de Amenaza por Sismos			
Parte 1 Diseño para la Reducción de Desastres (NRD)			
Parte 2 Acondicionamiento Sísmico			
Logro 4 Plan de Respuesta y Prevención Social			

AGUA		Si	No
Logro 1 Irrigación de Jardines			
Logro 2 Uso de Agua Potable para Interiores			
Logro 3 Tratamiento de Aguas Residuales y Pluviales			
Parte 1 Aguas Negras			
Parte 2 Aguas Pluviales			
Parte 3 Infiltración			

ENERGÍA	20	Si	No
Logro 1 Envoltorio del edificio			
Parte 1 Proporción ventana / fachada			
Parte 2 Ganancias térmicas - Envoltorio			
Parte 3 Ganancias térmicas - Ventanas			
Parte 4 Control Solar			
Logro 2 Eficiencia Energética			
Ruta A Simulación Energética del edificio	12		
Ruta B Desempeño Sobre el Método Prescriptivo	10		
Ruta C Método Prescriptivo			
Parte 1 Reducción de DPI - Áreas comunes	1		
Parte 2 Reducción de DPI - Unidades Residenciales	1		
Parte 3 Controles de Iluminación	1		
Parte 4 Iluminación natural	1		
Parte 5 Calefacción de Agua	1		
Parte 6 Motores Eléctricos	1		
Parte 7 Climatización	1		
Parte 8 Electrodomésticos	1		
Logro 3 Energía Renovable - Generación Eléctrica	5		
Logro 4 Energía Renovable - Calefacción de Agua			
Parte 1 Dimensionamiento	1		
Parte 2 Eficiencia en distribución	1		
Logro 5 Medición inteligente	1		

MATERIALES	11	Si	No
Logro 1 Manejo de Residuos durante la Construcción	2		
Logro 2 Residuos Sólidos Domésticos			
Parte 1 Acopio Individual	1		
Parte 2 Acopio Condominal	1		
Logro 3 Compras Responsables			
Parte 1 Materiales Regionales	2		
Parte 2 Contenido Reciclado de Materiales	2		
Parte 3 Ciclo de Vida de los Materiales	1		
Parte 4 Responsabilidad Extendida de Fabricantes	1		
Logro 4 Administración Responsable de los Recursos	1		

ESPACIOS INTERIORES	9	Si	No
Logro 1 Ventilación natural			
Parte 1 Aperturas para ventilación natural			
Parte 2 Proporción del espacio	1		
Parte 3 Ventiladores de techo			
Logro 2 Calidad del aire			
Parte 1 Medición de Calidad de Aire	2		
Parte 2 Renovaciones de Aire en el Ambiente	2		
Parte 3 Calidad del aire	1		
Parte 4 Control de Moho	1		
Logro 3 Niveles de Iluminación interior	1		
Logro 4 Baja Emisividad	1		

CREATIVIDAD	4	Si	No
Logro 1 Liderazgo	1		
Logro 1 Liderazgo	1		
Logro 1 Liderazgo	1		
Logro 2 Acreditado Profesional CASA AP	1		

PUNTUACIÓN TOTAL	125	Si	No
	0		

Certificado: 45 a 54 puntos
 ★★ ★: 55 a 64 puntos
 ★★ ★★: 65 a 84 puntos
 ★★ ★★ ★: 85 a 122 puntos

