

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuelas de Arquitectura y Urbanismo e Ingeniería en Construcción

**“Propuesta de intervención bioclimática en el Edificio Cronos
para obtener la certificación ambiental EDGE®”**

Proyecto Final de Graduación para optar por título de:
Máster (Ma.) en Diseño y Construcción Sostenible

Autor:

Luis Guillermo Castro Boschini

Tutor:

Ing. Carlos Manuel Castro Campos, M.Sc.

Cartago, Costa Rica, setiembre, 2024

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Maestría en Diseño y Construcción Sostenible

Trabajo final de Graduación

Evaluación final

Datos Generales		
Estudiante:	Ing. Luis Castro Boschini	
Nombre del proyecto:	"Propuesta de intervención bioclimática en el Edificio Cronos para obtener la certificación ambiental EDGE"	
Tutor	Ing. Carlos Manuel Castro Campos, MSc.	
Lector 1	Arq. Pablo A. Mora Fallas, MARq.	
Lector 2	Ing. Daylin Vega Mojica, MSc.	
Coordinación / representante	Dra. Arq. Kenia García Baltodano	
Fecha:	Martes 03 de setiembre del 2024	
Instrucciones		
Asigne a cada criterio la puntuación obtenida en el instrumento de evaluación respectivo.		
Evaluación		
Criterios	Nota	%
Informe final	96.25	38.5
Evaluación del Tutor		
Evaluación lector 1		
Evaluación Lector 2	95.00	14.3
Defensa pública	94.50	9.5
Evaluación de la coordinación/representante		
Evaluación lector 1	97.00	9.7
Evaluación Lector 2	96.88	9.7
NOTA		95.0



Firmado digitalmente por CARLOS MANUEL CASTRO CAMPOS (FIRMA)
Fecha: 2024.09.06 08:32:39 -06'00'

Ing. Carlos Manuel Castro Campos, MSc.



Firmado digitalmente por KENIA GARCIA BALDODANO (FIRMA)
Fecha: 2024.09.06 15:44:29 -06'00'

Dra. Arq. Kenia García Baltodano


PABLO ANTONIO MORA FALLAS (FIRMA)
Firmado digitalmente por PABLO ANTONIO MORA FALLAS (FIRMA)
Fecha: 2024.09.06 09:15:44 -06'00'

Arq. Pablo A. Mora Fallas, MARq.

DAYLIN ALEJANDRA VEGA MOJICA (FIRMA)
PERSONA FISICA, CPF-06-0398-0127.
Fecha declarada: 06/09/2024 12:34:17 PM
Razón: TEC

Contacto: dvega@itcr.ac.cr

Ing. Daylin Vega Mojica, MSc.



Firmado digitalmente por LUIS CASTRO BOSCHINI (FIRMA)
Fecha: 2024.09.05 20:09:12 -06'00'

Ing. Luis Castro Boschini

“Propuesta de intervención bioclimática en el Edificio Cronos para obtener la certificación ambiental EDGE©”

Declaración de derechos de autor

De acuerdo con la ley de Derechos de Autor y Derechos Conexos N°6683 el autor conserva el derecho moral y patrimonial sobre la obra, no podrá suprimirse el nombre del autor en las publicaciones, reproducciones u obras derivadas de la misma. Para cualquier adaptación, comunicación al público o modificación de la obra, se deberá contar con autorización expresa y por escrito del autor.

Licencia creative commons

Propuesta de intervención bioclimática en el Edificio Cronos para obtener la certificación ambiental EDGE© © 2024 by Luis Castro Boschini is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Declaración de uso de herramientas de inteligencia artificial

Declaro que utilicé herramientas de inteligencia artificial para la elaboración del presente trabajo final de graduación.

La herramienta de traducción utilizada fue: DeepL Translate y se empleó en el desarrollo de las siguientes secciones:

- Abstract: como ayuda para la traducción.
- Normativa aplicable: como ayuda para la traducción de los estándares ASHRAE.

Agradecimientos

A mi Señor Jesucristo, por darme su bendición y fortalecerme, física y mentalmente, en este proyecto ambicioso después de mis 50 años.

A mi esposa, por ayudarme con su apoyo incondicional y la apertura del espacio temporal necesario para abarcar el plan de estudios de esta maestría.

A mi padre, por inculcarme el valor de la capacitación y el desarrollo profesional.

Al señor Cristian Cubero, administrador del Edificio Cronos por su apertura para ayudar y brindar información importante para el proyecto.

Al IMN por aportar información climática relevante.

Al Ing. Carlos Manuel Castro Campos, MSc.; por su acompañamiento, apoyo y guía como tutor del proyecto de graduación.

A los lectores Arq. Pablo A. Mora Fallas, MArq.; e Ing. Daylin Vega Mojica, MSc.; por sus aportes al proyecto de graduación.

Resumen

La ciudad capital de Costa Rica, San José, cuenta con un Centro Histórico en su cantón central. Este ha sufrido un cambio a través de los años, transformando el uso residencial de la zona en edificaciones para comercio, oficinas y bodegas.

La Municipalidad de San José, en conjunto con el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), procuran promover el repoblamiento del Centro Histórico de San José. Se plantea la transformación de edificios existentes construidos para el sector comercial, en soluciones habitacionales que brinden condiciones especiales. Bajo esta premisa, se analiza el Edificio Cronos localizado dentro del perímetro que delimita el Centro Histórico.

Los conceptos de sostenibilidad para la transformación, el análisis de las condiciones actuales y futuras en términos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la posibilidad de obtener una certificación ambiental, será un factor de impulso para el repoblamiento deseado.

Con esto en mente, se analiza la condición actual del Edificio Cronos, así como la de un planteamiento de transformación para soluciones habitacionales. Con base en las distribuciones arquitectónicas y la caracterización del edificio según sus fachadas, se modela el comportamiento de la iluminación natural y se analizan las condiciones de ventilación natural según los espacios físicos. En ambos casos se comparan los resultados con los parámetros establecidos según la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE por sus siglas en inglés) y se determina si cumple con la especificación del estándar.

Finalmente, se realiza el ejercicio académico para optar por la certificación EDGE© y se plantean posibles soluciones que permitan obtenerla.

Palabras clave: edificio comercial, solución habitacional, iluminación natural, ventilación natural, certificación ambiental.

Abstract

The capital city of Costa Rica, San José, has a Historic Center in its central canton. This has undergone a change over the years, transforming the residential use of the area into buildings for commerce, offices and warehouses.

The Municipality of San José, in conjunction with the Technological Institute of Costa Rica (TEC), seeks to promote the repopulation of the Historic Center of San José. The transformation of existing buildings built for the commercial sector into housing solutions that provide special conditions is proposed. Under this premise, the Cronos Building located within the perimeter of the Historic Center is analyzed.

The concepts of sustainability for the transformation, the analysis of current and future conditions in terms of the Sustainable Development Goals (SDGs) and the possibility of obtaining an environmental certification, will be a driving factor for the desired repopulation.

With this in mind, the current condition of the Cronos Building is analyzed, as well as that of a transformation approach for housing solutions. Based on the architectural distributions and the characterization of the building according to its facades, the behavior of natural lighting is modeled and the natural ventilation conditions are analyzed according to the physical spaces. In both cases, the results are compared with the parameters established by the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) and it is determined if it complies with the standard specification.

Finally, the academic exercise to opt for EDGE© certification is carried out and possible solutions to obtain it are proposed.

Key words: commercial building, housing solution, natural lighting, natural ventilation, environmental certification.



**Tabla de
Contenido
e Índices**

Tabla De Contenido

Agradecimientos.....	2
Resumen	5
Abstract.....	6
Introducción.....	19
El problema.....	21
Objetivos.....	24
Alcance.....	24
Objetivo general.	24
Objetivos específicos.	25
Limitaciones.....	25
Metodología	27
Estado del arte.....	28
Propuesta.....	29
Factibilidad e implementación.	29
Evaluación.....	30
<i>Resultados esperados.</i>	30
Estado Del Arte	32
Identificación temática	32
Antecedentes de investigación	33
<i>Evidencia empírica.</i>	33
<i>Evidencia metodológica.</i>	34
Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) desde la perspectiva del proyecto	34
Aspectos investigados para el repoblamiento.....	36
Aspectos investigados para la ventilación natural	38

Aspectos investigados para la iluminación natural	41
Otros temas relacionados.....	45
Resultados previos.....	46
Aspectos concluyentes para el repoblamiento	46
Aspectos concluyentes para la ventilación natural	48
Aspectos concluyentes para la iluminación natural	51
Normativa aplicable.....	53
<i>Estándar ASHRAE 62.1-2022 “Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality”</i>	53
<i>Estándar ASHRAE 62.2-2022 “Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings”</i>	60
<i>Estándar ASHRAE 90.1-2022 “Energy Standard for Sites and Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (SI Edition)”</i>	64
<i>Protocolo de Certificación “Excellence in Design for Greater Efficiencies” EDGE®</i>	68
Propuesta.....	72
Caracterización del Edificio Cronos.....	72
<i>Ubicación geográfica</i>	72
<i>Información climática</i>	73
<i>Edificio Cronos según sus condiciones existentes</i>	75
Caracterización de fachadas en su condición existente	77
Caracterización en planta según su condición existente	81
Consumo de Servicios Públicos para la condición existente	83
<i>Edificio Cronos según propuesta de anteproyecto</i>	84
Caracterización de fachadas según la propuesta de anteproyecto	85
Caracterización en planta según la propuesta de anteproyecto	90
Consumo de Servicios Públicos según propuesta de anteproyecto	92

	10
Factibilidad e Implementación	94
Análisis para Ventilación Natural	94
<i>Edificio Cronos según sus condiciones existentes</i>	<i>95</i>
<i>Edificio Cronos según propuesta de anteproyecto</i>	<i>98</i>
Análisis para Iluminación Natural	104
<i>Edificio Cronos según sus condiciones existentes</i>	<i>105</i>
<i>Edificio Cronos según propuesta de anteproyecto</i>	<i>117</i>
Análisis para Certificación EDGE©	124
<i>Edificio Cronos según sus condiciones existentes</i>	<i>125</i>
<i>Edificio Cronos según propuesta de anteproyecto</i>	<i>130</i>
Conclusiones, Recomendaciones y Resultados Esperados	137
Conclusiones.....	137
Recomendaciones.....	139
Propuesta de transformación bioclimática para el Edificio Cronos	140
<i>Reducción en el consumo de agua.....</i>	<i>141</i>
<i>Reducción en el consumo de energía</i>	<i>142</i>
Procedimiento paso a paso para aplicar la certificación EDGE©	143
Bibliografía.....	149
Anexos	153
Anexo 1. Temperatura superficial (Ts °C) e índice de reflectancia solar (SRI %) para algunos materiales.....	153
Anexo 2. Documento de evaluación EDGE v3.0.0 para la condición existente en el Edificio Cronos, primera corrida.	154
Anexo 3. Documento de evaluación EDGE v3.0.0 para la condición existente en el Edificio Cronos, segunda corrida.....	178

Anexo 4. Documento de evaluación EDGE v3.0.0 para la propuesta de anteproyecto en el Edificio Cronos, primera corrida.	203
Anexo 5. Documento de evaluación EDGE v3.0.0 para la propuesta de anteproyecto en el Edificio Cronos, segunda corrida.....	223

Índice de Tablas

Tabla 1. Relación de los ODS con el proyecto	35
Tabla 2. Población asalariada que realizaba teletrabajo en el III trimestre de 2021 según rango de edad	37
Tabla 3. Algunos elementos de captación para luz natural.....	44
Tabla 4. Profundidades límite para espacios iluminados naturalmente de forma lateral, con una altura a la parte superior de la ventana de 2.50 m.....	52
Tabla 5. Clasificación del aire según la concentración de contaminantes	55
Tabla 6. Criterios prescriptivos para diseño de sistemas con ventilación natural	57
Tabla 7. Tasas mínimas de ventilación para las zonas de respiración	58
Tabla 8. Áreas abiertas mínimas para ventilación con una abertura lateral	59
Tabla 9. Áreas abiertas mínimas para ventilación con dos aberturas verticales espaciadas	59
Tabla 10. Requerimientos de ventilación según área de aposento (L/s).....	63
Tabla 11. Resumen de LPD permitidas según tipo de área	67
Tabla 12. Resumen de datos meteorológicos para la estación IMN Aranjuez, código 84141	74
Tabla 13. Cálculo de áreas sólidas y de aberturas para ventilación en fachadas del edificio en su condición existente	77
Tabla 14. Cálculo de áreas sólidas y de aberturas para iluminación en fachadas del edificio, condición existente	79
Tabla 15. Distribución de áreas en m ² por nivel para la condición existente	81
Tabla 16. Consumo de electricidad y agua potable para la condición existente del edificio	83
Tabla 17. Cálculo de áreas sólidas y de aberturas para ventilación en fachadas del edificio según la propuesta de anteproyecto	86
Tabla 18. Cálculo de áreas sólidas y de aberturas para iluminación en fachadas del edificio según la propuesta de anteproyecto	88
Tabla 19. Distribución de áreas en m ² por nivel para el anteproyecto propuesto	90

Tabla 20. Consumo de electricidad y agua potable para la propuesta de anteproyecto	92
Tabla 21. Cálculo de caudales de aire externo que se requieren para las zonas de respiración según uso actual	96
Tabla 22. Cálculo de áreas abiertas mínimas para ventilación con una abertura lateral	97
Tabla 23. Cálculo de caudales de aire externo que se requieren para las zonas de respiración según propuesta de anteproyecto	99
Tabla 24. Cálculo de áreas abiertas mínimas para ventilación con una abertura lateral según propuesta de anteproyecto	100
Tabla 25. Cálculo de requerimientos de ventilación por área de solución habitacional y cantidad de dormitorios según propuesta de anteproyecto	103
Tabla 26. Niveles de iluminación recomendados por tipo de actividad	108
Tabla 27. Separación perpendicular de iluminancia desde la abertura central localizada en la fachada este del Edificio en su condición existente	110
Tabla 28. Ancho del área primaria iluminada lateralmente	119
Tabla 29. Profundidad del área primaria iluminada lateralmente	119
Tabla 30. Medidas de eficiencia en materiales de la primera corrida en la aplicación EDGE para el Edificio Cronos en su condición existente.....	128
Tabla 31. Medidas de eficiencia energética para la segunda corrida en la aplicación EDGE para el Edificio Cronos en su condición existente.....	129
Tabla 32. Tipos de edificios para certificación EDGE	144
Tabla 33. Información previa necesaria para alimentar la aplicación EDGE con datos específicos del proyecto por analizar	145

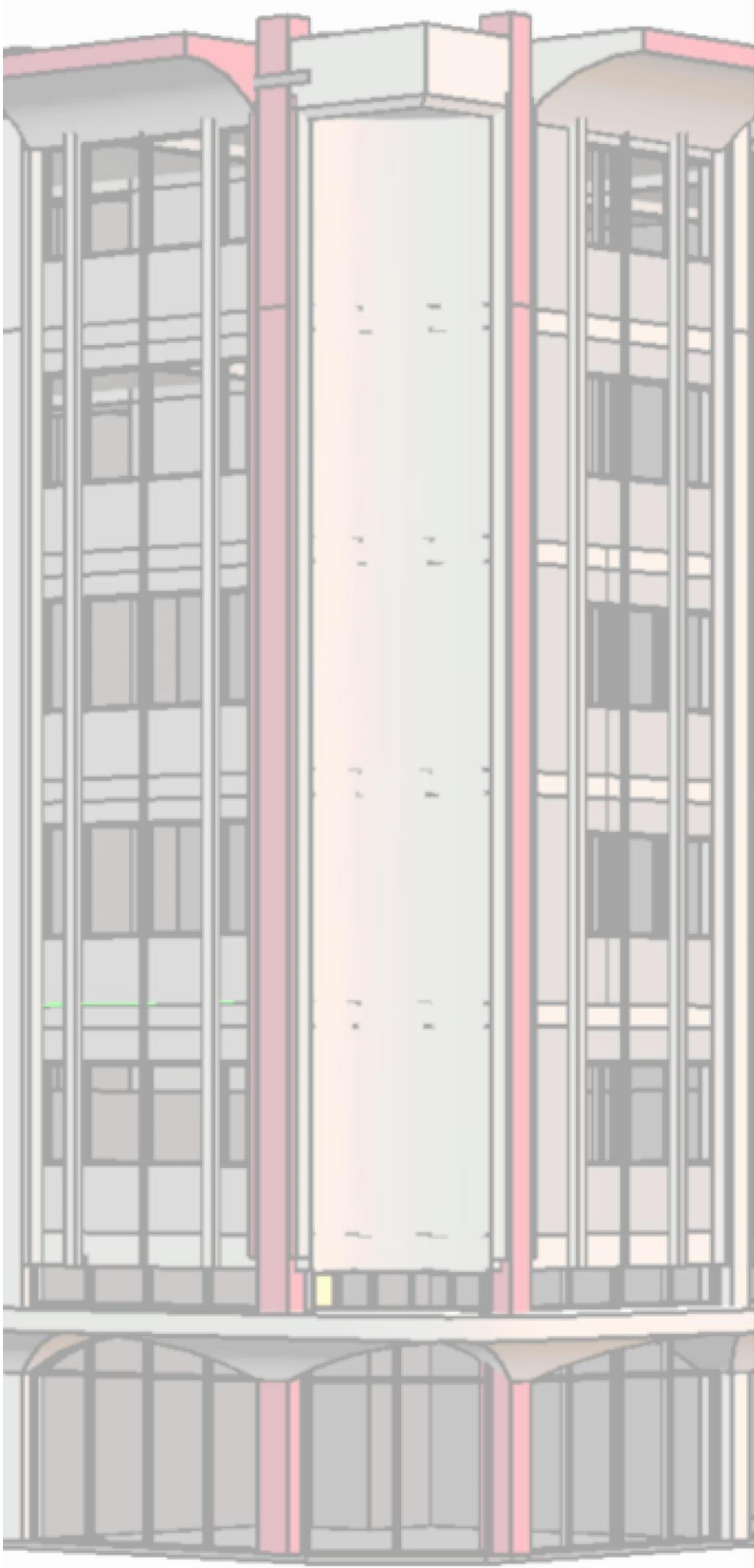
Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama metodológico del proyecto	28
Figura 2. Distribución de población asalariada que realizaba teletrabajo en el III trimestre de 2021 según rango de edad en años.....	37
Figura 3. Dos tipos de ventilación natural	38
Figura 4. Climograma de Baruch Givoni para climas muy cálido, templado y muy frío húmedos en Argentina.....	41
Figura 5. Distribución de la radiación solar en distintas circunstancias	42
Figura 6. Movimientos del sol a considerar en el análisis de iluminación con luz del día.....	45
Figura 7. Porcentaje de población asalariada que trabaja según la distribución de sus días de teletrabajo.....	47
Figura 8. Ubicación del Edificio Cronos en su entorno inmediato	73
Figura 9. Ubicación de estaciones meteorológicas cercanas al Edificio Cronos.....	74
Figura 10. Rosas de los vientos para los meses de febrero, marzo y abril	75
Figura 11. Distribución por nivel según ocupación actual del Edificio Cronos.....	76
Figura 12. Fotografías de la ocupación actual del Edificio Cronos	76
Figura 13. Aberturas para ventilación en la fachada este, condición existente	78
Figura 14. Aberturas para ventilación en la fachada sur, condición existente	78
Figura 15. Aberturas para iluminación en la fachada este, condición existente	80
Figura 16. Aberturas para iluminación en la fachada sur, condición existente	80
Figura 17. Áreas del tercer nivel, condición existente	82
Figura 18. Áreas del cuarto al sexto nivel, condición existente	82
Figura 19. Distribución por nivel según ocupación propuesta en el anteproyecto para el Edificio Cronos	84
Figura 20. Imágenes de la propuesta de anteproyecto para el Edificio Cronos	85

Figura 21. Aberturas para ventilación en la fachada este, según propuesta de anteproyecto	87
Figura 22. Aberturas para ventilación en la fachada sur, según propuesta de anteproyecto	87
Figura 23. Aberturas para iluminación en la fachada este, según propuesta de anteproyecto	89
Figura 24. Aberturas para iluminación en la fachada sur, según propuesta de anteproyecto	89
Figura 25. Áreas para el segundo y tercer nivel, propuesta de anteproyecto.....	91
Figura 26. Áreas del cuarto al sexto nivel, propuesta de anteproyecto	91
Figura 27. Dimensiones para considerar en una ventilación natural unilateral	95
Figura 28. Distribución simplificada de áreas para una suposición de dos soluciones habitacionales por nivel	102
Figura 29. Simulación de recorrido solar para el equinoccio de verano del 19 de marzo de 2024.	106
Figura 30. Imágenes tridimensionales de la simulación para iluminación del Edificio Cronos en su condición existente para el solsticio de invierno de 2024	107
Figura 31. Tendencia de separación perpendicular de la iluminancia en el tercer nivel, medida desde la abertura en la fachada este del Edificio Cronos	110
Figura 32. Tendencia de separación perpendicular de la iluminancia en el quinto nivel, medida desde la abertura en la fachada este del Edificio Cronos	111
Figura 33. Fotografía tomada en uno de los espacios para aula ubicado sobre el eje 2 para la fachada este en el tercer nivel.....	112
Figura 34. Fotografía tomada en uno de los espacios para aula ubicado sobre el eje 3 para la fachada este en el tercer nivel.....	112
Figura 35. Distribución simulada de iluminación en el tercer nivel del edificio en su condición existente para el 21/12/2024	113
Figura 36. Distribución simulada de iluminación en el quinto nivel del edificio en su condición existente para el 21/12/2024	113
Figura 37. Distribución simulada de iluminación en el tercer nivel del edificio en su condición existente para el 20/06/2024	114

Figura 38. Distribución simulada de iluminación en el quinto nivel del edificio en su condición existente para el 20/06/2024	114
Figura 39. Distribución simulada de iluminación en el tercer nivel del edificio en su condición existente para el 22/09/2024	115
Figura 40. Distribución simulada de iluminación en el quinto nivel del edificio en su condición existente para el 22/09/2024	115
Figura 41. Distribución simulada de iluminación en el tercer nivel del edificio en su condición existente para el 19/03/2024	116
Figura 42. Distribución simulada de iluminación en el quinto nivel del edificio en su condición existente para el 19/03/2024	116
Figura 43. Simulación del recorrido solar para el equinoccio de invierno ocurrido el 22 de setiembre de 2024	117
Figura 44. Distribución simulada de iluminación en el tercer nivel del edificio según propuesta de anteproyecto para el 21/12/2024	120
Figura 45. Distribución simulada de iluminación en el quinto nivel del edificio según propuesta de anteproyecto para el 21/12/2024	120
Figura 46. Distribución simulada de iluminación en el tercer nivel del edificio según propuesta de anteproyecto para el 20/06/2024	121
Figura 47. Distribución simulada de iluminación en el quinto nivel del edificio según propuesta de anteproyecto para el 20/06/2024	121
Figura 48. Distribución simulada de iluminación en el tercer nivel del edificio según propuesta de anteproyecto para el 22/09/2024	122
Figura 49. Distribución simulada de iluminación en el quinto nivel del edificio según propuesta de anteproyecto para el 22/09/2024	122
Figura 50. Distribución simulada de iluminación en el tercer nivel del edificio según propuesta de anteproyecto para el 19/03/2024	123
Figura 51. Distribución simulada de iluminación en el quinto nivel del edificio según propuesta de anteproyecto para el 19/03/2024	123

Figura 52. Resultado de la primera corrida de EDGE para el edificio en su condición existente con un ahorro de energía del 0.43%	126
Figura 53. Resultado de la primera corrida de EDGE para el edificio en su condición existente con un ahorro en el consumo de agua del 26.34%	127
Figura 54. Resultado de la primera corrida de EDGE para el edificio en su condición existente con una eficiencia de los materiales del 54.00%	128
Figura 55. Resultado de la segunda corrida de EDGE para el edificio en su condición existente con un ahorro de energía del 21.60%	129
Figura 56. Resultado de la primera corrida de EDGE para la propuesta de anteproyecto en el Edificio Cronos con un ahorro de energía del 4.42%	131
Figura 57. Resultado de la primera corrida de EDGE para la propuesta de anteproyecto en el Edificio Cronos con un ahorro en el consumo de agua del 16.67%	132
Figura 58. Resultado de la primera corrida de EDGE para la propuesta de anteproyecto en el Edificio Cronos con una eficiencia de los materiales del 71.00%	133
Figura 59. Resultado de la segunda corrida de EDGE para la propuesta de anteproyecto en el Edificio Cronos con un ahorro de energía del 54.61%	134
Figura 60. Resultado de la segunda corrida de EDGE para la propuesta de anteproyecto en el Edificio Cronos con un ahorro en el consumo de agua del 21.68%	135
Figura 61. Proceso de certificación EDGE	147



Introducción

Problema

Objetivos

Metodología

Introducción

El desarrollo de infraestructura con un enfoque sostenible es una tendencia mundial que va tomando auge y relevancia. Sin embargo, la infraestructura existente también tiene una importante oportunidad de participación, mediante los análisis de ciclo de vida y sostenibilidad, para contribuir con aportes positivos al medio ambiente.

La reutilización de la infraestructura existente con un segundo uso distinto del original con el que fue concebido es una de esas aristas ambientalmente amigables, que permite aumentar la vida útil de un inmueble y, por que no, incluir ciertas modificaciones estructurales y arquitectónicas que introduzcan criterios como iluminación y ventilación naturales dentro de su operación y mantenimiento.

El Edificio Cronos en el Centro Histórico de San José es uno de esos casos. Es una estructura concebida para albergar comercio, oficinas y bodegas; sin embargo, existe la posibilidad de transformarlo con soluciones habitacionales como un nuevo uso.

El presente proyecto de graduación analizará la condición actual del edificio y la comparará con una propuesta de modificación para ser utilizado como residencias tipo “co-living” y “co-housing”. Los parámetros por evaluar serán la iluminación y la ventilación naturales, vistos desde la perspectiva de los estándares ASHRAE, con modelación virtual para la iluminación y análisis arquitectónico de espacios para la ventilación.

Si bien la intervención propuesta para la adaptación del edificio plantea cambios arquitectónicos de fachadas y distribución arquitectónica que requieren de un análisis estructural, el alcance del presente trabajo no evalúa esta condición, si no que, por el contrario, abre la posibilidad de un nuevo estudio para realizar el análisis estructural de esta modificación.

El desarrollo de la propuesta se realiza mediante la identificación inicial de la normativa ASHRAE aplicable, así como la determinación de los parámetros necesarios para el ejercicio académico con la certificación EDGE©.

Una vez establecidas las referencias anteriores, se procede con la caracterización del edificio, tanto en su condición actual con oficinas, como con la propuesta de modificación futura con soluciones habitacionales. En ambos casos se mantiene el primer nivel con uso comercial como se encuentra en la actualidad.

La ventilación natural se analiza con los parámetros espaciales que establece el estándar ASHRAE. Para la iluminación natural se añade una simulación virtual de la iluminancia para comparar los resultados con el estándar ASHRAE.

Posteriormente se realiza el ejercicio académico para optar por la certificación EDGE© y se realizan propuestas que permitirían optar por la certificación con cambios operativos dentro del edificio.

Al final, la sección de conclusiones y recomendaciones resume los hallazgos y propuestas desarrollados a lo largo del análisis del proyecto. Se destaca la importancia de las consideraciones de diseño que pueden ser implementadas sobre una estructura existente para acondicionarla a un servicio de operación y mantenimiento más eficiente y en consecuencia, con mejor desempeño ambiental.

El problema

La transformación de estructuras existentes, construidas y concebidas desde una perspectiva donde la sostenibilidad no era un parámetro de diseño, es un ejercicio y un reto técnico importante.

Si bien los conceptos de iluminación y ventilación naturales, entre otros, no son nuevos, la estimación y valoración paramétrica de estos criterios sí tienen referencias más recientes e incorporan rangos de aceptación con límites establecidos según el uso que se dé a las edificaciones.

Adicionalmente, se han desarrollado procedimientos y parámetros de referencia que analizan los proyectos desde una perspectiva sostenible y certifican si ese proyecto cumple, en una medida específica, con los requisitos establecidos para ser certificado como tal.

En este trabajo se entrelazan los conceptos mencionados en los tres párrafos anteriores y se desarrollará el análisis del Edificio Cronos, situado en el Centro Histórico del cantón de San José, Costa Rica, existente, construido para uso comercial en su primer nivel y para bodegas y oficinas en los pisos superiores. La intención es transformar este edificio, manteniendo el uso comercial en el primer nivel, pero ofreciendo soluciones habitacionales en los pisos superiores.

Esta transformación se analizó con base en la propuesta desarrollada por el estudiante de arquitectura Sebastián Zamora, la cual incorpora criterios de ventilación e iluminación naturales, que serán evaluados con base en modelos virtuales y normas vigentes para determinar su cumplimiento.

Si bien el análisis del este edificio desde la perspectiva sostenible es importante, se agregan la importancia e interés de la Municipalidad de San José para ofrecer opciones habitacionales que permitan repoblar el centro de la capital costarricense.

La salida de residentes en el centro de San José se ha registrado en los últimos censos poblacionales. La pandemia por COVID-19 acentuó la migración y cambió el patrón de los usuarios. Destacan la ausencia de una oferta habitacional adecuada y la transformación de la ciudad en un centro de comercio y de servicios.

Según Bolaños, F. M. (2023), con base en esta fuga de ocupación residencial, nace la iniciativa San José RISE (Reactivación Inmobiliaria del Centro Histórico de San José a partir de plataformas tecnológicas alternativas). Esta estudia la posibilidad de transformar inmuebles que se encuentran subutilizados y deteriorados, en nuevas opciones de vivienda para suplir las necesidades de los usuarios, la implementación del teletrabajo, tanto para el sector privado como para el público, requiere adaptaciones en el modelo tradicional residencial.

El desarrollo de estas soluciones habitacionales requiere de un análisis sostenible, desde los ámbitos social, económico y ambiental. El esfuerzo debe enfocarse en el aumento de la densidad poblacional con oferta residencial vertical. Un núcleo urbano consolidado fomenta la caminata, en lugar del automóvil, como medio de desplazamiento. La transformación permitirá utilizar la naturaleza como eje de desarrollo. Finalmente, la inversión económica particular debe ser factible para los usuarios del modelo.

Dentro del mercado meta se tienen los empleados que teletrabajan (después de la pandemia el 60.2% lo hace desde su vivienda, el 21.6% alterna con labor presencial y el 18.2% regresó a labor presencial - INEC), los “nómadas digitales” (con 18856 personas identificadas en Costa Rica a junio 2023 – La República), los adultos mayores con necesidades de vivienda compartida (población mayor a 65 años en 2023 es del 10% de la población total y se proyecta al 17.6% para 2043 - INEC); entre otros posibles.

En resumen, la búsqueda de repoblar el Centro Histórico de San José mediante la oferta de residencias con altos parámetros de servicio y comodidad, accesibles en costo y amigables con el ambiente; requiere analizar desde la perspectiva sostenible, la factibilidad de implementar transformaciones estructurales y arquitectónicas, que permitan certificar el cumplimiento de estándares ambientales como los valorados mediante la certificación EDGE©, así como la demostración virtual mediante modelos analíticos, la incidencia de parámetros climáticos como la iluminación y la ventilación naturales.

Objetivos

Alcance.

Como se estableció en la definición del problema, este estudio pretende evaluar la posibilidad de transformar el uso de oficinas en los pisos superiores del Edificio Cronos a soluciones habitacionales, manteniendo el primer nivel con uso comercial. Se utiliza un enfoque bioclimático sostenible con el fin de contribuir con el mejoramiento ambiental de la ciudad de San José y sus habitantes.

La aplicación de un modelo sobre el Edificio Cronos en el Centro Histórico de San José, Costa Rica, al utilizar la aplicación gratuita de la certificación EDGE®, permite evaluar una propuesta de modificación establecida con el anteproyecto del estudiante Sebastián Zamora para la remodelación.

La valoración normativa se utiliza desde la perspectiva prescriptiva, dejando de lado el enfoque de diseño dado que no se pretende una intervención mayor de la estructura ni su demolición.

Objetivo general.

Validar la propuesta de uso habitacional en el Edificio Cronos por medio de un modelo de adaptación y control bioclimático, en concordancia con los estándares ASHRAE y los parámetros de evaluación para la certificación EDGE®.

Objetivos específicos.

- a. Evaluar el comportamiento bioclimático del Edificio Cronos en función de los estándares ASHRAE para la comprobación de los parámetros normativos en el confort del usuario.
- b. Comprobar el cumplimiento de los requisitos establecidos en la plataforma digital EDGE© para la valoración y factibilidad de obtener esta certificación ambiental para el Edificio Cronos.
- c. Determinar el comportamiento bioclimático del Edificio Cronos con la propuesta del anteproyecto para su implementación como medida ambientalmente amigable.

Limitaciones.

- a. El Edificio Cronos se encuentra totalmente alquilado y sólo se permitió realizar el levantamiento arquitectónico para el tercer nivel. En este nivel se localizan las oficinas administrativas del edificio y las aulas y oficinas del instituto de aprendizaje ITB Internacional. Para los niveles del cuarto al sexto, la distribución se estimó mediante observación con cubículos para centro de llamadas con una altura de 1.30 m y un espacio horizontal de 1.00 m x 1.00 m.
- b. La normativa ASHRAE utilizada establece claramente que los criterios normados no deben ser utilizados para reducir, eludir o burlar ningún requerimiento de seguridad, salud o requisito ambiental, es decir, los cálculos y referencias son posibilidades de diseño, pero siempre deben compararse, en caso de que existan, con los valores de referencia en la normativa local y debe prevalecer el valor más restrictivo.
- c. La condición existente del edificio se utilizó como referencia para valorar parámetros únicamente prescriptivos. No se consideraron criterios de diseño que podrían involucrar una intervención estructural del edificio, lo cual se encuentra fuera del alcance de este proyecto.

- d. El análisis para ventilación natural se realizó únicamente para ventilación unilateral. La distribución arquitectónica del edificio, tanto en la condición existente como en el planteo del anteproyecto, no presenta posibilidades de ventilación cruzada con aberturas en lados opuestos de los aposentos.
- e. No se verificaron las tasas de recirculación para ventilación en los servicios sanitarios y duchas por estar fuera del alcance de ventilación que se analizó.

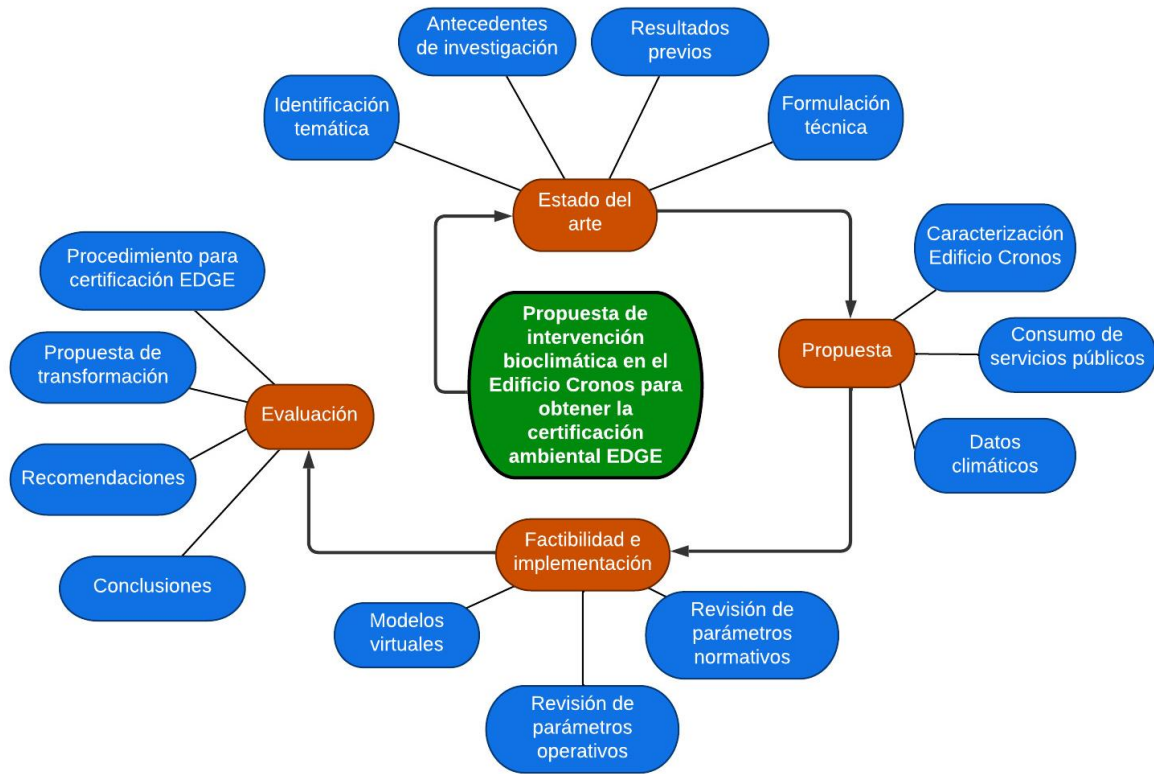
Metodología

La estructura de este trabajo final de maestría se divide en cuatro fases generales. La secuencia del proceso de investigación, modelación y obtención de resultados se enumera de la siguiente forma:

- a. Primero se define el estado del arte para establecer la plataforma teórica del tema.
- b. Luego se desarrolla la propuesta para definir las condiciones operativas en el Edificio Cronos, tanto en su condición existente, como con base en el anteproyecto de transformación propuesto.
- c. Posteriormente se realiza el análisis de factibilidad e implementación mediante la observación de modelos y cálculos que proporcionen información de cumplimiento con base en los estándares ASHRAE y la certificación EDGE©.
- d. Y finalmente, según la evaluación de los modelos se realiza una estimación para la propuesta bioclimática junto con el análisis correspondiente que derive en conclusiones y recomendaciones para la intervención del edificio y obtener, potencialmente, la certificación ambiental EDGE©.

En la Figura 1 se muestra un diagrama de ejecución para el proyecto desarrollado.

Figura 1. Diagrama metodológico del proyecto



Estado del arte.

Como base de inicio se establece una plataforma teórica para el proyecto. Esta base se divide en cuatro secciones que resumen conocimiento existente según el siguiente detalle:

- Identificación temática. Muestra contenido de interés con las principales características para el tema por desarrollar.
- Antecedentes de investigación. Expone la revisión de datos e información relacionada con la propuesta de investigación, hace referencia a los avances en el tema.
- Resultados previos. Revela resultados, limitaciones, fortalezas y debilidades según los estudios de referencia consultados.
- Formulación técnica. Los criterios normativos se analizan a través de los siguientes cuatro documentos de la normativa aplicable disponible:

- i. Estudio e identificación de los parámetros técnicos que determina el estándar ANSI/ASHRAE 62.1-2022 en cuanto a la ventilación y calidad interna del aire para edificios en general.
- ii. Estudio e identificación de los parámetros técnicos que determina el estándar ANSI/ASHRAE 62.2-2022 en cuanto a la ventilación y calidad interna del aire para edificios residenciales.
- iii. Estudio e identificación de los parámetros técnicos que determina el estándar ANSI/ASHRAE 90.1-2022 en cuanto a los requerimientos de iluminación interior.
- iv. Estudio e identificación de los parámetros operativos que requiere la aplicación de la certificación EDGE® para optar por este reconocimiento sostenible.

Propuesta.

En este apartado se desarrollan los parámetros operativos del Edificio Cronos en su condición existente y se plantean los equivalentes según la propuesta de anteproyecto en estudio.

El análisis de las condiciones operativas se detalló según los siguientes parámetros:

- a. Dimensiones y proporciones del edificio.
- b. Consumo de servicios públicos: agua, electricidad y combustible.
- c. Datos climáticos característicos para la zona.

Factibilidad e implementación.

El análisis de caso se realiza mediante la comparación de parámetros operativos para dos condiciones en el Edificio Cronos. En primera instancia se valora el edificio en su condición existente. Posteriormente se analiza suponiendo la implementación del anteproyecto planteado, el

cual cambia el uso actual de oficinas y bodegas a soluciones residenciales mediante la implementación de una remodelación integral en el inmueble.

a. Revisión de parámetros normativos.

Se realiza la revisión conceptual, según las condiciones existentes del edificio y con las condiciones propuestas de anteproyecto, para la influencia de la ventilación natural sobre los aposentos internos del inmueble según los parámetros del estándar ASHRAE.

b. Modelado de parámetros operativos.

Se realizan corridas de modelación para las condiciones existentes del edificio y para las condiciones propuestas de anteproyecto con el fin de determinar la influencia de la luz solar en la iluminación natural del edificio.

c. Intervención bioclimática.

Finalmente, se analiza la información básica a través de la aplicación gratuita EDGE© para ambas condiciones, actual y de anteproyecto, lo que permite comparar resultados, obtener conclusiones y ofrecer recomendaciones para una intervención bioclimática en el Edificio Cronos.

Evaluación.

Con base en los resultados obtenidos se llega a conclusiones sobre las valoraciones realizadas y se emiten recomendaciones sobre la implementación de la transformación del uso en el Edificio Cronos.

Resultados esperados.

- a. Formular una transformación bioclimática para el Edificio Cronos.
- b. Establecer un procedimiento paso a paso para optar por la certificación EDGE©.



**Estado
del Arte**

Estado Del Arte

Identificación temática

La investigación y aprendizaje sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) introducen conceptos y principios aplicables en muchísimos ámbitos de la vida diaria, ver la Tabla 1 como referencia.