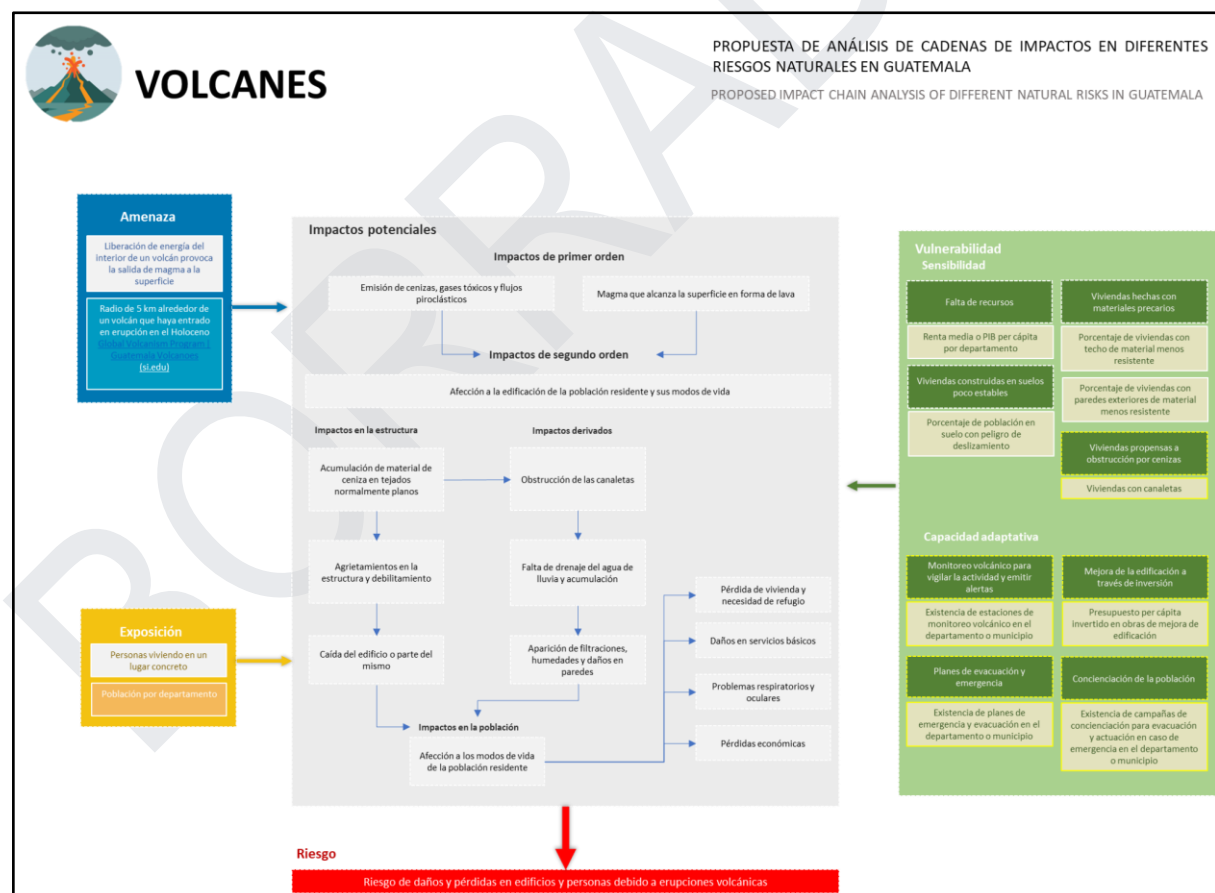
Notas:

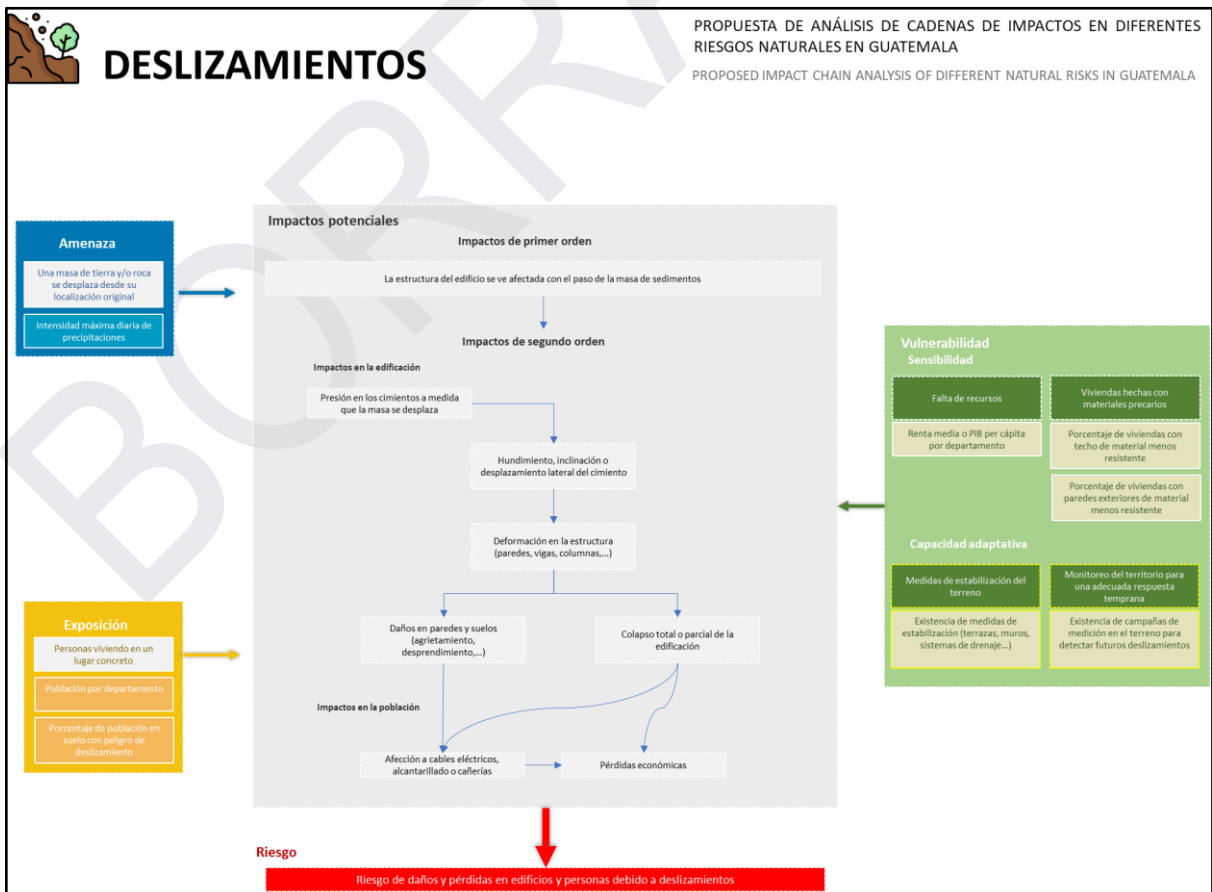
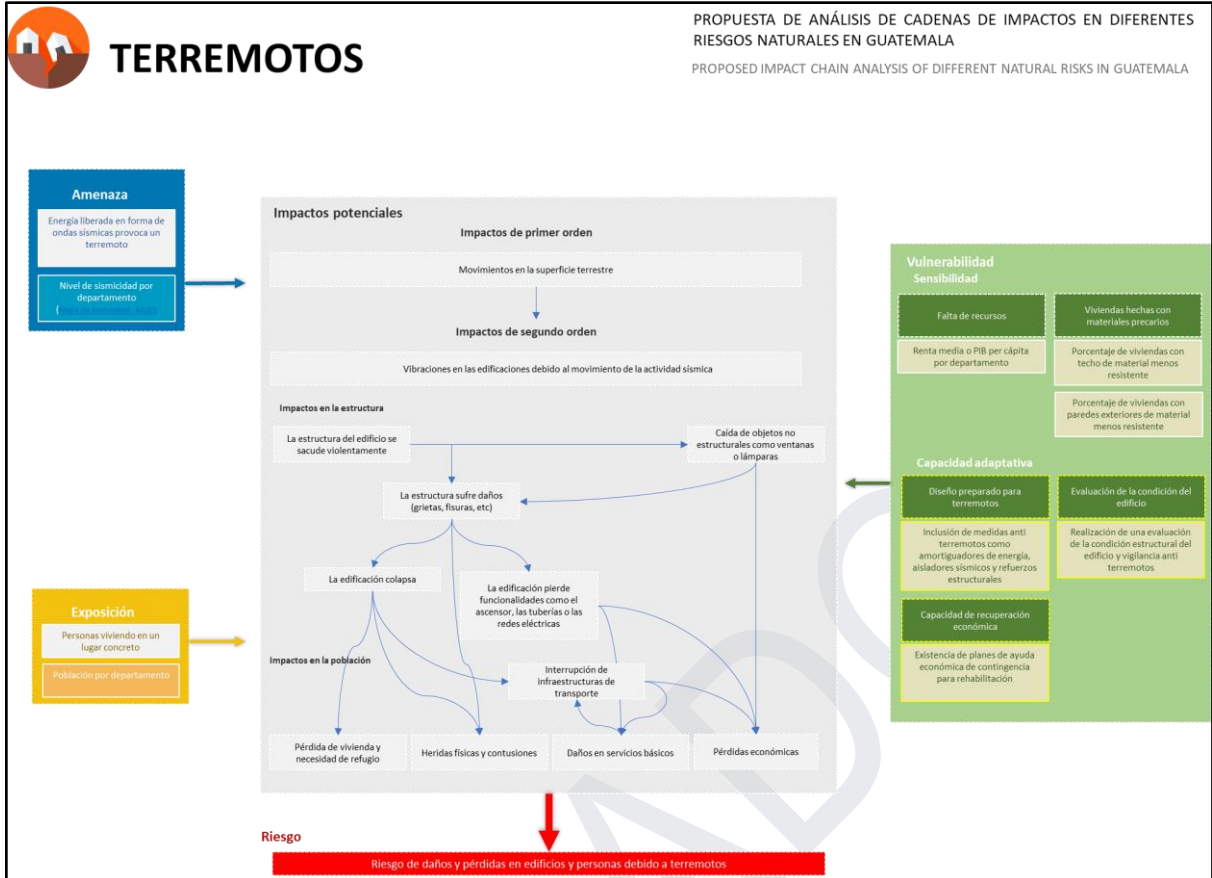
ANEXO III. EVALUACIÓN DE RIESGO. CADENAS DE IMPACTO