Sin embargo, al tomar un enfoque desde las perspectivas de la ingeniería y la arquitectura, toman relevancia criterios como la planificación urbana, la convivencia con el ambiente y el mejoramiento de las condiciones operativas de la infraestructura, tanto existente como nueva.

Un proyecto como San José RISE involucra diversos aspectos que requieren ser analizados desde las perspectivas supra mencionadas y trabajos como el presente permiten iniciar el desarrollo de la investigación que conduce a la consecución de soluciones sostenibles.

La definición de los problemas que enfrenta el Centro Histórico de San José en cuanto a su planificación territorial, uso de suelo y ocupación es un esfuerzo realizado por el Instituto Tecnológico de Costa Rica en conjunto con la Municipalidad de San José.

La identificación de diversos inmuebles que se encuentran subutilizados según su conceptualización de uso actual, ya sean locales comerciales, oficinas o bodegas; ha permitido enfocar esfuerzos en busca de la transformación de esos bienes.

Con el afán de encontrar un segundo aire en la ciudad capital, se han contactado diversos propietarios y se les ha presentado una alternativa para convertir esas edificaciones en soluciones habitacionales.

Dentro de las características a considerar se requieren levantamientos estructurales y arquitectónicos para los distintos edificios que se pretende transformar.

El estudio de las condiciones existentes en términos de los conceptos de sostenibilidad como iluminación y ventilación naturales, entre otros, son de vital importancia para la valoración de posibles escenarios, a nivel de anteproyecto, para considerar la transformación de uso que se idealiza.

Dado que el cambio climático es un tema cada día con mayor vigencia y que el aprovechamiento de los recursos naturales, con una conceptualización de economía circular desde la cuna hasta la tumba para el uso y disposición de los materiales de construcción, la valoración con parámetros de sostenibilidad para edificaciones existentes y que puedan ser transformadas para un nuevo uso se torna sumamente relevante.

Antecedentes de investigación

Evidencia empírica.

Para este proyecto de graduación, se tenían insumos disponibles sobre levantamiento del Edificio Cronos en su condición existente, así como un planteamiento de anteproyecto para la transformación del inmueble en soluciones habitacionales, ambas desarrolladas como trabajo de un curso de taller de diseño para la carrera de arquitectura y urbanismo en el TEC.

Se tuvo la oportunidad de visitar el inmueble, levantar con mayor detalle la distribución de oficinas para el tercer nivel y observar la distribución general de los espacios para centros de llamadas para los que se arriendan los niveles cuarto, quinto y sexto.

Adicionalmente se tuvo acceso a los recibos de servicios públicos, con los que se pudo determinar el consumo de agua y electricidad para el último año en el edificio.

Durante la visita se observó una climatización en el edificio a través de aire acondicionado, ya fuera con unidades generales por piso o individuales por aposento u oficina.

De forma similar se observó que la iluminación tenía aprovechamiento natural en los sectores cercanos a las ventanas de las fachadas sur y este, pero que una vez se llegaba a la primera pared interna se requería de iluminación artificial.

Para el desplazamiento vertical dentro del edificio existen gradas y dos ascensores, estos últimos disponibles de forma simultánea para la atención de los usuarios.

Evidencia metodológica.

Como referencia documental para el proyecto se realizó una investigación de fuentes confiables y fidedignas, que aportaran información concluyente y criterios de valoración para el trabajo a desarrollar.

La revisión bibliográfica de documentos virtuales como artículos de revistas técnicas, ponencias en seminarios, documentos de investigación científica y trabajos finales de graduación en diferentes instituciones de educación superior; arrojó una serie de criterios que se detallan a continuación.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) desde la perspectiva del proyecto

La ONU apoya los ODS en Costa Rica desde 2016 cuando se convierte en el primer país a nivel mundial que firmara un Pacto Nacional por el Avance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Indica la página web [Objetivos de Desarrollo Sostenible | las Naciones Unidas En Costa Rica](#), s. f.; que “El Pacto Nacional promueve mejorar la calidad de vida y bienestar de la población costarricense a través del trabajo conjunto de las y los actores firmantes, así como la movilización de recursos disponibles para el cumplimiento de estos objetivos.”




Con ese compromiso, San José RISE pretende un cambio de uso para transformar edificios existentes en soluciones habitacionales, que permita ofrecer alternativas para repoblar el centro de la ciudad capital costarricense y que se refleje en la consecución de los ODS.




Según Objetivos de Desarrollo Sostenible | las Naciones Unidas En Costa Rica, s. f., para nuestro país, las prioridades estratégicas son:

- a. Una Costa Rica inclusiva
- b. Una gobernanza centrada en las personas y sus derechos
- c. Una prosperidad compartida
- d. Fuertes ante las adversidades

Con base en estas prioridades y los conceptos generales de los ODS, se establecen aplicaciones para el proyecto en la Tabla 1.

Tabla 1. Relación de los ODS con el proyecto

ODS	Concepto general	Aplicación al proyecto
	Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades	<ol style="list-style-type: none"> a. Elementos como ventilación e iluminación naturales son fuentes de bienestar y salud que se pretenden incorporar al Edificio Cronos b. Dentro de la conceptualización de San José RISE se considera una oferta habitacional económicamente accesible para el mercado meta c. La posibilidad de desarrollar comunidades en cada edificio permite pensar en los beneficios de la organización comunal
	Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos	<ol style="list-style-type: none"> a. La energía solar es un recurso gratuito cuyo aprovechamiento cada día es mayor a través del desarrollo tecnológico de avanzada en la materia b. La ubicación geográfica de Costa Rica garantiza una exposición a la luz solar durante todos los días del año
	Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación	<ol style="list-style-type: none"> a. La transformación del edificio destaca la oportunidad de adaptación para recuperar su uso continuo b. La remodelación que se aplique deberá considerar las necesidades del mercado meta e innovar para satisfacer los distintos perfiles habitacionales que se identifiquen

ODS	Concepto general	Aplicación al proyecto
 <p>11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES</p>	Lograr que las ciudades y asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resistentes y sostenibles	<ul style="list-style-type: none"> a. El funcionamiento operacional de un edificio habitacional debe incorporar detalles inclusivos para brindar las mismas oportunidades a todo tipo de personas, de esta forma podrán desarrollarse al máximo de sus capacidades b. La transformación que se plantea para el edificio debe garantizar la seguridad de sus ocupantes y mantener o aumentar la resistencia estructural del inmueble c. La incorporación del aprovechamiento de la iluminación y la ventilación naturales hace que el edificio se vuelva más sostenible que con su operación actual.
 <p>12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES</p>	Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles	<ul style="list-style-type: none"> a. El consumo energético del edificio se verá mejorado mediante la incorporación de iluminación y ventilación naturales b. El diseño de anteproyecto para la remodelación del edificio deberá incorporar conceptos de economía circular para la selección de nuevos materiales a utilizar
 <p>13 ACCIÓN POR EL CLIMA</p>	Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos	<ul style="list-style-type: none"> a. El repoblamiento del centro de San José con una buena oferta habitacional incidirá en una reducción del uso del transporte si se considera la posibilidad de desplazarse al centro de trabajo caminando b. Esa misma oferta habitacional bien conceptualizada en el aprovechamiento de la iluminación y ventilación naturales para servicios teletrabajables, redundará en la disminución del consumo energético

Nota: Los logotipos el Concepto general se transcriben literalmente de Objetivos de Desarrollo Sostenible | las Naciones Unidas En Costa Rica, s. f.

Aspectos investigados para el repoblamiento

El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), (2022) publicó los resultados de una encuesta continua de empleo donde valoró el teletrabajo y el uso de plataformas digitales como una nueva modalidad laboral.

Dentro de los aspectos relevantes para este estudio, destacan la cantidad de tiempo que se invierte en teletrabajo, así como la calidad y bienestar laboral de las personas. Esta combinación de

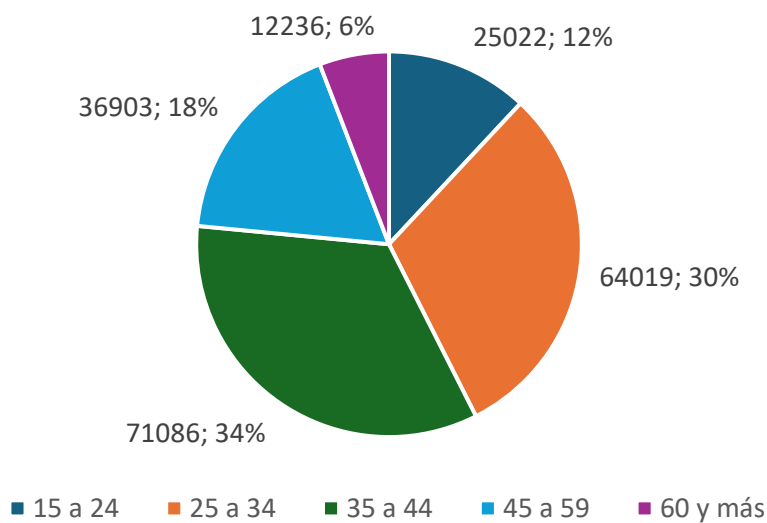
factores incidirá directamente en la decisión positiva de comprar o alquilar una solución habitacional que sea funcional para sus intereses. Destaca de la información consignada, el rango de las edades que realizaban teletrabajo para tercer trimestre de 2021, según se observa en la Tabla 2 y se visualiza en la Figura 2.

Tabla 2. Población asalariada que realizaba teletrabajo en el III trimestre de 2021 según rango de edad

Edad (años)	Personas	Porcentaje
15 a 24	25022	12.0%
25 a 34	64019	30.6%
35 a 44	71086	34.0%
45 a 59	36903	17.6%
60 y más	12236	5.8%
Total	209266	100.0%

Nota. Adaptado del Cuadro 1 INEC (2022, p. 20)

Figura 2. Distribución de población asalariada que realizaba teletrabajo en el III trimestre de 2021 según rango de edad en años



Fuente: Tabla 2

En junio de 2023 cuatro estudiantes del TEC analizaron en su trabajo final de graduación las necesidades de las personas adultas mayores para considerar su vivienda de retiro en el cantón Central de San José utilizando el “Modelo Cohousing”.

Cortés Solano et al. (2023) resumen este modelo definiéndolo como:

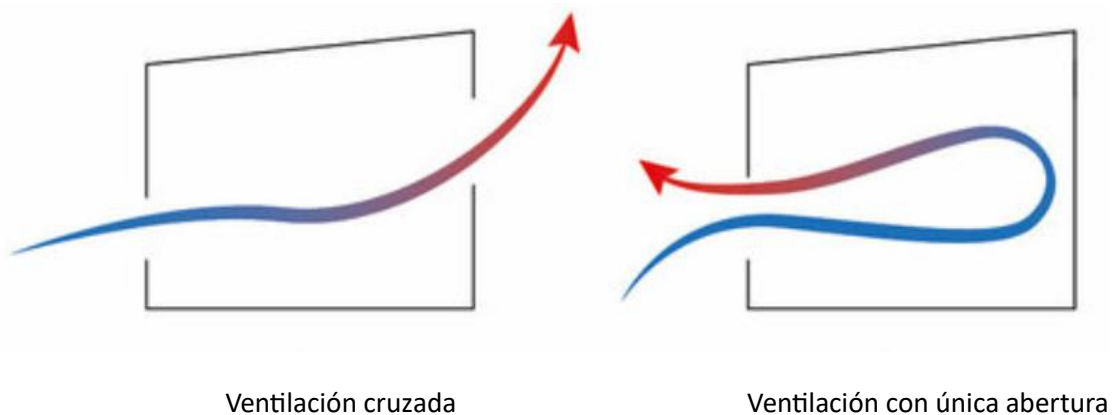
... hogares individuales con áreas e instalaciones compartidas tales como cocina, comedores, bibliotecas, lavanderías, gimnasios, jardines, entre otros donde el objetivo de su diseño y distribución de espacios es mejorar el contacto social, de manera que cada uno de estos elementos debe contar con condiciones óptimas para la interacción social...

... una de las características recurrentes es la limitación de autos para preservar las áreas naturales y zonas verdes, y de igual manera, es común que los residentes cuenten con un sistema compartido de transporte (autos y/o bicicletas disponibles) (p. 14)

Aspectos investigados para la ventilación natural

El flujo natural de aire tiene su dirección desde lo fresco hacia lo caliente. Dada la configuración del Edificio Cronos, la ventilación se produce a través de una única abertura, no obstante, lo ideal sería propiciar la ventilación cruzada. En la Figura 3 se observan diagramas en corte vertical de los flujos.

Figura 3. *Dos tipos de ventilación natural*



Nota: Adaptado de Ventilación Natural (s. f.)

Mercado et al. (2018) publicaron en la Revista Hábitat Sustentable un estudio sobre el efecto de la ventilación natural en el consumo energético de un edificio bioclimático.

Destaca la referencia de que “las interacciones del usuario con el funcionamiento de las ventanas son importantes para lograr condiciones de confort térmico aceptables para aquellos edificios en los que se han considerado en su diseño estrategias pasivas, tales como ventilación natural.” (Mercado et al. 2018, p. 56)

En octubre del año 2021 se realizaron simultáneamente en Brasil el XVI Encuentro Nacional sobre Confort en el Entorno Construido y el XII Encuentro Latinoamericano sobre Confort en el Entorno Construido. Ambos eventos buscan la difusión y desarrollo de los principios bioclimáticos mediante la aplicación de estrategias pasivas en un entorno construido.

Una de las ponencias presentó un estudio de diagnóstico para valorar la ventilación a partir de la comparación de los registros en estaciones meteorológicas cercanas con datos medidos en sitio. Mediante la correlación de ambos registros se calculan coeficientes de eficiencia de ventilación según rangos de velocidad y dirección del viento.

Destaca la investigación de Orozco Mesa et al. (2021) que, según trabajos previos, el monitoreo de largo plazo en el trópico mide muchas veces el mismo fenómeno, por lo que hacer campañas de monitoreo de corto plazo es suficiente para obtener datos con igual fiabilidad que una campaña anual.

Para noviembre de ese mismo año 2021, se desarrolla el XXVIII Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente, destaca para nuestro interés la presentación de los resultados para el proyecto de investigación denominado “Simulación de Estrategias Bioclimáticas Pasivas de Refrescamiento, de Bajo Costo, para el Reacondicionamiento de una Institución Educativa (Orán, Argentina)”.

Se introduce el trabajo con el concepto de edificio bioclimático como aquel que

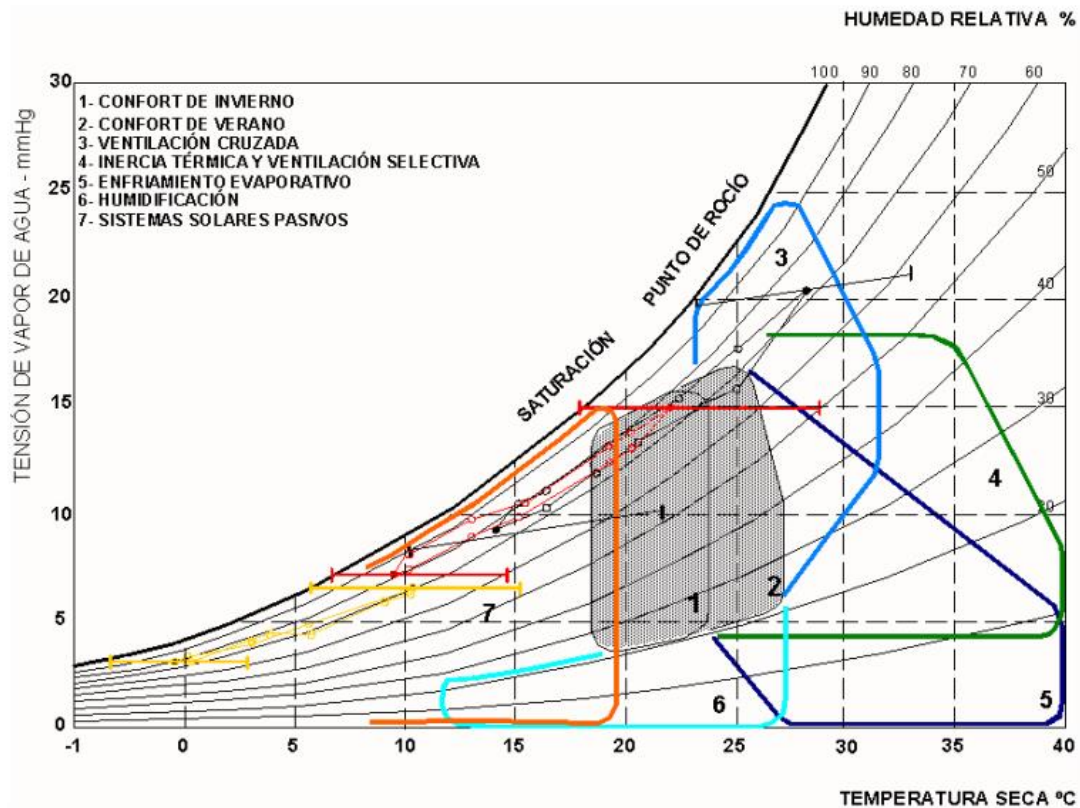
... busca crear un ambiente confortable para sus habitantes durante toda su permanencia, razón por la cual es necesario considerar todos los elementos en su conjunto: condiciones climáticas del lugar a lo largo del año, estudio del contexto, orientación de la construcción, estructuras, cerramientos, instalaciones, revestimientos, entre otros (Mendoza et al., 2021, p. 1).

Dentro de los aspectos de diseño bioclimático se mencionan el emplazamiento topográfico y las orientaciones solar y eólica del edificio, entre otros. Se menciona la necesidad de utilizar herramientas de simulación y el monitoreo experimental para modelar y tratar de predecir el comportamiento futuro del edificio, bajo condiciones distintas.

Dentro de las estrategias pasivas que se simulan en la investigación destacan: ventilación cruzada nocturna y protección de la radiación solar con sombreado de ventanas, techo y paredes.

Para la selección de estrategias apropiadas en el edificio analizado en el estudio, se utilizó el climograma de Baruch Givoni para Argentina. Este tipo de herramientas deben ser desarrolladas para nuestro país. Se aporta la imagen correspondiente, Figura 4, como referencia para futuras investigaciones nacionales.

Figura 4. Climograma de Baruch Givoni para climas muy cálido, templado y muy frío húmedos en Argentina



Nota: Tomado de la Figura 1, Mendoza et al. (2021, p.2)

Aspectos investigados para la iluminación natural

Según la guía de iluminación del Comité Español de Iluminación (CEI) et al. (2005):

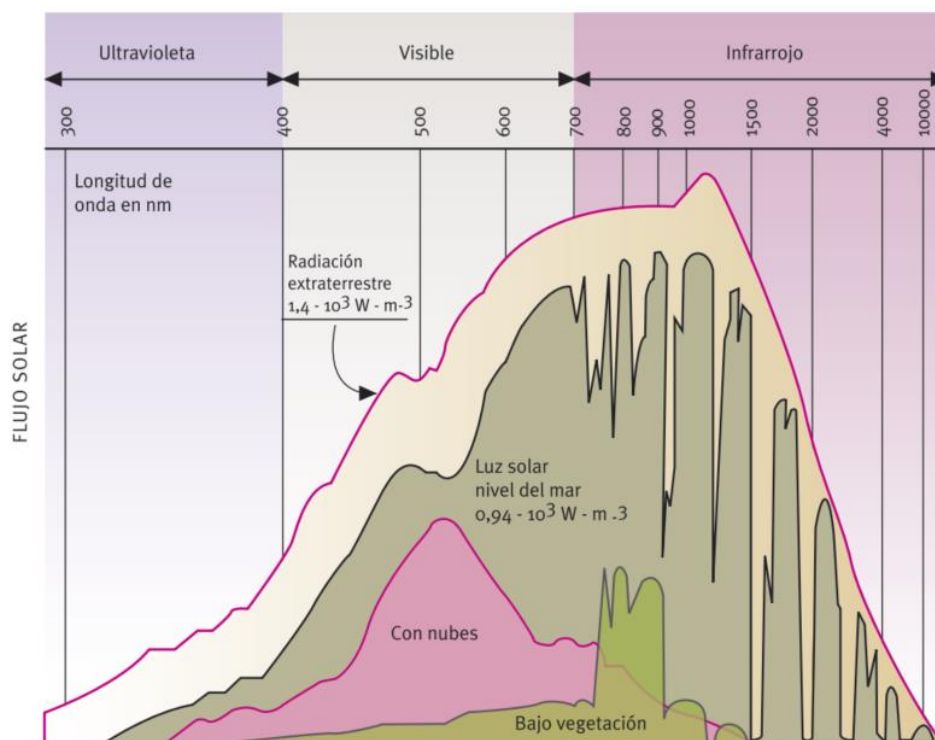
La luz natural es una fuente luminosa muy eficiente que cubre todo el espectro visible, que proporciona un rendimiento de colores perfecto, con variaciones de intensidad, color y distribución de luminancias, con una dirección variable de la mayor parte de la luz incidente.

La disponibilidad y características de la luz natural dependen de la latitud, meteorología, época del año y del momento del día. (p. 13)

... las variaciones continuas en la disponibilidad de luz natural requieren dispositivos de apantallamiento adaptables y sistemas de alumbrado eléctrico para mantener las relaciones y variaciones de luminancia en el interior dentro de límites aceptables. (p. 15)

Dado que la energía luminosa se compone de tres partes: la radiación infrarroja, la luz visible y la radiación ultravioleta; es de interés valorar la incidencia de la luz visible. El Comité Español de Iluminación (CEI) et al. (2005) establece que “La energía que llega al nivel del mar suele ser radiación infrarroja (49%), luz visible (42%) y radiación ultravioleta (9%)” (p. 16). La distribución de la radiación solar se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Distribución de la radiación solar en distintas circunstancias



Nota: Tomado de la Figura 1.5, CEI et al., 2005, p. 15

Las radiaciones, infrarroja y ultravioleta, tienen efectos negativos que deben ser controlados. Según el Comité Español de Iluminación (CEI) et al. (2005), la radiación ultravioleta produce reacciones fotoquímicas que pueden decolorar el pigmento de los objetos con color y la

radiación infrarroja podría calentar la superficie expuesta de los objetos hasta provocar su deterioro, también se le atribuye ser la causa principal del calentamiento de los espacios internos. En ambos casos se recomienda la utilización de filtros en los vidrios de las ventanas.






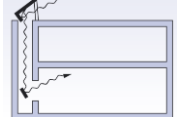
Dado que se busca la iluminación de los interiores del edificio, se refieren dos tipos de interacción para este criterio. Por un lado, la interacción del edificio con su espacio circundante, donde pueden tenerse espacios con obstáculos o espacios abiertos con cielo luminoso. Por otro lado, la interacción del edificio con el espacio interior que recibe la luz natural.

Para ambos criterios resulta importante la localización del edificio para medir la disponibilidad de luz solar. La ubicación de las fachadas es determinante, donde las que se ubican al norte reciben una menor incidencia que aquellas ubicadas al sur, o si se consideran al este o al oeste, donde las primeras reciben luz de la mañana y las segundas, luz de la tarde.

Otro criterio relevante que debe considerarse en el diseño se refiere a la profundidad del edificio. Influyen la altura de la parte superior de la ventana y el ancho del espacio interior que se desea iluminar.

La captación de luz natural, aparte de la universalmente utilizada ventana, se puede realizar por medio de componentes específicos que, según su diseño e implementación, permiten incorporar luz dentro de las edificaciones. Según información descriptiva del Comité Español de Iluminación (CEI) et al. (2005, p. 42 a 45), en la Tabla 3 se muestran algunos elementos que se utilizan para captar luz natural en las edificaciones con su descripción.

Tabla 3. Algunos elementos de captación para luz natural

Tipo	Descripción	Imagen representativa
Galería	Espacio cubierto unido a una edificación. Puede estar abierto al exterior o cerrado con cristales de forma lateral. Permite el ingreso de luz por elementos de paso con iluminación reducida y de bajo contraste.	
Porche	Espacio cubierto unido a una edificación a nivel de suelo y abierto al entorno exterior que brinda protección contra la radiación solar directa y la lluvia.	
Patio	Espacio encerrado perimetralmente por las paredes de uno o varios edificios. Su ventaja es que tiene propiedades de iluminación similares al del espacio exterior abierto.	
Atrio	Espacio cubierto con materiales transparentes y cerrado por las paredes de una edificación. Su impacto en el alumbrado natural es reducido porque proporciona un contraste bajo en relación con los espacios conectados.	
Conducto de luz	Permite conducir la luz natural dentro de una edificación a espacios que no están unidos con el exterior. Contiene superficies con materiales reflectantes que permiten redirigir la luz natural difusa hacia abajo.	
Conducto solar	Permite reflejar haces solares en espacios oscuros mediante superficies recubiertas muy reflectantes como espejos, aluminio o superficies muy pulidas y pintadas.	

Nota. Adaptado de Comité Español de Iluminación (CEI) et al. (2005, p. 42 a 45)

Montero-Vega y Camacho-Leitón (2013) desarrollaron su proyecto de graduación con un sistema de iluminación natural para interiores adaptado al clima costarricense.

Se plantea en los antecedentes del trabajo que:

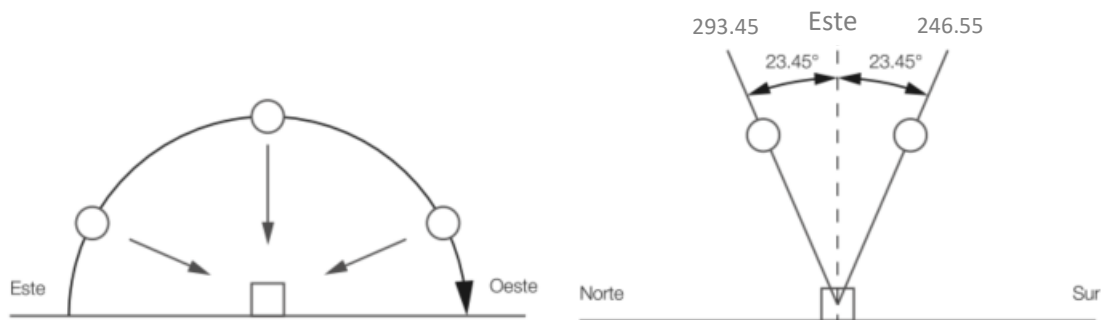
En el contexto latitudinal de los trópicos, donde se encuentra Costa Rica, el consumo energético de los edificios atiende en gran medida a la necesidad de iluminar

artificialmente un alto porcentaje de espacios internos en periodos de horas diurnas, durante las cuales se desaprovecha el enorme potencial energético de la iluminación natural. (Montero-Vega y Camacho-Leitón, 2013, p. 4)

Toman en cuenta el comportamiento de la luz a nivel de reflexión, refracción, transmisión y absorción; para considerar la iluminancia (potencia de radiación luminosa recibida por unidad de superficie) que se mide en luxes (lx).

Otro de los factores importantes que se deben tomar en cuenta es el movimiento del sol, donde la dirección este-oeste varía diariamente y de norte a sur varía anualmente, según Equinoccios y Solsticios (s. f.), el sol sale 23.45° hacia el sur del este en el solsticio de diciembre y 23.45° hacia el norte del este en el solsticio de junio, como se observa en la Figura 6.

Figura 6. Movimientos del sol a considerar en el análisis de iluminación con luz del día



Nota: Adaptado de Montero-Vega y Camacho-Leitón, 2013, p. 26-27

Otros temas relacionados.

El teletrabajo como modalidad laboral es una práctica habitual en nuestros días, el equilibrio entre los tiempos de familia, personal y laboral; es un tema que debe considerarse desde la concepción del diseño arquitectónico de los espacios habitacionales.

Dentro de los objetivos de repoblamiento, se ha estudiado el modelo cohousing como solución habitacional para el centro de San José. La consideración de las necesidades de la

población meta son determinantes para incrementar el atractivo de la solución de vivienda. No es lo mismo tener como mercado meta una población adulta mayor que otra de menor edad.

Según Orozco Mesa et al. (2021), la ventilación natural de los espacios implica una conceptualización teórica que demanda muchísima información, con resoluciones temporales diferentes a la que se tienen en la actualidad. Adicionalmente, destacan la variación diaria de las condiciones de viento en la zona ecuatorial del planeta que ha sido catalogada como escasa y errática. Por estos motivos resultaría muy valioso tener cálculos que reporten sobre el desempeño de ventilación a raíz de una envolvente arquitectónica determinada.

Montero-Vega y Camacho-Leitón (2013) detallan que

El problema del desaprovechamiento de la luz natural, se combina con la actual tendencia nacional de verticalización de las tipologías constructivas tanto comerciales como residenciales. Si bien, esta es una tendencia acertada, y necesaria para aumentar la compacidad de los asentamientos urbanos, el mal manejo y el pobre planteamiento de la iluminación natural dentro de una estratificación vertical de múltiples niveles, trae como resultado un consumo energético, innecesariamente exacerbado...

... la luz solar además genera diferentes beneficios para el ser humano. Tras investigaciones en fotobiología realizadas por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía de Madrid, se evidencia como la luz natural producida por el sol actúa como mediadora y controla diferentes procesos fisiológicos y psicológicos del ser humano (p. 4).

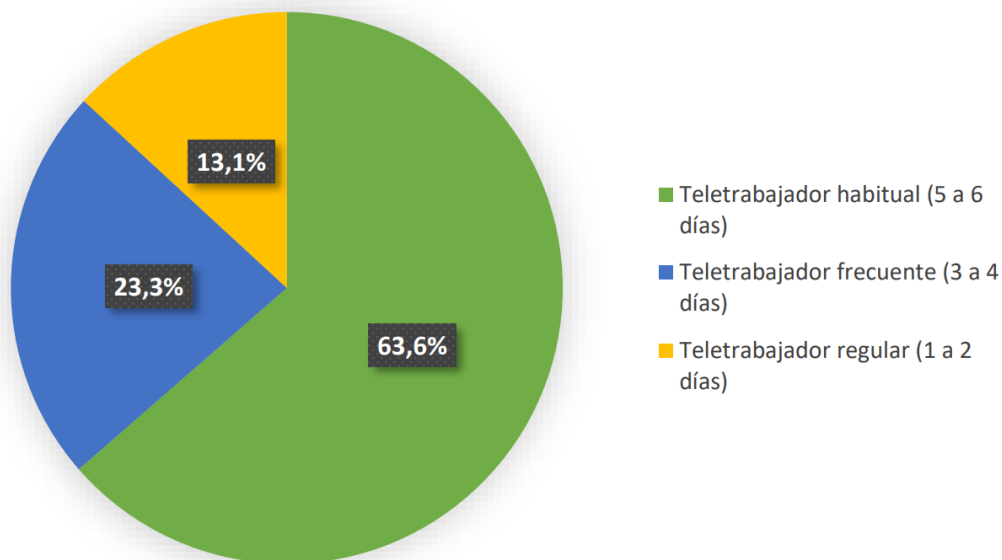
Resultados previos

Aspectos concluyentes para el repoblamiento

Según Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022), la clase trabajadora que realiza teletrabajo y se constituye en una potencial fuente de ocupación habitacional para el centro

de San José, se divide en tres categorías de distribución temporal, siendo la de mayor incidencia con un 63.6%, la ocupación habitual en teletrabajo con 5 a 6 días por semana. En la Figura 7 se muestra el detalle de la distribución porcentual de la población asalariada que teletrabaja según la cantidad de días que lo hace.

Figura 7. Porcentaje de población asalariada que trabaja según la distribución de sus días de teletrabajo



Nota: Tomado de Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022, p. 22).

Esta condición hace necesario que la valoración del confort interno de las soluciones habitacionales que se diseñen alcance niveles aceptables, que permitan un desempeño adecuado de las labores teletrabajables en términos de iluminación y ventilación, preferiblemente de orden natural.

Otro de los aspectos destacables se refiere a la calidad y bienestar laboral. Si bien el estudio se centró en productividad, rendimiento, tiempos de traslado e iniciar o continuar con sus estudios; la modalidad del teletrabajo ha permitido equilibrar la vida personal con el trabajo, por lo que se consultó sobre algunos beneficios o inconvenientes con esta modalidad laboral. El 80.2% de los encuestados indicó que el teletrabajo le ha permitido mantener el equilibrio entre la vida personal, familiar y laboral.

Cortés Solano et al. (2023) indican que para la implementación del cohousing “... uno de los aspectos clave para asegurar el éxito del modelo es contar con espacios diversos (y atractivos para los usuarios) que promuevan estas interacciones, de manera que no contemple únicamente lo básico.” Agregan también que “... los usuarios requieren contar con áreas exclusivas para ellos mismos, de manera que no se deje de lado el sentido de privacidad y autonomía.” (p. 69)

En resumen, Cortés Solano et al. (2023) concluyen que “... el interés en este modelo se centra en el poder compartir con otras personas, estar acompañados y tener acceso a todos los servicios necesarios. Además, otro de los aspectos importantes es referente poder tener la calidad de vida, y que sea un espacio de descanso, comodidad y de cuidado personal.” (p. 71)

Con esta puntualización de intereses para desarrollar este tipo de soluciones habitacionales, la transformación de edificaciones existentes debe considerar aspectos como los indicados dentro del planteamiento de remodelación.

Aspectos concluyentes para la ventilación natural

La relevancia de los resultados para la simulación desarrollada por Mercado et al. (2018) en el sector centro oeste de la República de Argentina radica en los análisis con rangos de temperatura exterior entre los 16°C y 40°C, los cuales se pueden extrapolar a nuestro caso cuyas temperaturas oscilan entre los 12.8°C y 32.6°C como se observa en la Tabla 12.

La comparación que realizan mediante dos escenarios constructivos, uno tradicional con materiales de masa térmica alta y otro con materiales livianos, arrojan resultados trascendentes. Concluyen para ambos sistemas constructivos que:

... el primero consigue, por sobre el segundo, una disminución de la temperatura de 5°C, para el espacio de mayor volumen de aire y doble altura (estar), y de 4°C, en relación al espacio de menor volumen y altura estándar (comedor), para una amplitud térmica exterior de 15°C. Se obtiene una situación ... que la adopción de una envolvente con mayor

capacidad térmica reduce la cantidad de horas de discomfort. (Mercado et al. 2018, pp. 65-66)

El estudio desarrollado por Orozco Mesa et al. (2021) en la ciudad de Medellín Colombia, calculó los coeficientes de eficiencia para la ventilación natural dividiendo la velocidad de ingreso para el aire por una ventana entre la velocidad del viento en ese mismo instante en el exterior del edificio. Fueron incorporados en una sola cifra las diferentes condiciones del edificio analizado tales como la existencia de dos capas en la fachada, con ventanas corredizas en la primera que producen efectos de turbulencia en la segunda.

Según la teoría, la velocidad de ingreso del aire al edificio debe ser menor que la velocidad exterior, por lo que los coeficientes de eficiencia son valores menores que la unidad. No obstante lo anterior, el 17% de los resultados dieron un valor mayor que 1, lo cual se justificó y corrigió comparando los equipos de medición en las estaciones meteorológicas con los utilizados en el edificio, concluyendo que los anemómetros de hilo caliente colocados en el edificio eran más precisos que los de fricción e inercia instalados en las estaciones meteorológicas. Con base en esta comparación se estableció un límite de velocidad detectado en las estaciones de 0.8 m/s como umbral inferior para referencia de viento exterior cuando en la estación meteorológica marcaba que no había viento, pero en el edificio sí había medición.

El primer acercamiento para procesar los datos se hizo con base en el ángulo de incidencia del viento sobre las ventanas, sin embargo, la dispersión de los datos fue muy alta y se reconsideró agruparlos según la dirección del viento. Contrario a lo esperado, la dispersión se mantuvo y Orozco Mesa et al. (2021) concluyen “que existe poca relación entre como se ventila el edificio y la dirección del viento en el exterior, por lo que no es posible predecir el nivel de ventilación del edificio usando exclusivamente la dirección de donde proviene el viento (p. 6).”

Finalmente, la clasificación definitiva de los datos de viento exterior se hizo mediante la combinación de la dirección del viento con los rangos de velocidad, de esa forma se logró agrupar el 86% de los registros.

La conclusión más determinante indica que la eficiencia interior disminuye conforme aumenta la velocidad exterior. Este comportamiento se explica por la turbulencia generada por la fachada con doble cara y se recomienda realizar mediciones en un edificio con fachada convencional.

Extrapolando esta conclusión, para efecto de este estudio, se considerará que el viento en los niveles superiores aportará una menor eficiencia de ventilación.

Mendoza et al. (2021) en su estudio realizado en Orán, Argentina, identifican que para reacondicionar térmicamente edificios existentes, las estrategias bioclimáticas más apropiadas en climas cálidos y húmedos son: “ventilación natural, revestimiento con colores claros, inercia térmica, aislamiento térmico de envolventes, protección de la radiación solar, dobles fachadas, dobles techos, cobertura vegetal” entre otros.

Específicamente de aplicación a este proyecto, se identifican similitudes con el edificio analizado en el estudio desarrollado, siendo que, por su antigüedad, estructura y requerimientos de bajo costo; tiene limitada la aplicación de estrategias bioclimáticas. En ese sentido, Mendoza et al. (2021) recomiendan “... un conjunto preferiblemente de bajo costo y escasa/nula modificación estructural: ventilación natural, sombreado de techos y paredes importantes con malla negra MS¹, polarizado de los vidrios de las ventanas, incorporación de celosías, cambio de vidrios simples a vidrio DVH² en las ventanas.”

¹ MS = malla de media sombra

² DVH = doble vidrio hermético

Aspectos concluyentes para la iluminación natural

De acuerdo con la guía publicada por el Comité Español de Iluminación (CEI) et al. (2005), “los cambios de nivel y temperatura de color en la luz diurna tienen efectos positivos sobre el estado de ánimo y la estimulación de las personas ...” (p. 21)

Señalan específicamente como beneficios generales de la luz (natural, artificial o combinadas) los siguientes (Comité Español de Iluminación (CEI) et al., 2005, p. 21):

- desempeña una importante función biológica, distinta de la reproducción de imágenes, que contribuye a la salud y el bienestar del ser humano
- es fundamental para controlar el reloj biológico y los ritmos fisiológicos y psicológicos durante el día y las estaciones
- induce efectos estimulantes directos e influye sobre el estado de ánimo

Dentro de los criterios relevantes para la iluminación natural y si se hace necesario complementar con iluminación artificial, está la profundidad del edificio en estudio o diseño.

Para condiciones de iluminación lateral por una sola de las paredes, se recomienda verificar la profundidad del espacio a iluminar verificando la relación entre el ancho de la sala (W), la altura de la parte superior de la ventana medida desde el nivel de piso (Hw) y la reflectancia de las superficies en la mitad posterior del espacio, más allá del centro (Rb). Si la relación que se muestra en la siguiente ecuación no se cumple, la mitad posterior del espacio iluminado se verá sombría y necesitará alumbrado eléctrico complementario.

$$L / W + L / Hw < 2 / (1-Rb) \quad (\text{Comité Español de Iluminación (CEI) et al., 2005, p. 37})$$

En la Tabla 4 se muestra una referencia de profundidades límite para espacios con iluminación natural lateral, se aplica la ecuación anterior despejando L para determinar las profundidades límite. En el caso de que la iluminación provenga de ventanas opuestas, la profundidad límite para el espacio iluminado se duplica.

Tabla 4. Profundidades límite para espacios iluminados naturalmente de forma lateral, con una altura a la parte superior de la ventana de 2.50 m

Criterios			
Elemento reflectivo	Pared color claro	Piso mosaico claro	Combinación ponderada
Reflectancia (Rb)	0,5	0,3	
Ancho de espacio (m)	Profundidad límite (m)		
1,00	2,80	2,00	2,50
2,00	4,40	3,10	3,90
3,00	5,40	3,80	4,80
4,00	6,10	4,30	5,40
5,00	6,60	4,70	5,80
6,00	7,00	5,00	6,20
7,00	7,30	5,20	6,50
8,00	7,60	5,40	6,70

Nota: Adaptado del Comité Español de Iluminación (CEI) et al. (2005, p. 38), tabla que se utilizó como referencia de comprobación para los valores de profundidad obtenidos aplicando la ecuación. Los valores de las reflectancias se tomaron con base en los rangos establecidos por el Comité Español de Iluminación (CEI) et al. (2005, p. 26); y las referencias de Vicente Pinto (2017, p. 16) y Castro Cruz (2018, p. 18).

Montero-Vega y Camacho-Leitón (2013, p. 31) definen en su árbol de problemas que los sistemas de iluminación natural (SIN) no optimizan el uso del recurso, debido entre otras causas, a que

la cantidad de luz admitida depende del área destinada a captar luz

los SIN tradicionales admiten el paso de radiación (sic) UV e infrarroja y no solo luz visible

los SIN actuales no pueden seguir la trayectoria del sol en el trópico

las condiciones del entorno en las que opera el SIN son difíciles (sic)

Con base en esas y otras causas y efectos, se propone un sistema con dos fases principales: la primera como colector para obtener y concentrar la luz solar, ubicándose y moviéndose con el sol, filtrando la luz al reflejar los rayos ultravioleta e infrarrojos y concentrando la luz visible

mediante refracción; la segunda como distribuidor de la luz solar en los espacios internos, utilizando los conceptos de proyección, reflexión y refracción de la luz.