Las cadenas de impacto son herramientas ampliamente utilizadas en los estudios de vulnerabilidad y riesgos climáticos para representar la secuencia de eventos que ocurren desde el inicio de un evento natural hasta los efectos que produce en las personas, los bienes y el medio ambiente. La cadena de impacto es una representación conceptual que muestra la interconexión entre los distintos componentes involucrados en un evento natural y cómo se transmiten los efectos física y funcionalmente.

La importancia de una cadena de impacto radica en que permite observar y analizar de manera sistemática y global las diferentes etapas y factores que influyen en el riesgo ante un evento concreto. Al comprender mejor cómo se produce, se convierte en una herramienta útil para la toma de decisiones y el diseño de estrategias de mitigación del riesgo.

A continuación se presentan las cadenas de impacto para cada una de las amenazas identificadas. La metodología utilizada para determinar los impactos derivados puede ser consultada en el documento: **«Estudios técnicos para identificar riesgos climáticos y desarrollo de una herramienta que permita incluir medidas de adaptación y resiliencia en la certificación para viviendas “CASA Guatemala”. Evaluación de riesgos climáticos en Guatemala».**



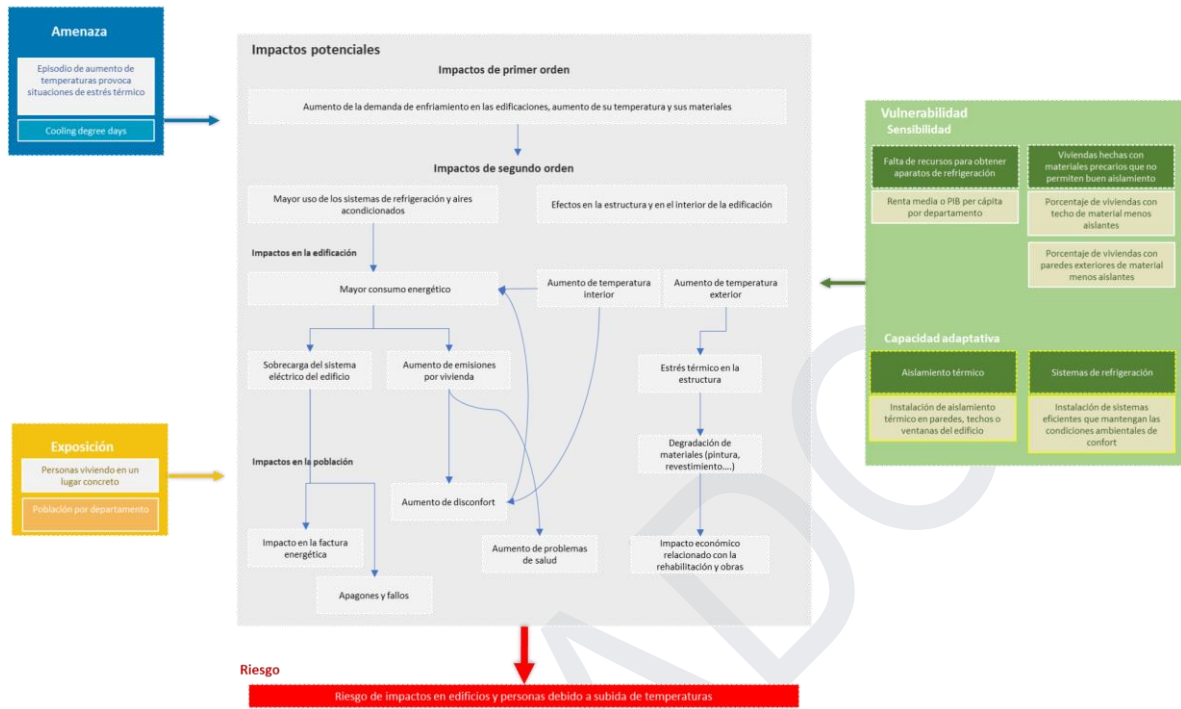




ALTAS TEMPERATURAS

PROPUESTA DE ANÁLISIS DE CADENAS DE IMPACTOS EN DIFERENTES RIESGOS NATURALES EN GUATEMALA

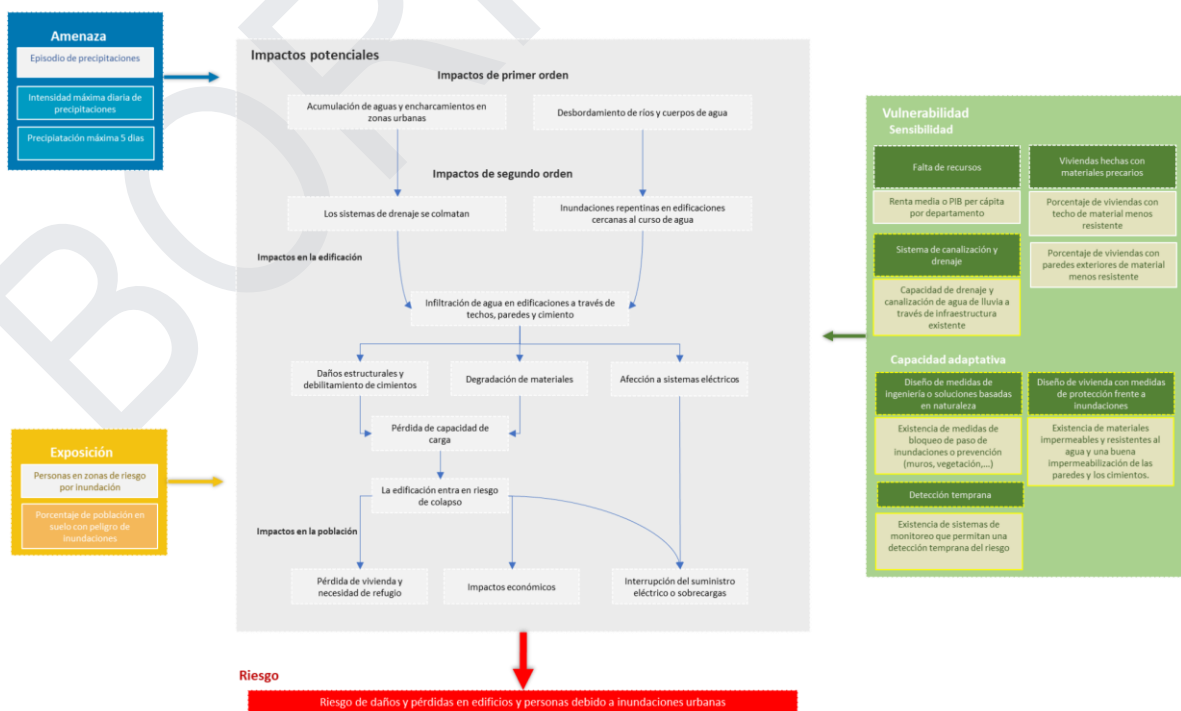
PROPOSED IMPACT CHAIN ANALYSIS OF DIFFERENT NATURAL RISKS IN GUATEMALA



INUNDACIONES URBANAS

PROPUESTA DE ANÁLISIS DE CADENAS DE IMPACTOS EN DIFERENTES RIESGOS NATURALES EN GUATEMALA

PROPOSED IMPACT CHAIN ANALYSIS OF DIFFERENT NATURAL RISKS IN GUATEMALA



ANEXO III. EFICIENCIA MÍNIMA PARA SISTEMAS DE VENTILACIÓN, CALEFACCIÓN Y AIRES ACONDICIONADOS (HVAC) POR TIPO DE EQUIPO. BASADO EN EL ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1–2010