Concluyen Montero-Vega y Camacho-Leitón (2013) que el sistema diseñado “permite captar la luz solar, transportarla hasta introducirla al edificio y distribuirla de forma difusa, para lograr un aprovechamiento de la luz natural, luz que hasta el día de hoy se desperdicia siendo una fuente de energía de gran potencial.” (p. 89)

Normativa aplicable

En esta sección se resumen los aspectos más importantes de la normativa consultada y aplicada en este proyecto. Se buscaron referencias relacionadas con el diseño bioclimático y se extrajeron los apartados aplicables para el estudio desarrollado.

Estándar ASHRAE 62.1-2022 “Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality”

La aplicabilidad de esta Estándar, “Ventilación y Calidad Aceptable del Aire Interior” (ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2022), se define desde su propósito. Fue concebida para especificar las tasas mínimas de ventilación y otras medidas destinadas a proporcionar una calidad aceptable del aire interior (Indoor Air Quality - IAQ por sus siglas en inglés) para los ocupantes y que se minimicen los efectos adversos para la salud.

Su aplicación está planteada como reglamento para edificaciones nuevas y para el mejoramiento de la IAQ en remodelaciones y ampliaciones de edificios existentes.

Esta normativa está diseñada para aplicarse en edificaciones para ocupación humana excepto aquellas cuyo uso sea residencial con habitantes permanentes. Para estos casos se utilizará el estándar 62.2-2022.

De las definiciones que se encuentran en el estándar y que se aplican a este proyecto, se traducen las siguientes:

Aire ambiente: aire que rodea un edificio, la fuente de aire exterior que se introduce en un edificio.

Aire de impulsión: aire suministrado por ventilación mecánica o natural a un espacio y compuesto por cualquier combinación de aire exterior, aire recirculado o aire de transferencia.

Aire de transferencia: aire trasladado de un espacio interior a otro.

Aire exterior: aire ambiente y aire que entra en un edificio a través de un sistema de ventilación, a través de aberturas intencionadas para la ventilación natural o por infiltración.

Aire interior: aire en un espacio cerrado habitable.

Calidad aceptable del aire interior (Indoor Air Quality - IAQ por sus siglas en inglés): aire en el que no hay contaminantes conocidos en concentraciones nocivas, según determinen las autoridades competentes, y con el que una mayoría sustancial (80% o más) de las personas expuestas no expresan su descontento.

Contaminante: componente no deseado del aire que puede reducir su aceptabilidad.

Espacio habitable: espacio cerrado destinado a actividades humanas, excluidos los espacios destinados a ser ocupados ocasionalmente y durante breves periodos de tiempo, como almacenes, salas de equipos y salidas de emergencia.

Microorganismo: organismo microscópico, especialmente una bacteria, un hongo o un protozoo.

No transitorio: ocupación de una vivienda o unidad de alojamiento durante más de 30 días.

Ocupaciones residenciales: ocupaciones que no están clasificadas como institucionales por la autoridad competente (AHJ por sus siglas en inglés) y que contienen disposiciones permanentes para dormir.

Superficie neta habitable: superficie de suelo de un espacio habitable definida por las superficies interiores de sus paredes, pero excluidos los huecos, los recintos de columnas y otras zonas permanentemente cerradas, inaccesibles y no habitables. Las obstrucciones del espacio, como mobiliario, estanterías de exposición o almacenamiento y otros obstáculos, temporales o permanentes, se consideran parte de la superficie neta habitable.

Unidad de vivienda: una sola unidad que proporciona instalaciones de vida completas e independientes para una o más personas, incluidas disposiciones permanentes para vivir, dormir, comer, cocinar y saneamiento.

Ventilación natural: ventilación proporcionada por efectos térmicos, eólicos o de difusión a través de puertas, ventanas u otras aberturas intencionales del edificio.

Ventilación: proceso de suministro o extracción de aire de un espacio con el fin de controlar los niveles de contaminantes del aire, la humedad o la temperatura dentro del espacio.

Zona de respiración: región dentro de un espacio ocupado entre planos de 75 y 1800 mm por encima del suelo y a más de 600 mm de las paredes o equipos fijos de aire acondicionado.

En la sección 5.13 se establece una clasificación con cuatro tipos para la calidad el aire. En la Tabla 5 se traducen los criterios cualitativos característicos para cada uno.

Tabla 5. *Clasificación del aire según la concentración de contaminantes*

Tipo	Caracterización
1	Aire con baja concentración de contaminantes, baja intensidad de imitación sensorial e inofensivo
2	Aire con concentración moderada de contaminantes, intensidad de imitación sensorial leve u olores ligeramente ofensivos (el aire de clase 2 también incluye el aire que no es necesariamente nocivo u objetable pero que es inadecuado para su transferencia o recirculación a espacios utilizados para fines diferentes).
3	Aire con concentración significativa de contaminantes, intensidad significativa de imitación sensorial u olor ofensivo.
4	Aire con humos o gases altamente objetables o con partículas, bioaerosoles o gases potencialmente peligrosos, en concentraciones lo suficientemente elevadas como para ser considerados nocivos.

Nota. Traducido del apartado 5.13.1 del estándar ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2022 Indoor Air Quality (2022, p. 13).

En la sección 6 se encuentran tres procedimientos que se pueden utilizar de forma individual o combinados para diseñar y evaluar la entrada del flujo de aire.

En nuestro caso se utilizará el procedimiento de ventilación natural en el cual el aire se suministra a través de aberturas al exterior y se permite su uso para cualquier zona o parte de una zona junto con sistemas de ventilación mecánica si fueran necesarios.

Este procedimiento y sus requerimientos se encuentra en el apartado 6.4. Existen dos métodos para diseñar el sistema de ventilación natural: el primero desarrollado en los incisos 6.4.1 es de carácter prescriptivo, el segundo se detalla en los incisos 6.4.2 con criterios de diseño.

En nuestro caso se utilizará el sistema prescriptivo como comprobación de las condiciones establecidas en el estándar contra lo existente y la propuesta de anteproyecto. En la Tabla 6 se muestra la traducción de los criterios y su descripción para ser implementados.

Tabla 6. Criterios prescriptivos para diseño de sistemas con ventilación natural

Apartado	Criterio	Descripción
6.4.1.1	Altura de cielo raso	Altura mínima de piso a cielo raso en la zona de análisis
6.4.1.2	Área de piso a ser ventilada	Zonas o porciones de zonas que se extienden según los criterios 6.4.1.3 a 6.4.1.5
6.4.1.3	Con abertura unilateral (solo a un lado de la zona)	El área ventilada naturalmente se extenderá hasta una distancia no mayor a dos veces la altura del cielo raso desde las aberturas
6.4.1.4	Con abertura bilateral (en ambos lados opuestos de la zona)	El área ventilada naturalmente se extenderá entre las aberturas una distancia no mayor que cinco veces la altura del cielo raso
6.4.1.5	Con abertura en esquinas con dos lados adyacentes de la zona	El área ventilada naturalmente se extenderá a una distancia no mayor que cinco veces la altura del cielo raso a lo largo de una línea trazada entre los bordes exteriores de las dos aberturas más alejadas entre sí. El área de piso fuera de esta línea se analizará como en 6.4.1.3.
6.4.1.6	Localización y tamaño de las aberturas	<p>Las zonas o partes de zonas que vayan a ventilarse de forma natural tendrán una vía de flujo de aire permanentemente abierta a aberturas conectadas directamente con el exterior.</p> <p>El caudal mínimo para la zona se determinará de conformidad con el apartado 6.2.1.1.</p> <p>Este caudal se utilizará para determinar el área de apertura necesaria de las aberturas, teniendo en cuenta únicamente el caudal impulsado por el empuje del viento.</p> <p>El caudal impulsado por el viento se utilizará únicamente cuando pueda demostrarse que se proporciona el caudal mínimo durante todas las horas de ocupación.</p>
6.4.1.6.1	Dimensionamiento de las aberturas	<p>Cuando la zona se ventile mediante una única abertura o varias aberturas individuales situadas a la misma altura, el área abierta como porcentaje del área neta de piso habitable deberá ser mayor o igual que el valor indicado en la Tabla 8.</p> <p>Cuando la zona se ventile mediante dos aberturas situadas a distinta altura o varios pares de aberturas, la superficie abierta, expresada como porcentaje de la superficie neta habitable, deberá ser igual o superior al valor indicado en la Tabla 9.</p> <p>Cuando las aberturas estén obstruidas por persianas o pantallas, la superficie de apertura se basará en la superficie libre neta de la abertura.</p> <p>Cuando las zonas interiores, o partes de ellas, sin aberturas directas al exterior se ventilen a través de zonas contiguas, la abertura entre las zonas deberá estar permanentemente libre de obstrucciones y tener una superficie libre no inferior al doble del porcentaje de superficie de piso habitable utilizado para determinar el tamaño de la abertura de las zonas exteriores adyacentes, o 2.3 m², el valor que sea mayor.</p>

Nota. Traducido de ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2022 Indoor Air Quality (2022, p. 27)

Según lo establecido en el apartado 6.4.1.6, los caudales mínimos para cada zona se determinarán de conformidad con el apartado 6.2.1.1. Esta sección establece una ecuación para determinar el caudal de aire externo que se requiere para la zona de respiración (V_{bz}) en los espacios habitables:

$$V_{bz} = R_p \times P_z + R_a \times A_z \quad (\text{ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2022 Indoor Air Quality, 2022, p. 16})$$

Donde:

R_p = caudal de aire externo requerido por persona según el resumen de la Tabla 7

P_z = cantidad de personas en la zona de ventilación durante el uso

R_a = caudal de aire externo requerido por unidad de área según el resumen de la Tabla 7

A_z = área neta de piso habitable en la zona de ventilación (m^2)

Tabla 7. Tasas mínimas de ventilación para las zonas de respiración

Categoría de ocupación	Caudal de aire exterior		Densidad de ocupación para 100 m ²	Tipo de aire
	L/s-persona (R_p)	L/s·m ² (R_a)		
Cocina	3.80	0.60	20	2
Cuartos para descanso en general	2.50	0.30	25	1
Corredores en general	-	0.30	-	1
Dormitorios y salas de estar	2.50	0.30	10	1
Cuartos de lavandería residencias	2.50	0.60	10	1
Vestíbulos de circulación	3.80	0.30	30	1
Cuartos para descanso en oficinas	2.50	0.60	50	1
Vestíbulos de ingreso	2.50	0.30	10	1
Espacios de oficina	2.50	0.30	5	1
Aulas para alumnos de 9 años o más	5.00	0.60	35	1
Bodegas para líquidos o geles	2.50	0.60	2	2
Bodegas para materiales secos	2.50	0.30	2	1

Nota. Adaptado de ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2022 Indoor Air Quality (2022, p. 17 a 19)

El caudal anterior se comparará contra lo indicado en el apartado 6.4.1.6.1 con base en las tablas de referencia que se presentan a continuación.

Tabla 8. Áreas abiertas mínimas para ventilación con una abertura lateral

$V_{bz}/A_z \leq$ (L/s)/m ²	Áreas abiertas totales por zona como % de A_z		
	$H_s/W_s \leq 0.1$	$0.1 < H_s/W_s \leq 1$	$H_s/W_s > 1$
1.0	4.0	2.9	2.5
2.0	6.9	5.0	4.4
3.0	9.5	6.9	6.0
4.0	12.0	8.7	7.6
5.0	15.5	11.2	9.8

Nota. Adaptado de ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2022 Indoor Air Quality (2022, p.28)

Donde:

V_{bz} = caudal de aire externo en la zona de ventilación según el resumen de la Tabla 7

A_z = área neta de piso habitable en la zona de ventilación (m²)

W_s = ancho agregado de todas las aberturas unilaterales ubicadas a la misma altura

H_s = dimensión vertical de la abertura unilateral o la menor dimensión cuando existen

múltiples aberturas

Tabla 9. Áreas abiertas mínimas para ventilación con dos aberturas verticales espaciadas

$V_{bz}/A_z \leq$ (L/s)/m ²	Áreas abiertas totales por zona como % de A_z					
	$H_{vs} \leq 2.5$ m		2.5 m $< H_{vs} \leq 5$ m		5 m $< H_{vs}$	
	$A_s/A_l \leq 0.5$	$A_s/A_l > 0.5$	$A_s/A_l \leq 0.5$	$A_s/A_l > 0.5$	$A_s/A_l \leq 0.5$	$A_s/A_l > 0.5$
1.0	2.0	1.3	1.3	0.8	0.9	0.6
2.0	4.0	2.6	2.5	1.6	1.8	1.2
3.0	6.0	3.9	3.8	2.5	2.7	1.7
4.0	8.0	5.2	5.0	3.3	3.6	2.3
5.5	11.0	7.1	6.9	4.5	4.9	3.2

Nota. Adaptado de ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2022 Indoor Air Quality (2022, p.28)

Donde:

V_{bz} = caudal de aire externo en la zona de ventilación según el resumen de la Tabla 7

A_z = área neta de piso habitable en la zona de ventilación (m²)

H_{ws} = separación vertical entre el centro de las aberturas superior e inferior, si existen pares

de aberturas horizontalmente espaciadas, utilice la menor distancia encontrada

A_s = área que se puede abrir de la menor abertura (superior o inferior) disponible, si existen múltiples pares de aberturas superiores e inferiores, utilice sumatoria de áreas

A_i = área que se puede abrir de la mayor abertura (superior o inferior) disponible, si existen múltiples pares de aberturas superiores e inferiores, utilice sumatoria de áreas

Estándar ASHRAE 62.2-2022 “Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings”

La aplicabilidad de este estándar, “Ventilación y Calidad Aceptable del Aire Interior en Edificios Residenciales” (ANSI/ASHRAE Standard 62.2-2022), se define desde su propósito. Fue concebida para determinar los requerimientos mínimos en sistemas de ventilación de tipo mecánico o natural, así como la provisión necesaria de la envolvente del edificio para lograr una calidad aceptable en el aire interior de edificios residenciales.

En su alcance se determina que aplica para unidades habitacionales de ocupación permanente y considera contaminantes de tipo químico, físico y biológico que podrían afectar la calidad del aire.

Establece cinco condiciones que podrían provocar que, aunque se alcancen los parámetros mínimos establecidos en el estándar, el IAQ no se alcance (ANSI/ASHRAE Standard 62.2-2022):

- a. Por la diversidad de fuentes y contaminantes en el aire interior y el rango de susceptibilidad de la población.
- b. Por los muchos factores que podrían afectar la percepción y aceptación del IAQ por parte de los ocupantes, tales como la temperatura del aire, la humedad, el ruido, la iluminación y el estrés psicológico.
- c. Si el aire del ambiente es inaceptable y este aire se hace ingresar al edificio sin limpiarlo antes (la limpieza del aire del ambiente exterior no es requerido por este estándar).

- d. Si el sistema o sistemas no se operan y no se les da mantenimiento según las especificaciones de diseño, o
- e. Cuando se producen eventos de alta contaminación.

En cuanto a las definiciones representativas para este estudio se traducen las siguientes:

Aire exterior: aire proveniente del exterior del edificio.

Aire interior: aire contenido dentro de los límites de la unidad habitacional.

Aire, ventilación: aire exterior que se introduce en la unidad de vivienda con el fin de diluir los contaminantes en el aire.

Calidad aceptable del aire interior: el aire hacia el cual una gran mayoría de ocupantes no manifiesta insatisfacción con respecto al olor e irritación sensorial y en el que no es probable que haya contaminantes en concentraciones conocidas por representar un riesgo para la salud.

Cocina cerrada: una cocina cuyas aberturas permanentes a espacios interiores adyacentes no superan un total de 6 metros cuadrados.

Cocina: cualquier habitación que contenga electrodomésticos de cocina.

Contaminante: un componente del aire que puede disminuir la aceptabilidad de ese aire.

Corredor: un espacio adyacente a la unidad habitacional que define y proporciona una ruta de salida.

Cuarto de baño: un espacio que contiene un inodoro, un retrete, un urinario o un accesorio de fontanería sanitaria similar, y con frecuencia un lavabo, pero no una bañera, ducha, spa u otra fuente similar de humedad.

Cuarto de servicio: habitación de lavandería u otra habitación que no es una cocina, baño o aseo, que contiene lavabos o equipos de lavado.

Espacio habitable: área dentro de la unidad de vivienda destinada para vivir, dormir, comer o cocinar, excluyendo baños, salas de aseo, pasillos, áreas de almacenamiento, armarios o cuartos de servicio.

Fuente: objeto interior del cual se liberan contaminantes del aire, o una vía de entrada de contaminantes desde el exterior o el suelo debajo del edificio.

Ocupación no transitoria: ocupación de una unidad de vivienda por más de 30 días.

Ocupaciones residenciales: aquellas que no son clasificadas como institucionales por la autoridad competente y que también cuentan con disposiciones permanentes para dormir.

Superficie del piso: todas las áreas terminadas tanto por encima como por debajo del nivel del suelo, según se define en ANSI/NAHB Z765, incluyendo los espacios inacabados por debajo del nivel del suelo que son habitables.

Unidad de vivienda: una sola unidad que proporciona instalaciones de vida completas e independientes para una o más personas, incluyendo disposiciones permanentes para vivir, dormir, comer, cocinar y saneamiento.

Ventilación: proceso de suministrar aire exterior o extraer aire interior de una unidad habitacional mediante medios naturales o mecánicos. Este aire puede o no haber sido acondicionado.

Ventilación natural: ventilación que ocurre como resultado únicamente de fuerzas naturales, como la presión del viento o diferencias en la densidad del aire, a través de aberturas intencionales en el límite de la unidad habitacional, como ventanas y puertas abiertas.

En el capítulo 4 del estándar se encuentran las recomendaciones para la tasa de ventilación de unidades habitacionales. En la sección 4.1.1 se establece la relación numérica para determinar la tasa total de ventilación en L/s (Q_{tot}) mediante la ecuación:

$$Q_{tot} = 0.15 A_{piso} + 3.5 (N_{cuartos} + 1) \quad (\text{ANSI/ASHRAE Standard 62.2-2022, 2022, p. 5})$$

Donde A_{piso} es el área de la unidad habitacional en m^2 y N_{cuartos} es el número de cuartos que no debe ser menor que uno.

Es importante destacar que se permite la condición de ventilación natural sin unidades de ventilación mecánica cuando localmente se permite y se cumple al menos una de las siguientes condiciones: que el edificio sin enfriamiento mecánico se encuentre en las zonas 1 o 2 del mapa de los Estados Unidos de América o que la edificación esté acondicionada térmicamente para ocupación humana por menos de 876 horas por año.

Establece el estándar que, como alternativa, se puede utilizar la información contenida en la Tabla 10 para establecer los requerimientos de ventilación en L/s según el área de piso analizada. Estos datos serán utilizados en el análisis de este proyecto.

Tabla 10. *Requerimientos de ventilación según área de aposento (L/s)*

Área (m^2)	Número de cuartos				
	1	2	3	4	5
< 47	14	18	21	25	28
47 a 93	21	24	28	31	35
94 a 139	28	31	35	38	42
140 a 186	35	38	42	45	49
187 a 232	42	45	49	52	56
233 a 279	49	52	56	59	63
280 a 325	56	59	63	66	70
326 a 372	63	66	70	73	77
373 a 418	70	73	77	80	84
419 a 465	77	80	84	87	91

Nota: Adaptado de ANSI/ASHRAE Standard 62.2-2022, (2022, p. 7)

En el artículo 4.1.3 se establece una condición que se debe considerar para el uso de los datos consignados en la Tabla 10, se supone una ocupación de dos personas en unidades habitacionales de un dormitorio y una persona adicional por cada dormitorio extra. Si se conoce una ocupación mayor la tasa de ventilación debe incrementarse en 3.50 L/s por cada persona adicional.

Otro de los factores que se regulan en el capítulo 6 del estándar es el área abierta para ventilación. El artículo 6.5.1 indica que para los espacios habitables se debe proveer una abertura para ventilación no menor al 4% del área del espacio, con un mínimo de 0.50 m² por espacio. De forma similar en el artículo 6.5.2 se establece que para los cuartos de aseo y de servicio se debe proveer una abertura para ventilación no menor al 4% del área del espacio, con un mínimo de 0.15 m² por espacio.

Estándar ASHRAE 90.1-2022 “Energy Standard for Sites and Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (SI Edition)”

La aplicabilidad de este estándar, “Normativa Energética para Lugares y Edificios, Excepto Edificios Residenciales de Baja Altura (Edición SI)” (ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2022, SI Edition), se define desde su propósito con el fin de determinar los requisitos mínimos de eficiencia energética para edificios distintos a aquellos de uso residencial con baja altura. Para este proyecto se utilizarán las referencias para iluminación y su aplicación a un sistema de luz natural.

Dentro de los conceptos que se definen en el apartado de definiciones, destacan para interés en este proyecto los siguientes:

Adaptación ocular: proceso por el cual la retina se acostumbra a más o menos luz de la que estuvo expuesta durante un periodo inmediatamente anterior. Da lugar a un cambio en la sensibilidad a la luz.

Alumbrado general: alumbrado que proporciona un nivel de iluminación sustancialmente uniforme en toda una zona. El alumbrado general no incluirá el alumbrado decorativo ni el alumbrado que proporcione un nivel de iluminación diferente para servir a una aplicación especializada o a un objetivo específico.

Área bruta de piso: suma de las superficies de suelo de los espacios dentro del edificio, incluidos sótanos, entreplantas y pisos intermedios, y áticos con una altura libre de 2,3 m o superior. Se mide desde las caras exteriores de las paredes o desde la línea central de las paredes que separan los edificios, pero excluyendo los pasillos cubiertos, las zonas cubiertas abiertas, los porches y espacios similares, las zanjas para tuberías, las terrazas o escalones exteriores, las chimeneas, los aleros de tejado y elementos similares.

Área bruta acondicionada: superficie bruta de los espacios acondicionados.

Área bruta iluminada: superficie bruta de los espacios iluminados.

Área de luz diurna bajo los monitores de techo: área de luz del día combinada bajo cada monitor de techo dentro de cada espacio.

Área primaria iluminada lateralmente: superficie primaria combinada de iluminación lateral dentro de cada espacio. Cada zona de luz lateral primaria es directamente adyacente a una ventana vertical en una pared exterior por debajo del techo. El ancho del área iluminada se toma como el ancho de la ventana más el menor de: la mitad de la altura del dintel vertical del cerramiento (donde la altura del dintel es la distancia desde el suelo a la parte superior del acristalamiento) o la distancia a cualquier obstáculo vertical opaco de 1.50 m o superior. La profundidad del área iluminada se toma como la distancia perpendicular a la vertical de la ventana y debe ser la menor entre la altura de la ventana vertical y la distancia a cualquier obstáculo vertical opaco de 1,5 m o más alto.

Condiciones de diseño: condiciones ambientales especificadas, como la temperatura y la intensidad luminosa, que debe producir y mantener un sistema y en las que debe funcionar.

Densidad de potencia luminosa (lighting power density, LPD por sus siglas en inglés): la potencia luminosa por unidad de superficie de un edificio, espacio o zona exterior expresada en W/m^2 .

Regulación continua de la luz diurna: método de control automático de la iluminación mediante fotosensores de luz diurna, en el que las luces se atenúan de forma continua, o utilizando al menos cuatro niveles preestablecidos con una atenuación de al menos cinco segundos entre niveles, en el que el control apaga las luces cuando hay suficiente luz diurna disponible.

Regulación continua: estrategia de control de la iluminación que varía la potencia luminosa de un sistema de iluminación en un intervalo continuo que va desde la potencia luminosa máxima a la mínima en pasos imperceptibles sin parpadeo.

Residencial: espacios en edificios utilizados principalmente para vivir y dormir. Los espacios residenciales incluyen, entre otros, pero no se limitan a, unidades habitacionales, habitaciones de hotel o motel, dormitorios, casas de reposo, habitaciones de pacientes en hospitales, casas de alojamiento, fraternidades o casas de la hermandad, albergues, prisiones y estaciones de bomberos.

Superficie de ventanaje: superficie total del ventanal medida a partir de la abertura en bruto e incluyendo el acristalamiento, hoja y marco. Para las puertas en las que la superficie de visión acristalada es inferior al 50% de la superficie de la puerta, la superficie de ventanaje es la superficie de visión acristalada. Para todas las demás puertas, la superficie de acristalamiento es la superficie de la puerta.

Unidad de vivienda: unidad individual que proporciona instalaciones completas para la vida independiente de una o más personas, incluidas disposiciones permanentes para vivir, dormir, comer, cocinar y saneamiento.

Zona de luz diurna: la superficie de suelo sustancialmente iluminada por la luz del día.

De este estándar se aplica el apartado 9.5 para cumplimiento prescriptivo. En el apartado 9.5.1 se encuentra el método del área construida y se establecen los siguientes pasos para determinar la potencia de iluminación interior permitida por piso y edificio:

- a. Determinar el tipo de área de construcción apropiado a partir de la Tabla 11 y la LPD correspondiente. Para un mayor detalle de áreas buscar la Tabla 9.5.1 de ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2022 Energy Standard For Sites And Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (SI Edition), 2022, p. 160.
- b. Determinar el área bruta iluminada en m² para cada tipo de área constructiva.
- c. Multiplicar las áreas brutas iluminadas para cada tipo de área constructiva por la LPD.
- d. La potencia de alumbrado interior permitida para cada piso y el edificio es la suma de las potencias de alumbrado permitidas para todos los tipos de área. Se permiten compensaciones entre los distintos tipos de área, siempre que el total de la potencia de iluminación interior instalada no supere el límite de potencia de iluminación interior.

Tabla 11. Resumen de LPD permitidas según tipo de área

Tipo de área	LPD	
	W/m ²	Lux
Comedor familiar	7.0	4781.0
Dormitorio	5.6	3824.8
Multifamiliar	4.9	3346.7
Oficina	6.7	4576.1
Local comercial	8.4	5737.2

Nota. Adaptado de ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2022 Energy Standard for Sites and Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (SI Edition), 2022, p. 160.

En este proyecto, la Tabla 11 se utiliza para comparar la intensidad de iluminación permitida según el tipo de área constructiva, con los datos del modelo virtual para iluminación natural.

Protocolo de Certificación “Excellence in Design for Greater Efficiencies” EDGE©

Dado que EDGE es un sistema para certificación sostenible y se ha planteado como objetivo la valoración y posibilidad de obtener esta distinción para el Edificio Cronos, se presenta un resumen sobre esta plataforma.

Según la International Finance Corporation (IFC, 2021), “EDGE ... es una plataforma para edificios ecológicos que incluye un estándar verde global para la construcción de edificios ecológicos, una aplicación de software y un programa de certificación” (p.12).

Refiere también la International Finance Corporation (IFC, 2021) que “EDGE puede usarse para certificar edificios en cualquier etapa de su ciclo de vida útil, lo que incluye la idea conceptual o el diseño de un edificio, las nuevas construcciones, los edificios existentes y las renovaciones” (p. 12).

El principio de “estándar verde global” impulsado por EDGE pretende demostrar que la edificación que se analiza reduce, en al menos un 20%, las proyecciones de consumo de agua y energía cuando se comparan los parámetros contextualizados, con las funciones del edificio y su ubicación real, contra un estándar global establecido.

Desde su perspectiva, la combinación de datos regionales precargados con la información que proporciona el usuario permite, a través de la interfaz en línea, desarrollar cálculos que predigan el rendimiento de la edificación en estudio.

Como parte de la información precargada en el sistema, EDGE permite trabajar con diversos tipos de edificaciones tales como: casas, apartamentos, hoteles, comercios, industrias, oficinas, centros para atención de la salud, edificios para educación y edificios de uso mixto.

De acuerdo con la IFC (2021), “Un sistema sencillo de aprobado o desaprobado indica si el proyecto de construcción ha demostrado o no el ahorro mínimo del 20 % en energía operativa, agua y energía incorporada en materiales en comparación con el modelo del caso base” (p. 14),

donde la energía incorporada en materiales es aquella requerida para extraer y fabricar todo lo que se necesita en la construcción y el mantenimiento del edificio.

Para nuestro caso tienen relevancia las siguientes definiciones, según el concepto de evaluación y certificación EDGE:

Un **edificio** se define como una estructura acondicionada (con calefacción o refrigeración) o con ventilación natural que tiene al menos un ocupante equivalente de tiempo completo y una superficie construida mínima de 200 m².

Límites de superficie para los **edificios de uso mixto**: si un edificio se destina a más de un uso y el uso secundario ocupa menos del 10 % de la superficie del piso, hasta un máximo de 1000 m², puede certificarse todo el edificio según el uso principal al que se destina. Si la superficie destinada al uso secundario es superior al 10 % de la superficie del piso o mayor que 1000 m², esa parte deberá certificarse por separado.

Proyecto: un proyecto se define como el edificio o complejo inmobiliario completo presentado para obtener la certificación EDGE con el mismo certificador y el mismo titular. Por ejemplo, puede tratarse de un edificio residencial con dos torres, un edificio de uso mixto con oficinas y locales comerciales, o edificios múltiples con las mismas especificaciones en una ciudad o un país. La información que se encuentra disponible en la sección “Proyecto” de EDGE constituye la información principal que se aplica a la totalidad del proyecto.

Subproyecto: un subproyecto es cada parte del proyecto que se modela de manera individual en EDGE. La información incluida en la sección “Subproyecto” se aplica exclusivamente a la parte modelada en ese archivo puntual. Por ejemplo, un subproyecto puede ser la unidad tipo 1 en un edificio residencial, los locales comerciales en una torre de uso mixto, o una sucursal individual de una cadena de tiendas. (IFC, 2021, pp 14-15)

En la actualidad EDGE cuenta con cuatro niveles de certificación: el primero es una certificación preliminar para la etapa de diseño (“Design Certificate”), el segundo y el tercero se alcanzan durante la etapa constructiva, si se cumple con el 20% de ahorro en agua y energía se otorga la certificación EDGE (“EDGE Certification”) y si logra un 40% de ahorro o más de ahorro en energía por encima de los mínimos establecidos, se entrega la certificación “EDGE Advance”; finalmente, si se logra demostrar que, adicionalmente a lo alcanzado en la certificación EDGE Advance, la fase operativa tiene cero emisiones de carbono, es decir, neutraliza el 100% de las emisiones de energía mediante el uso de fuentes renovables o compensación para las fuentes de emisión de carbono, puede optar por la certificación “EDGE Cero Carbon”.

En este proyecto se realizará el ejercicio con carácter educativo para trabajar la evaluación EDGE en el Edificio Cronos, tanto en la condición existente como para la posible implementación del anteproyecto planteado.



Propuesta

Propuesta

El Edificio Cronos fue identificado dentro de la iniciativa San José RISE como una de las edificaciones que podría ser susceptible para realizar un cambio de uso.

Este edificio, localizado en el Centro Histórico de San José, fue construido y concebido para uso comercial, ya fuera con locales para comercio, bodegas o para ocupación con oficinas.

Como parte de la iniciativa se han aprovechado cursos de taller en la carrera de arquitectura y urbanismo del TEC para realizar propuestas de modificación a nivel de anteproyecto, las que eventualmente podrían considerarse y ser implementadas como transformación de las edificaciones existentes.

Para este proyecto de graduación se analizan las condiciones de iluminación y ventilación naturales para el Edificio Cronos, tanto en las condiciones existentes como con la propuesta de anteproyecto desarrollada por el Sr. Sebastián Zamora, en el curso de Taller IX, en la Escuela de Arquitectura y Urbanismo del TEC.

Caracterización del Edificio Cronos

Ubicación geográfica

El Edificio Cronos se ubica geográficamente en las coordenadas 9.934019°, -84.077476°. Este edificio se localiza en la esquina noroeste que se forma entre la Avenida Central y Calle 3 en el cantón central San José, de la provincia de San José, en Costa Rica.

Se observa en la Figura 8 que el edificio se localiza en una zona totalmente construida, con vías de tránsito peatonal y vehicular, con edificaciones de diferentes alturas a su alrededor y poca vegetación.

Figura 8. Ubicación del Edificio Cronos en su entorno inmediato

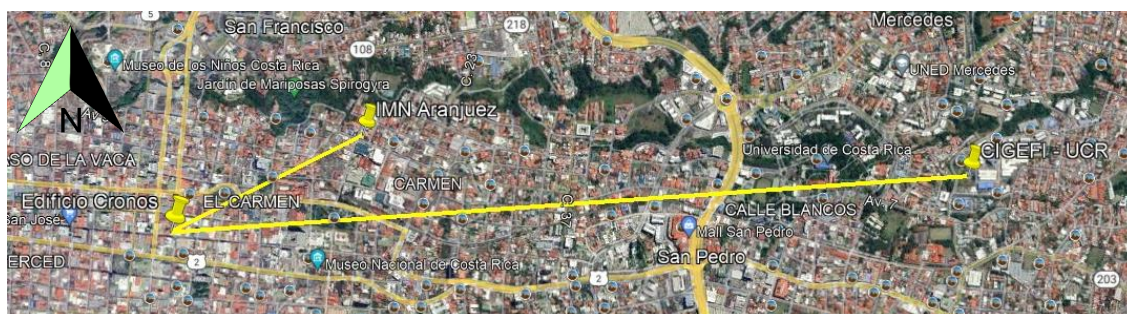


Nota. Tomado de Google Earth con imagen de fecha 23/02/2024.

Información climática

Para los datos climáticos se verificó la existencia de estaciones meteorológicas en la cercanía del Edificio Cronos. Se encontraron dos posibles fuentes de información, una administrada por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y otra por el Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI) de la Universidad de Costa Rica. La estación IMN Aranjuez, código 84141, localizada en las coordenadas $09^{\circ}56'16''$, $84^{\circ}04'10''$, con una altitud de 1181 msnm, se encuentra a 977 m de distancia al edificio. La estación CIGEFI, código 84139, se localiza en las coordenadas $09^{\circ}56'11''$, $84^{\circ}02'43''$, con una altitud de 1210 msnm, se encuentra a 3595 m de distancia al edificio. Ambas resultan representativas para este proyecto y se realiza el contacto respectivo para obtener información. En la Figura 9 se observa la cercanía de ambas estaciones al Edificio Cronos.

Figura 9. Ubicación de estaciones meteorológicas cercanas al Edificio Cronos



Nota. Adaptado de Google Earth con imagen de fecha 28/03/2024.

Por parte del IMN se recibe información tabulada en Excel con un período que va desde el 1/01/2010 hasta el 31/12/2020 con datos de temperaturas máximas y mínimas absolutas mensuales en °C, velocidad promedio del viento en km/h y humedad relativa porcentual.

Se procesa la información y se resumen los datos representativos en la Tabla 12.

Tabla 12. Resumen de datos meteorológicos para la estación IMN Aranuez, código 84141

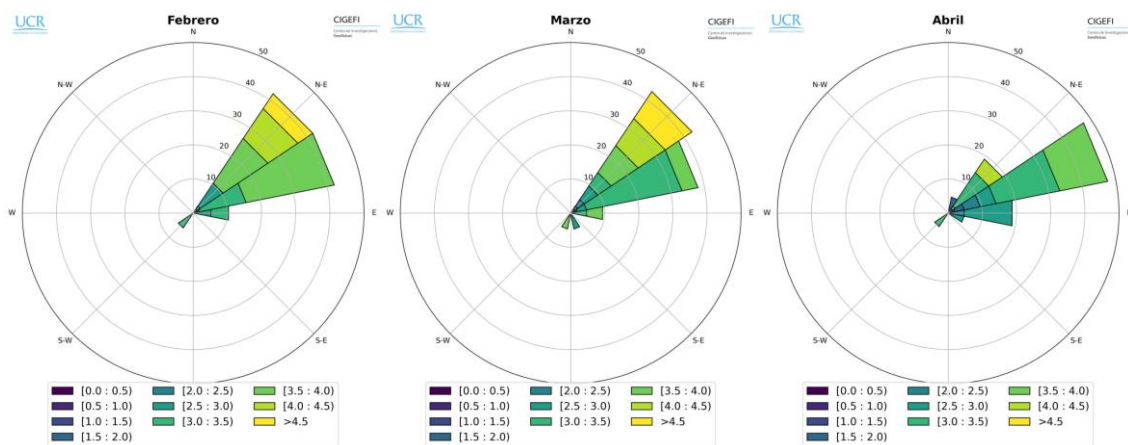
Mes	Temperaturas mensuales (°C)		Humedad relativa promedio (%)	Velocidad promedio del viento (m/s)
	Máximo	Mínimo		
Enero	29,1	13,2	72,1	3,9
Febrero	31,3	13,2	71,0	3,9
Marzo	32,6	13,0	70,4	4,0
Abril	31,9	14,6	71,2	3,3
Mayo	30,1	14,5	76,5	2,5
Junio	31,1	16,0	77,8	2,3
Julio	30,5	15,3	76,4	2,7
Agosto	30,6	15,3	76,5	2,4
Setiembre	31,0	14,9	78,3	2,0
Octubre	29,8	14,5	80,1	2,0
Noviembre	30,3	13,8	77,5	2,7
Diciembre	30,0	12,8	74,5	3,5

El CIGEFI refiere a su página web para ver la climatología de la estación meteorológica con diferentes tipos de datos. Resulta relevante para el estudio verificar la dirección del viento en los

diferentes meses del año, sobre todo en los meses más calurosos que son febrero, marzo y abril según los datos consignados en la Tabla 12.

Según CIGEFI (2023), para los meses de febrero y marzo la dirección dominante viene del noreste (incidencia sobre el edificio a 45°), en abril se inclina hacia el este noreste (incidencia sobre el edificio a 62.5°) y en los tres meses las velocidades oscilan entre los 3.0 y 4.5 m/s. En la Figura 10 se muestran las rosas de los vientos en superficie para estos meses.

Figura 10. Rosas de los vientos para los meses de febrero, marzo y abril



Nota. Tomado de Centro de Investigaciones Geofísicas (2023)

Edificio Cronos según sus condiciones existentes

El uso actual de las instalaciones dispone de un sótano y 6 pisos sobre el nivel de terreno. Dado que el análisis por realizar involucra iluminación y ventilación naturales, el sótano no será considerado dentro del proyecto por su ubicación subterránea hacia el centro del edificio sin posibilidades de recibir esos recursos naturales.

El primer nivel se destina a comercio y al vestíbulo de acceso para los niveles superiores. El segundo nivel se constituye en mezanines de almacenamiento para los locales del primer nivel, este piso tampoco será considerado porque su distribución espacial no abarca la totalidad del área

de piso, formando en algunos casos una doble altura para el local comercial al que sirve. El tercer piso cuenta con las oficinas administrativas del edificio y las aulas y oficinas del instituto de aprendizaje ITB Internacional. Del cuarto al sexto nivel el edificio se encuentra alquilado para centros de llamadas (“call center”). En la Figura 11 se observa gráficamente esta distribución vertical y en la Figura 12 se muestran fotografías representativas del edificio y algunas de sus áreas.

Figura 11. Distribución por nivel según ocupación actual del Edificio Cronos

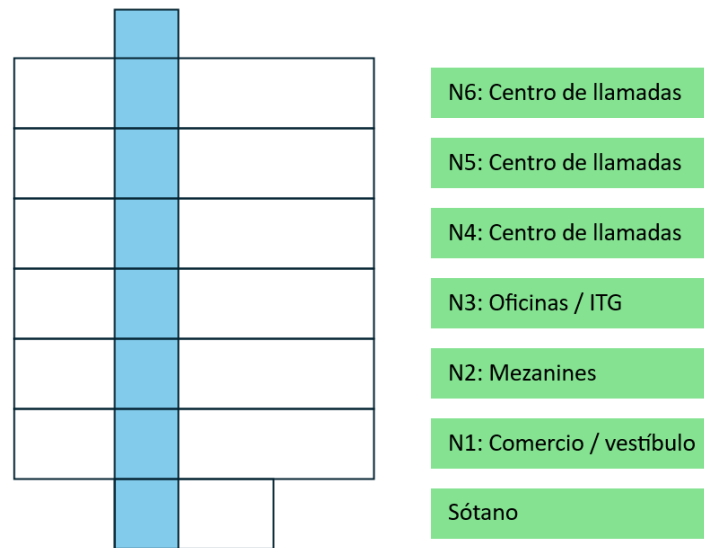


Figura 12. Fotografías de la ocupación actual del Edificio Cronos



Vista en perspectiva del edificio



Locales comerciales en fachada sur



Locales comerciales en fachada este



Vestíbulo de acceso a pisos superiores

Caracterización de fachadas en su condición existente

Para realizar los análisis de ventilación e iluminación naturales, se requiere la caracterización de las fachadas en cuanto a la determinación de los espacios que permiten el ingreso de luz solar y viento desde el ambiente exterior.

Para la configuración del edificio, las fachadas que tienen aberturas son las que se ubican al sur y al este, colindantes con calle pública en ambos frentes. Hacia el norte y al oeste son paredes sólidas. Existe un espacio localizado en el centro de la mitad posterior del edificio que funciona como tragaluz y fue considerado en los análisis correspondientes.

En la Figura 13 se detalla la configuración de aberturas para ventilación en la fachada este, se especifican el tipo de celosía C1 y la puerta para local comercial tipo P1. En la Figura 14 se muestra la configuración de aberturas para ventilación en la fachada sur, se especifican los tipos de celosía C2 y C3 y la puerta comercial tipo P2.

En la Tabla 13 se muestran los cálculos correspondientes para determinar las áreas sólidas de las fachadas completas y las áreas de las aberturas, con esta información se determinan los porcentajes de área abierta en cada fachada, datos requeridos para posterior análisis.