Tipo de Equipo	IEER	COP	Eficiencia térmica (%)
Seleccionar			
Acondicionador de aire enfriado por aire < 65,000 BTU/h	11.4	3.3	-
Acondicionador de aire, enfriados por aire $\geq$ 65,000 BTU/h y < 135,000 BTU/h	11.2	3.3	-
Acondicionador de aire, enfriados por aire $\geq$ 135,000 BTU/h y < 240,000 BTU/h	11.0	3.2	-
Aire acondicionado de pared $\leq$ 30,000 BTU/h	10.5	3.1	-
Acondicionadores de aire, enfriados por agua < 65,000 BTU/h	12.3	3.6	-
Acondicionadores de aire, enfriados por agua $\geq$ 65,000 BTU/h y < 135,000 BTU/h	12.3	3.6	-
Acondicionadores de aire, enfriados por agua $\geq$ 135,000 BTU/h y < 240,000 BTU/h	12.1	3.5	-
Acondicionadores de aire, enfriados evaporativamente < 65,000 BTU/h	12.3	3.6	-
Acondicionadores de aire, enfriados evaporativamente $\geq$ 65,000 BTU/h y < 135,000 BTU/h	12.1	3.5	-
Acondicionadores de aire, enfriados evaporativamente $\geq$ 135,000 BTU/h y < 240,000 BTU/h	12.0	3.5	-
Unidades condensadoras, enfriadas por aire	11.8	3.5	-
Unidades condensadoras, enfriadas por agua	14.0	4.1	-
Unidades condensadoras, con enfriamiento evaporativo	14.0	4.1	-
Bombas de calor enfriado por aire < 65,000 BTU/h	11.4	3.3	-
Bombas de calor, enfriados por aire $\geq$ 65,000 BTU/h y < 135,000 BTU/h	11.2	3.3	-
Bombas de calor, enfriados por aire $\geq$ 135,000 BTU/h y < 240,000 BTU/h	10.5	3.1	-
Bombas de calor a través de pared (enfriamiento, calefacción)	10.5	3.1	-

Bombas de calor, fuente de agua < 17,000 BTU/h	11.2	3.3	-
Bombas de calor, fuente de agua >= 17,000 BTU/h y < 65,000 BTU/h	12.0	3.5	-
Bombas de calor, fuente de agua >= 65 ,000 BTU/h y < 135 ,000 BTU/h	12.0	3.5	-
Bombas de calor. Fuente de Agua Subterranea	12.3	3.6	-
Bombas de calor. Fuente Geotermal	10.6	3.1	-
Bombas de calor. Fuente de Agua, agua/agua	12.6	3.7	-
Bombas de calor. Fuente de Agua Subterranea, agua/agua	10.6	3.1	-
Bombas de calor. Geotermal, salmuera/agua	8.5	2.5	-
Chillers enfriados por agua <150 tons	9.6	2.8	-
Chillers enfriados por agua >= 150 tons	9.6	2.8	-
Aires acondicionados terminales empaquetados < 7,000 BTU/h (Enfriamiento)	11.0	3.2	-
Aires acondicionados terminales empaquetados, > 15,000 BTU/h (Enfriamiento)	9.3	2.7	-
Bombas de calor de terminales empaquetadas < 7,000 BTU/h (Enfriamiento)	10.8	3.2	-
Bombas de calor de terminales empaquetadas > 15,000 BTU/h (Enfriamiento)	9.1	2.7	-
Bombas de calor de terminales empaquetadas < 7,000 BTU/h (Calefacción)	-	3.0	-
Bombas de calor de terminales empaquetadas > 15,000 BTU/h (Calefacción)	-	2.8	-
Aires acondicionados verticales. Single Package < 65,000 BTU/h	9.0	2.6	-
Aires acondicionados verticales. Single Package >= 65,000 BTU/h y < 135,000 BTU/h	8.9	2.6	-
Aires acondicionados verticales. Single Package >= 135,000 BTU/h y < 240,000 BTU/h	8.6	2.5	-
Bombas de calor verticales. Single Package < 65,000 BTU/h (Enfriamiento)	9.0	2.6	-
Bombas de calor verticales. Single Package >= 65,000 BTU/h y < 135,000 BTU/h (Enfriamiento)	8.9	2.6	-
Bobmas de calor verticales. Single Package >= 135,000 BTU/h y < 240,000 BTU/h (Enfriamiento)	8.6	2.5	-
Bobmas de calor verticales. Single Package < 65,000 BTU/h (Calefacción)	10.2	3.0	-