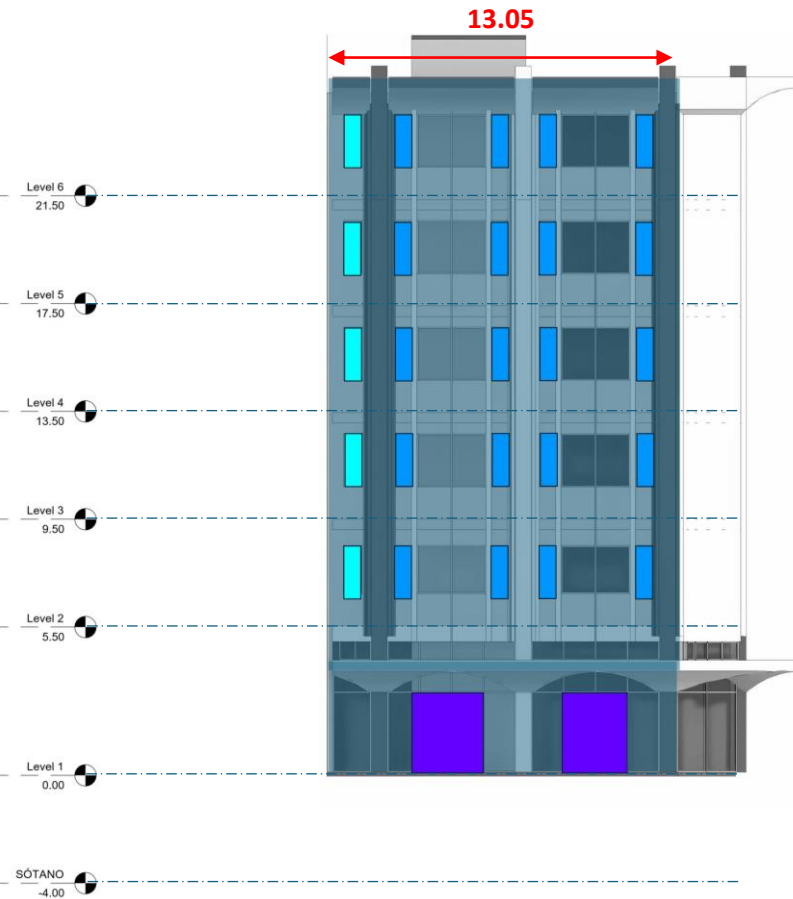
Tabla 13. *Cálculo de áreas sólidas y de aberturas para ventilación en fachadas del edificio en su condición existente*

Muro	Sólido completo m²	Abertura ventilación	Cantidad	Área m²	Área abierta m²
Este	571,59	Celosías tipo C1	30	2,25	67,50
		Puertas locales tipo P1	3	9,75	29,25
		Total			96,75
				Porcentaje	17%
Sur	340,61	Celosías tipo C2	5	1,50	7,50
		Celosías tipo C3	20	1,20	24,00
		Puertas locales tipo P2	2	7,20	14,40
				Total	45,90
				Porcentaje	13%

Figura 13. Aberturas para ventilación en la fachada este, condición existente



Figura 14. Aberturas para ventilación en la fachada sur, condición existente



Tipología de abertura	Celosía C1	Celosía C2	Celosía C3	Puerta local P1	Puerta local P2
Ancho (m)	1.25	0.75	0.60	3.25	2.40
Altura (m)	1.80	2.00	2.00	3.00	3.00

Para el análisis de iluminación se añaden las ventanas con vidrios fijos a las aberturas detalladas para ventilación. La Figura 15 muestra en detalle la configuración de estas aberturas para la fachada este y en la Figura 16 se observan las aberturas para la fachada sur.

De forma similar, en la Tabla 14 se muestran los cálculos correspondientes para determinar las áreas sólidas de las fachadas completas y las áreas de las aberturas pertinentes para la entrada de luz solar, con esta información se determinan los porcentajes de área abierta en cada fachada, datos requeridos para posterior análisis.

Tabla 14. *Cálculo de áreas sólidas y de aberturas para iluminación en fachadas del edificio, condición existente*

Muro	Sólido completo m ²	Abertura iluminación	Cantidad	Área m ²	Área abierta m ²
Este	571,59	Celosías tipo C1	30	2,25	67,50
		Ventanas fijas V1	15	5,49	82,35
		Fachadas locales F1	3	19,50	58,50
		Total			208,35
			Porcentaje		36%
Sur	340,61	Celosías tipo C2	5	1,50	7,50
		Celosías tipo C3	20	1,20	24,00
		Ventanas fijas V2	10	5,20	52,00
		Ventanas fijas V3	1	4,05	4,05
		Fachadas locales F2	2	14,30	28,61
		Total			116,16
			Porcentaje		34%

Figura 15. Aberturas para iluminación en la fachada este, condición existente



Figura 16. Aberturas para iluminación en la fachada sur, condición existente



Tipología de abertura	Celosía C1	Celosía C2	Celosía C3	Vidrio Fijo V1	Vidrio Fijo V2	Vidrio Fijo V3	Fachada Local F1	Fachada Local F2
Ancho (m)	1.25	0.75	0.60	3.05	2.60	1.35	6.50	4.80
Altura (m)	1.80	2.00	2.00	1.80	2.00	3.00	3.00	3.00

Caracterización en planta según su condición existente

Para la aplicación EDGE se requiere el desglose y la caracterización de áreas de influencia por tipo de uso.

De acuerdo con el levantamiento hecho en sitio y la información recabada del trabajo de anteproyecto, se detallan en la Tabla 15 las áreas según el uso para cada nivel. Se destaca que el segundo nivel no se toma en cuenta para los cálculos porque son mezanines que sirven de bodega a los locales comerciales de la primera planta, con áreas que no cubren la totalidad de la huella del edificio, condición que sí se cumple en los otros niveles.

Tabla 15. *Distribución de áreas en m² por nivel para la condición existente*

Uso actual	Nivel del edificio						Total
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	
Oficina abierta	184,00	0,00	0,00	253,00	253,00	253,00	943,00
Oficina privada o cerrada	68,00	0,00	214,00	33,00	33,00	33,00	381,00
Pasillo	10,00	0,00	86,00	32,00	32,00	32,00	192,00
Conferencia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Centro de datos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vestíbulo	56,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56,00
Cocina y preparación de alimentos	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00	0,00	12,00
Baños	9,00	0,00	2,00	7,00	7,00	7,00	32,00
Bodega, cuarto eléctrico y de máquinas	16,00	0,00	20,00	16,00	16,00	16,00	84,00
Totales	343,00	0,00	334,00	341,00	341,00	341,00	1700,00

De acuerdo con la distribución de usos que se muestra en la Figura 11 y considerando que no se toman en cuenta el sótano, el primer nivel y el segundo por las razones expuestas, se analizarán dos tipologías que se representan en el tercer nivel con una distribución de oficinas (Figura 17) y en el cuarto piso, con igual distribución para los niveles cinco y seis, con centros de llamadas (Figura 18). El detalle por tipo de área se observa según la escala de colores aplicada.

Figura 17. Áreas del tercer nivel, condición existente

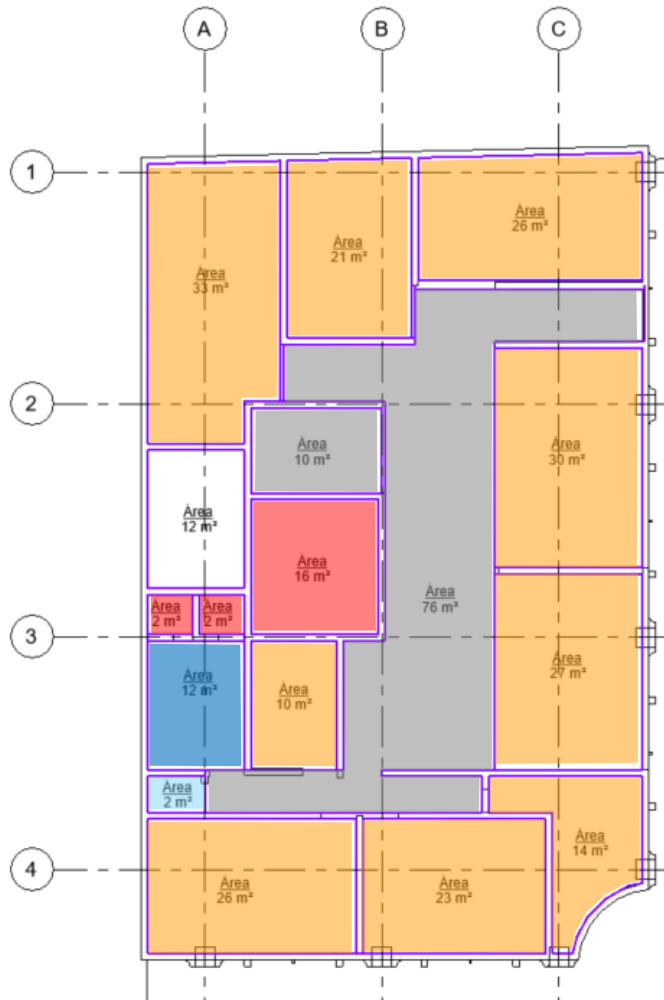
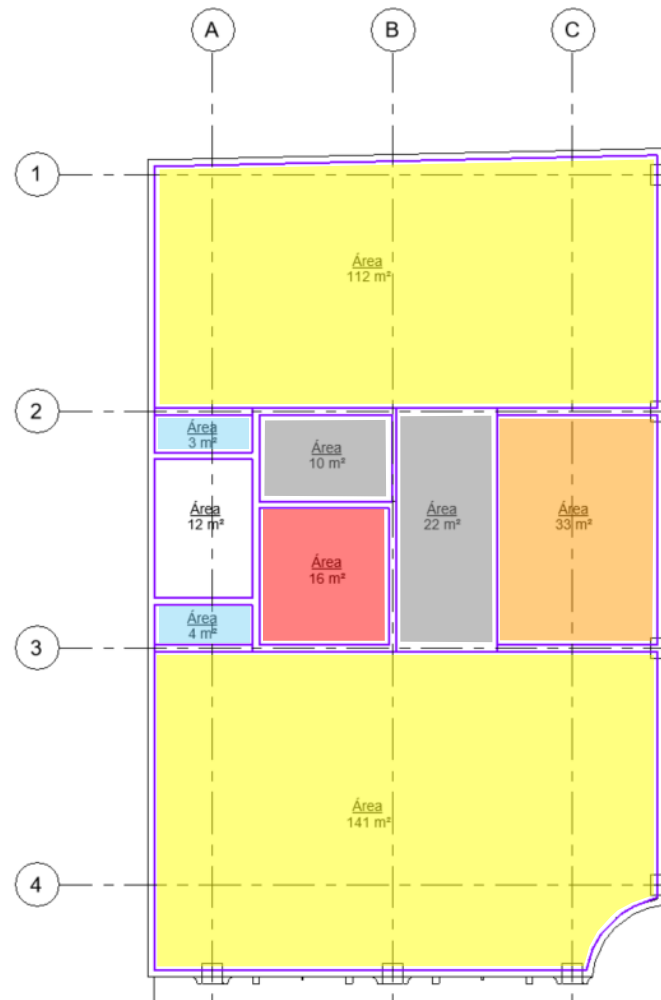


Figura 18. Áreas del cuarto al sexto nivel, condición existente



Local comercial u oficina abierta	Vestíbulo	Local comercial u oficina cerrada	Pasillo y gradas	Bodega, cuarto de máquinas y ascensor	Espacio vacío	Servicio sanitario y baño	Cocina	Dormitorio
-----------------------------------	-----------	-----------------------------------	------------------	---------------------------------------	---------------	---------------------------	--------	------------

Consumo de Servicios Públicos para la condición existente

La aplicación EDGE utiliza los consumos de energía eléctrica y agua como insumos para evaluar la condición certificable como edificio sostenible.

Para este proyecto se tuvo acceso a uno de los recibos de electricidad y a otro de agua potable. En ambos documentos se pudo extraer la información mensual de consumo y costos unitarios para poder incorporar los datos en la aplicación.

En la Tabla 16 se observa el detalle en kWh para la electricidad y en m³ para el agua. El costo se calculó tomando la referencia observada en cada recibo. Para el agua se utilizó el dato para el mes de marzo de 2024. Para la electricidad se usó la información para el mes de abril de 2024.

Tabla 16. Consumo de electricidad y agua potable para la condición existente del edificio

Mes/rubro	Electricidad kWh	Agua m³
ene-24	10440,0	114,0
feb-24	11040,0	63,0
abr-23	-	78,0
mar-24	10200,0	91,0
abr-24	11640,0	-
may-23	11640,0	77,0
jun-23	14280,0	92,0
jul-23	13920,0	122,0
ago-23	12720,0	95,0
sep-23	12480,0	96,0
oct-23	12720,0	84,0
nov-23	12360,0	91,0
dic-23	12240,0	78,0
Total anual	145680,0	1081,0
Costo unitario	₡ 144,92	₡ 3 925,92

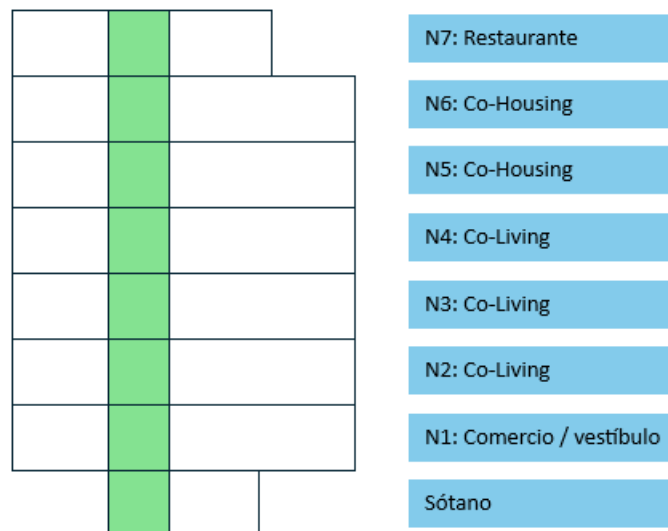
Nota: Tomado de los recibos CNFL, NISE 18617534, Factura 101498785 y AyA, NIS 321-4184, Factura 00100001040026905411.

Edificio Cronos según propuesta de anteproyecto

El anteproyecto planteado dispone del mismo sótano y 7 pisos sobre el nivel de terreno, como se observa en la Figura 20. De forma similar a la condición existente, como el análisis por realizar involucra iluminación y ventilación naturales, el sótano no será considerado dentro del proyecto por su ubicación subterránea hacia el centro del edificio sin posibilidades de recibir esos recursos naturales. Adicionalmente queda por fuera el séptimo nivel adicional porque no existe en la actualidad, por lo que no se puede comparar su desempeño contra un elemento existente.

El primer nivel se destina, de la misma forma que en la condición existente, a comercio y al vestíbulo de acceso para los niveles superiores. Del segundo al cuarto nivel se plantean usos habitacionales del tipo “Co-Living”, los niveles 5 y 6 presentan soluciones habitacionales del tipo “Co-Housing” y en el séptimo nivel se ubicará un restaurante (Zamora, 2023, P. 1).

Figura 19. Distribución por nivel según ocupación propuesta en el anteproyecto para el Edificio Cronos



Adaptado de Zamora, 2023, p. 1

Figura 20. *Imágenes de la propuesta de anteproyecto para el Edificio Cronos*



Vista en perspectiva del anteproyecto

Sección de fachada este propuesta

Tomado de Zamora, 2023, p.6

Caracterización de fachadas según la propuesta de anteproyecto

De forma similar y según el planteamiento del anteproyecto, se requiere la caracterización de las fachadas en cuanto a la determinación de los espacios que permiten el ingreso de luz solar y viento desde el ambiente exterior.

Se mantiene la orientación de las fachadas que tienen aberturas con ubicación hacia el sur y hacia el este. Hacia el norte y al oeste igual se plantean paredes sólidas pero el espacio abierto desde arriba se amplía desde el centro de la mitad posterior del edificio hasta el lindero norte para que funcione como tragaluz y se considere en los análisis correspondientes.

En la Figura 21 se detalla la configuración de aberturas para ventilación en la fachada este. Se especifican los siguientes tipos de abertura: linternillas cuadradas (L1) y rectangulares (L2), puertas corredizas (P3), para vestíbulo (P4) y para locales (P5). En la Figura 22 se muestra la configuración de aberturas para ventilación en la fachada sur, se agregan las puertas izquierdas (P6), centrales (P7) y para locales (P8).

En la Tabla 17 se muestran los cálculos correspondientes para determinar las áreas sólidas de las fachadas completas y las áreas de las aberturas, con esta información se determinan los porcentajes de área abierta en cada fachada, datos requeridos para posterior análisis.

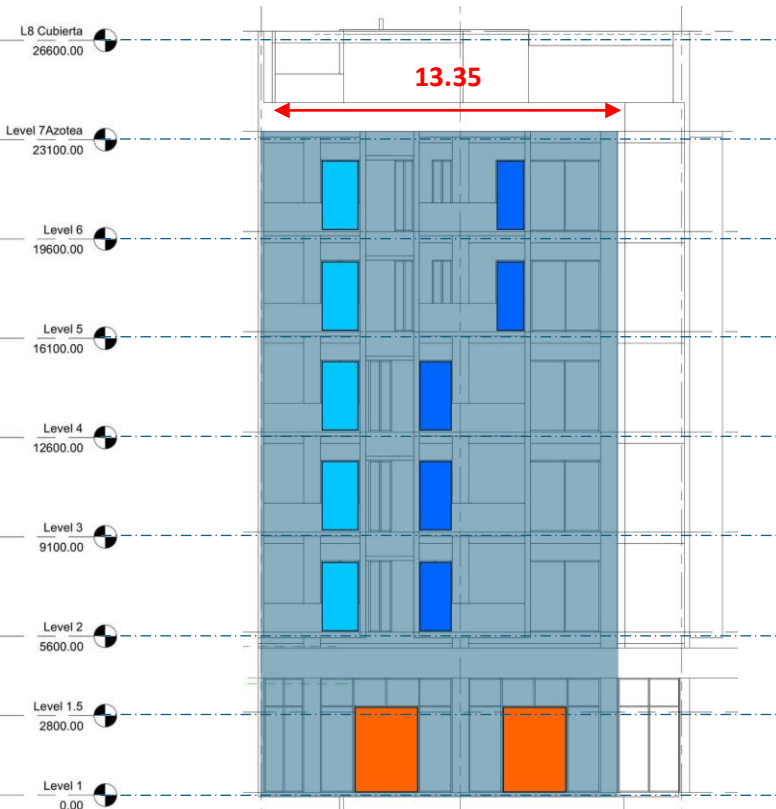
Tabla 17. *Cálculo de áreas sólidas y de aberturas para ventilación en fachadas del edificio según la propuesta de anteproyecto*

Muro	Sólido completo m ²	Abertura ventilación	Cantidad	Área m ²	Área abierta m ²
Este	523,13	Linternillas cuadradas L1	6	0,60	3,60
		Linternillas rectangulares L2	6	1,36	8,16
		Puertas corredizas P3	17	3,50	59,50
		Puertas vestíbulo P4	1	19,2	19,20
		Puertas locales P5	1	19,5	19,50
		Total			
				Porcentaje	21%
Sur	308,39	Puertas izquierdas P6	5	3,24	16,20
		Puertas centrales P7	5	2,76	13,80
		Puertas locales P8	2	7,20	14,40
		Total			
				Porcentaje	14%

Figura 21. Aberturas para ventilación en la fachada este, según propuesta de anteproyecto



Figura 22. Aberturas para ventilación en la fachada sur, según propuesta de anteproyecto



Tipología de abertura	Linternilla L1	Linternilla L2	Puerta P3	Puerta P4	Puerta P5	Puerta P6	Puerta P7	Puerta P8
Ancho (m)	0.75	1.70	1.40	3.00	3.00	1.35	1.15	3.00
Altura (m)	0.80	0.80	2.40	6.40	6.40	2.40	2.40	2.40

Para el análisis de iluminación se añaden las ventanas con vidrios fijos a las aberturas detalladas para ventilación. La Figura 23 muestra en detalle la configuración de estas aberturas para la fachada este y en la Figura 24 se observan las aberturas para la fachada sur.

De forma similar, en la Tabla 18 se muestran los cálculos correspondientes para determinar las áreas sólidas de las fachadas completas y las áreas de las aberturas pertinentes para la entrada de luz solar, con esta información se determinan los porcentajes de área abierta en cada fachada, datos requeridos para posterior análisis.