Bobmas de calor verticales. Single Package $\geq 65,000$ BTU/h y $< 135,000$ BTU/h (Calefacción)	10.2	3.0	-
Bobmas de calor verticales. Single Package $\geq 135,000$ BTU/h y $< 240,000$ BTU/h (Calefacción)	9.9	2.9	-
Aire para habitaciones $< 8,000$ BTU/h	9.7	2.8	-
Aire para habitaciones $\geq 8,000$ BTU/h and $< 14,000$ BTU/h	9.8	2.9	-
Aire para habitaciones $\geq 14,000$ BTU/h and $< 20,000$ BTU/h	9.7	2.8	-
Aire para habitaciones $\geq 20,000$ BTU/h	8.5	2.5	-
VRF enfriados con aire $< 65,000$ BTU/h	11.4	3.3	-
VRF enfriados con aire $\geq 65,000$ BTU/h y $< 135,000$ BTU/h	11.2	3.3	-
VRF enfriados con aire $\geq 135,000$ BTU/h y $< 240,000$ BTU/h	11.0	3.2	-
VRF enfriados con aire $\geq 240,000$ BTU/h	10.0	2.9	-
VRF enfriados con agua $< 65,000$ BTU/h (Enfriamiento)	11.8	3.5	-
VRF enfriados con agua $\geq 65,000$ BTU/h y $< 135,000$ BTU/h (Enfriamiento)	12.0	3.5	-
VRF enfriados con agua $\geq 135,000$ BTU/h y $< 240,000$ BTU/h (Enfriamiento)	11.8	3.5	-
VRF enfriados con agua $\geq 240,000$ BTU/h (Enfriamiento)	9.8	2.9	-
VRF enfriados con aire $< 65,000$ BTU/h (Calefacción)	11.3	3.3	-
VRF enfriados con aire $\geq 65,000$ BTU/h y $< 135,000$ BTU/h (Calefacción)	9.2	2.7	-
VRF enfriados con aire $\geq 135,000$ BTU/h (Calefacción)	8.9	2.6	-
VRF enfriados con agua $< 135,000$ BTU/h (Calefacción)	12.3	3.6	-
VRF enfriados con agua $\geq 135,000$ BTU/h (Calefacción)	11.3	3.3	-
Calefactor de Aire. Encendido a Gas $< 225,000$ BTU/h	-	-	80%
Calefactor de Aire. Encendido a Gas $\geq 225,000$ BTU/h	-	-	80%
Calefactor de Aire. Encendido a Combustible Liquido $< 225,000$ BTU/h	-	-	80%
Calefactor de Aire. Encendido a Combustible Liquido $\geq 225,000$ BTU/h	-	-	80%
Calefactor de Aire. Enductado, Encendido a Gas	-	-	80%
Calderas de Agua. Encendido a Gas < 300 kBTU/h	-	-	80%

Calderas de Agua. Encendido a Gas ≥ 300 kBTU/h y $\leq 2,500$ kBTU/h	-	-	75%
Calderas de Agua. Encendido a Gas $\geq 2,500$ kBTU/h	-	-	80%
Calderas de Agua. Encendido a combustible < 300 kBTU/h	-	-	80%
Calderas de Agua. Encendido a combustible ≥ 300 kBTU/h y $\leq 2,500$ kBTU/h	-	-	78%
Calderas de Agua. Encendido a combustible $\geq 2,500$ kBTU/h	-	-	83%
Calderas de vapor. Encendidas a Gas ≥ 300 kBTU/h y $\leq 2,500$ kBTU/h	-	-	75%
Calderas de vapor. Encendidas a Gas $\geq 2,500$ kBTU/h	-	-	80%
Caldera de Vapor. Encendidas a Combustible Líquido < 300 kBTU/h	-	-	80%
Caldera de Vapor. Encendidas a Combustible Líquido ≥ 300 kBTU/h y $\leq 2,500$ kBTU/h	-	-	78%
Caldera de Vapor. Encendidas a Combustible Líquido $\geq 2,500$ kBTU/h	-	-	83%