Tabla 18. *Cálculo de áreas sólidas y de aberturas para iluminación en fachadas del edificio según la propuesta de anteproyecto*

Muro	Sólido completo m ²	Abertura ventilación	Cantidad	Área m ²	Área abierta m ²
Este	523,13	Abertura tipo A1	4	14,00	56,00
		Abertura tipo A2	5	16,00	80,00
		Abertura tipo A3	3	2,16	6,48
		Abertura tipo A4	3	10,56	31,68
		Abertura tipo A5	6	1,20	7,20
		Abertura tipo A6	3	6,00	18,00
		Fachada área común F3	1	19,13	19,13
		Fachada vestíbulo F4	1	24,00	24,00
		Fachada local F5	1	26,00	26,00
		Total			
			Porcentaje		51%
Sur	308,39	Abertura tipo A7	5	3,24	16,20
		Abertura tipo A8	7	1,44	10,08
		Abertura tipo A9	2	2,40	4,80
		Abertura tipo A10	3	6,00	18,00
		Abertura tipo A11	6	2,76	16,56
		Vidrio fijo comercial V4	1	5,27	5,27
		Fachada local F6	2	18,33	36,66
		Total			
			Porcentaje		35%

Figura 23. Aberturas para iluminación en la fachada este, según propuesta de anteproyecto

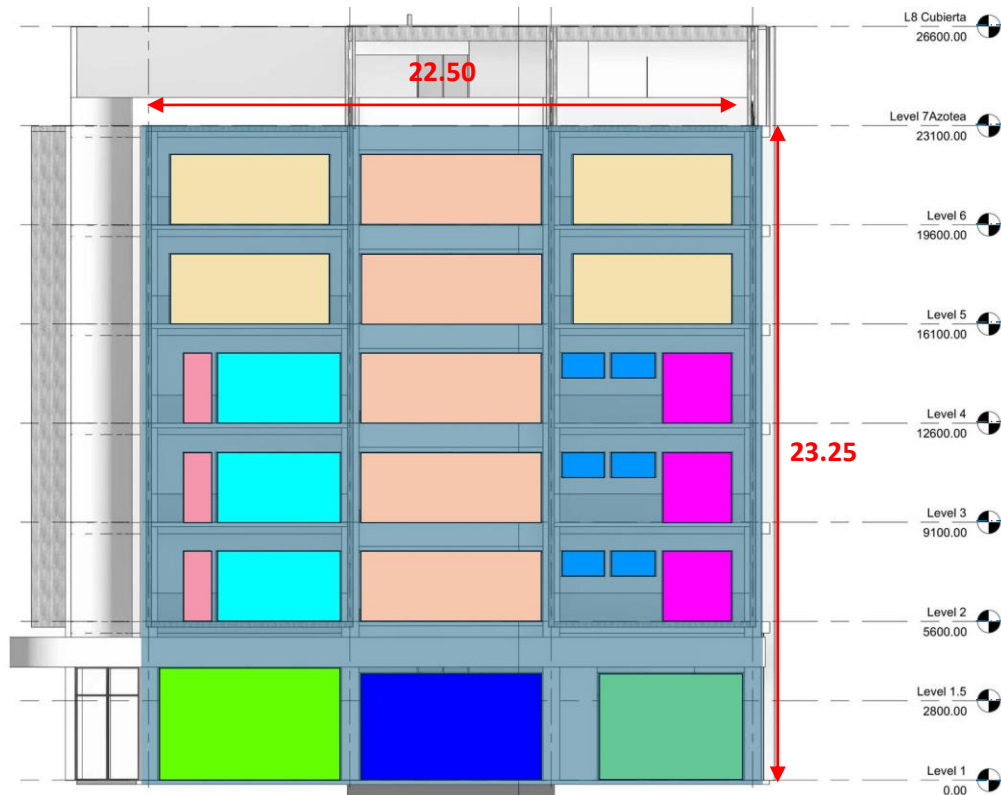
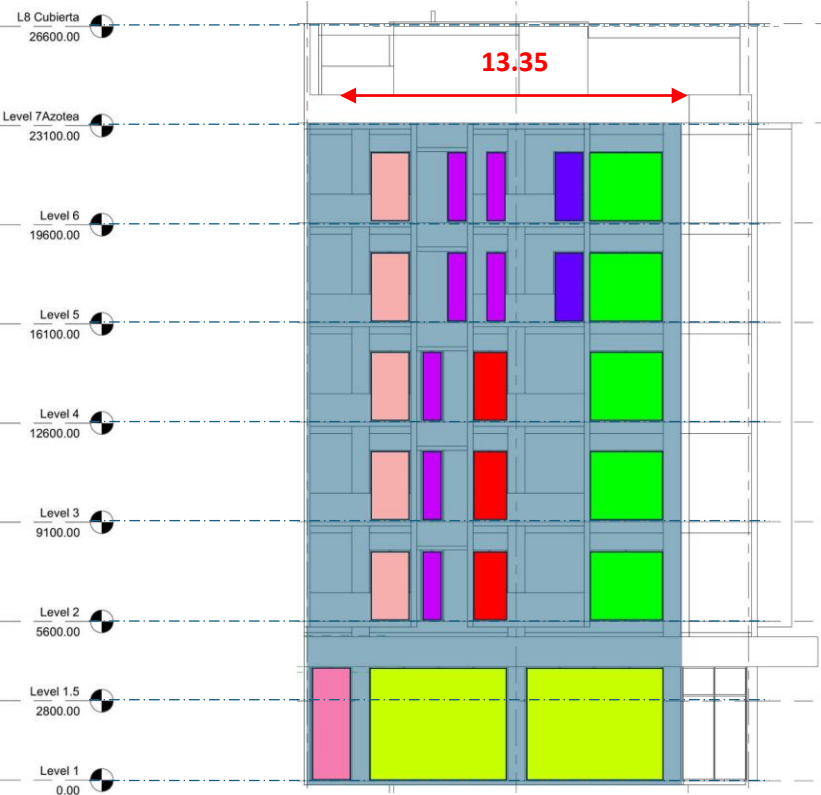


Figura 24. Aberturas para iluminación en la fachada sur, según propuesta de anteproyecto



Tipología de abertura	Abertura A1	Abertura A2	Abertura A3	Abertura A4	Abertura A5	Abertura A6	Abertura A7	Abertura A8
Ancho (m)	5.60	6.40	0.90	4.40	1.50	2.50	1.35	0.60
Altura (m)	2.50	2.50	2.40	2.40	0.80	2.40	2.40	2.40
Tipología de abertura	Abertura A9	Abertura A10	Abertura A11	Fachada F3	Fachada F4	Fachada F5	Fachada F6	Vidrio fijo V4
Ancho (m)	1.00	2.50	1.15	5.10	6.40	6.50	4.70	1.35
Altura (m)	2.40	2.40	2.40	3.75	3.75	4.00	3.90	3.90

Caracterización en planta según la propuesta de anteproyecto

De acuerdo con el anteproyecto propuesto, se detallan en la Tabla 19 las áreas según el uso para cada nivel. Se destaca que el sétimo nivel no se toma en cuenta para los cálculos porque es un piso adicional a lo existente y que no se ajusta a los parámetros de comparación con el edificio actual.

Tabla 19. *Distribución de áreas en m² por nivel para el anteproyecto propuesto*

Uso propuesto	Nivel del edificio						Total
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	
Dormitorio	0,00	89,00	89,00	89,00	64,00	64,00	395,00
Cocina y preparación de alimentos	0,00	41,00	41,00	41,00	84,00	84,00	291,00
Comedor	0,00	23,00	23,00	23,00	15,00	15,00	99,00
Sala	131,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	137,00
Baños	8,00	33,00	33,00	33,00	28,00	28,00	163,00
Cuarto de servicio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Balcón	0,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	180,00
Pasillo, escalera, vestíbulo	164,00	82,00	82,00	82,00	54,00	54,00	518,00
Totales	303,00	304,00	304,00	304,00	284,00	284,00	1783,00

De acuerdo con la distribución de usos que se muestra en la Figura 19 y considerando que no se toman en cuenta el sótano, el primer nivel y el sétimo piso por las razones expuestas; se analizarán dos tipologías de piso que se representan en el tercer nivel con una distribución para “Co-Living” (Figura 25) y en el cuarto piso, con igual distribución para los niveles cinco y seis, para “Co-Housing” (Figura 26). El detalle por tipo de área se observa según la escala de colores aplicada.

Figura 25. Áreas para el segundo y tercer nivel, propuesta de anteproyecto



Figura 26. Áreas del cuarto al sexto nivel, propuesta de anteproyecto



Local comercial u oficina abierta	Vestíbulo	Local comercial u oficina cerrada	Pasillo y gradas	Bodega, cuarto de máquinas y ascensor	Espacio vacío	Servicio sanitario y baño	Cocina	Dormitorio
-----------------------------------	-----------	-----------------------------------	------------------	---------------------------------------	---------------	---------------------------	--------	------------

Consumo de Servicios Públicos según propuesta de anteproyecto

Para establecer el consumo eléctrico y de agua potable para la condición propuesta en el anteproyecto, se tomaron como referencia datos históricos de consumo residencial anual. Esos datos se multiplicaron por la cantidad total de 13 apartamentos según la propuesta del anteproyecto.

La Secretaría de Planificación del Subsector Energía (SEPSE) et al. (2018), muestra datos para el consumo eléctrico de los hogares en Costa Rica en el año 2015 con 2515 kWh por vivienda por año, según se observa en el gráfico correspondiente (SEPSE, 2018, p. 64). Refiere también una tendencia hacia la baja desde el año 2012 del 4%, tanto en electricidad como en energía (SEPSE, 2018, p. 63).

También se consideró como dato representativo para el primer nivel comercial el consumo actual, se dividió el total anual de la Tabla 16 entre 6 por ser la cantidad de pisos activos en la actualidad del edificio con uso comercial.

De acuerdo con lo indicado por Angulo Zamora (2022, p. 26), el consumo de agua domiciliar promedio con corte a mayo 2022 fue de 22.75 m³ por año.

Esta información se resume en la Tabla 20.

Tabla 20. Consumo de electricidad y agua potable para la propuesta de anteproyecto

Electricidad		
Consumo por vivienda	2515,00	kWh
Cantidad de apartamentos	13,00	unidad
Consumo anual edificio	32695,00	
Contribución comercial	24280,00	kWh
Consumo total edificio	56975,00	kWh/año
Agua		
Consumo por vivienda	22,75	m ³
Cantidad de apartamentos	13,00	unidad
Consumo anual edificio	295,75	m ³ /año
Contribución comercial	180,17	m ³
Consumo total edificio	475,92	m ³ /año



**Factibilidad e
Implementación**

Factibilidad e Implementación

Como se ha visto a través de las secciones anteriores, cualquier edificación podría ser catalogada como sostenible si cumple con los requisitos establecidos en la normativa vigente.

En las páginas siguientes se lleva a cabo el análisis correspondiente para determinar si, con las condiciones existentes del Edificio Cronos o con la propuesta de anteproyecto, es factible cumplir con los parámetros normativos que podrían llevarlo a obtener una certificación sostenible como EDGE.

En este proyecto se analizan parámetros prescriptivos establecidos por la normativa indicada. Este acercamiento se realiza porque se analiza una estructura existente, cuya intervención para remodelarla requerirá de un análisis estructural que no es parte del alcance de este trabajo.

Análisis para Ventilación Natural

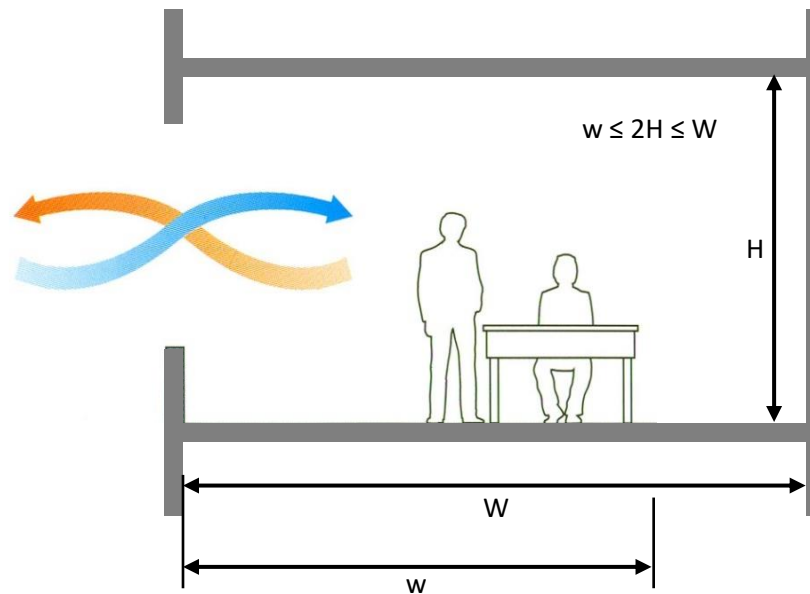
Las normativas ASHRAE 62.1-2022 y 62.2-2022 establecen criterios prescriptivos que permiten analizar las condiciones de ventilación natural para el Edificio Cronos.

El enfoque se centra en la revisión del área ventilada, las dimensiones de las aberturas para ventilación y el caudal de aire mínimo requerido según el tipo de uso para el espacio analizado.

La configuración de los espacios internos limita el análisis a ventilación unilateral, con una única abertura para cada aposento analizado, tanto para la condición existente del edificio como para la remodelación planteada con el anteproyecto, no se identifican aberturas en lados opuestos de los aposentos que permitan una ventilación cruzada.

Con base en lo anterior, se analizan las condiciones, existentes en el edificio actual y planteadas en el anteproyecto, según el detalle de la Figura 27 y al piso que corresponda.

Figura 27. Dimensiones para considerar en una ventilación natural unilateral



Donde:

H = Altura entre el piso del aposento y el cielo raso

W = Profundidad de la habitación en dirección perpendicular a la abertura de ventilación

w = Distancia a la que se extiende la ventilación natural, no mayor a $2H$

Edificio Cronos según sus condiciones existentes

De acuerdo con ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2022 (2022) la evaluación de ventilación natural se realiza mediante la comparación de los caudales de aire externo requeridos según el uso de los aposentos, su área y su ocupación; contra el caudal de aire externo que se espera entre por la configuración de las aberturas que permiten la ventilación.

En la Tabla 21 se muestran los cálculos correspondientes para el primer parámetro prescriptivo, V_{bz} , detallado por aposento, por nivel y por ubicación con ejes arquitectónicos; según su ubicación con ventilación frontal en las fachadas este y sur. El orden de la nomenclatura

determina la dirección en que se miden la profundidad del aposento y distancia perpendicular a la abertura que admite ventilación, por ejemplo, Eje C con Eje 1, significa que el aposento se encuentra cercano a la intersección de esos ejes con fachada paralela a la dirección del Eje C y distancias perpendiculares de profundidad en dirección del Eje 1.

Tabla 21. Cálculo de caudales de aire externo que se requieren para las zonas de respiración según uso actual

Criterio	Valor m	W m	w m	b m	Área piso m ²	R _p L/s·persona	P _z c/u	A _z m ²	R _a L/s·m ²	V _{bz} L/s
H	2,65									
W máximo	5,30									
Tercer nivel										
Oficina cerrada Eje C con Eje 1		6,85	5,30	1,25	26,00	2,50	4	6,63	0,30	11,99
Aula Eje C con Eje 2		4,40	4,40	1,25	30,00	2,50	15	5,50	0,30	39,15
Aula Eje C con Eje 3		2,75	2,75	1,25	27,00	2,50	15	3,44	0,30	38,53
Oficina cerrada Eje C con Eje 4		2,75	2,75	1,25	14,00	2,50	1	3,44	0,30	3,53
Oficina cerrada Eje 4 con Eje A		4,20	4,20	1,35	26,00	2,50	2	5,67	0,30	6,70
Oficina cerrada Eje 4 con Eje B		4,20	4,20	1,35	23,00	2,50	2	5,67	0,30	6,70
Quinto nivel										
Aula Ejes A, B y C con Eje 1		15,10	5,30	2,50	112,00	5,00	30	13,25	0,60	157,95
Oficina cerrada Eje C con Ejes 2 y 3		4,60	4,60	2,50	33,00	2,50	5	11,50	0,30	15,95
Aula Eje 4 con Ejes A, B y C		9,55	5,30	2,50	141,00	5,00	30	13,25	0,60	157,95

Donde

H = Altura entre el piso de los aposentos y el cielo raso (m)

w = Distancia perpendicular a la abertura que admite ventilación $\leq 2H$ (m)

W = Distancia medida en sitio perpendicular a la abertura hasta el fondo del aposento (m)

b = Ancho de la abertura (m)

V_{bz} = Caudal de aire externo requerido (L/s)

Con los valores de caudal externo requerido (V_{bz}) que se calcularon en la Tabla 21 se procede a realizar el estimado comparativo del área que deben tener las aberturas para cumplir con este requisito.

Con base en la Tabla 8 se confecciona la Tabla 22 que muestra el cumplimiento del requisito mínimo establecido dado que las aberturas instaladas tienen un área mayor que las requeridas.

Tabla 22. Cálculo de áreas abiertas mínimas para ventilación con una abertura lateral

Aposento	V_{bz} L/s	A_z m²	V_{bz}/A_z (L/s)/m²	H_s m	W_s m	H_s/W_s	% A_z	A_r m²	A_i m²	Cumple
Tercer nivel										
Oficina cerrada Eje C con Eje 1	11,99	6,63	1,81	1,80	1,25	1,44	4,4	0,29	2,25	Si
Aula Eje C con Eje 2	39,15	5,50	7,12	1,80	1,25	1,44	9,8	0,54	2,25	Si
Aula Eje C con Eje 3	38,53	3,44	11,21	1,80	1,25	1,44	9,8	0,34	2,25	Si
Oficina cerrada Eje C con Eje 4	3,53	3,44	1,03	1,80	1,25	1,44	2,5	0,09	2,25	Si
Oficina cerrada Eje A con Eje 4	6,70	5,67	1,18	2,00	1,35	1,48	2,5	0,14	2,70	Si
Oficina cerrada Eje B con Eje 4	6,70	5,67	1,18	1,80	1,35	1,33	2,5	0,14	2,43	Si
Quinto nivel										
Aula Eje 1 con Ejes A, B y C	157,95	13,25	11,92	1,80	2,50	0,72	9,8	1,30	4,50	Si
Oficina cerrada Ejes 2 y 3 con Eje C	15,95	11,50	1,39	1,80	2,50	0,72	2,5	0,29	4,50	Si
Aula Eje 4 con Ejes A, B y C	157,95	13,25	11,92	2,00	2,50	0,80	9,8	1,30	5,00	Si

Donde

H_s = Altura de la abertura instalada en sitio (m)

W_s = Ancho de la abertura instalada en sitio (m)

A_r = Área requerida prescriptiva según el porcentaje de A_z (m^2)

A_i = Área de la abertura instalada en sitio calculada como $H_s \times W_s$ (m^2)

Se debe recalcar que los aposentos analizados en las dos tablas anteriores se ubican en las fachadas este y sur, donde se localizan las aberturas que reciben viento exterior según la dirección de flujo natural. Para el resto de los aposentos se debe considerar ventilación mecánica o realizar un diseño de redireccionamiento para introducir flujo de aire desde el exterior, pues se da una de dos condiciones: del todo no tiene una abertura directa hacia un espacio exterior o el espacio exterior al que tiene acceso es el tragaluz techado, por lo tanto, no reciben un flujo de aire con su velocidad y dirección naturales.

Edificio Cronos según propuesta de anteproyecto

De forma similar se realiza el estudio para la propuesta de anteproyecto. Para esta configuración, existen algunos aposentos destinados a servicios sanitarios y duchas que colindan con las fachadas este y sur, sin embargo, no se consideran en este análisis por cuanto ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2022 (2022) refiere este tipo de aposentos únicamente para verificar la tasa de recirculación, lo cual no es parte de este estudio.

Tabla 23. Cálculo de caudales de aire externo que se requieren para las zonas de respiración según propuesta de anteproyecto

criterio	Valor m	W m	w m	b m	Área piso m ²	R _p L/s·persona	P _z c/u	A _z m ²	R _a L/s·m ²	V _{bz} L/s
H	2,65									
W máximo	5,30									
Tercer nivel										
Dormitorio Eje C con Eje 1		4,55	4,55	1,40	16,00	2,50	2	6,37	0,30	6,91
Bodega Eje C con Eje 2		2,70	2,70	0,75	5,00	2,50	1	2,03	0,60	3,72
Cocina Eje C con Eje 3		8,00	5,30	1,40	41,00	3,80	6	7,42	0,60	27,25
Sala Eje C con Eje 4		5,40	5,30	1,40	23,00	2,50	6	7,42	0,30	17,23
Dormitorio Eje 4 con Eje A		4,35	4,35	1,40	15,00	2,50	1	6,09	0,30	4,33
Dormitorio Eje 4 con Eje B		3,10	3,10	1,40	12,00	2,50	1	4,34	0,30	3,80
Quinto nivel										
Cocina Eje C con Eje 1		4,20	4,20	2,80	32,00	3,80	4	11,76	0,60	22,26
Cocina Eje C con Eje 3		3,65	3,65	2,80	25,00	3,80	4	10,22	0,60	21,33
Sala Eje 4 con Eje C		2,75	2,75	1,15	15,00	2,50	6	3,16	0,30	15,95
Dormitorio Eje 4 con Eje A		4,15	4,15	1,35	15,00	2,50	1	5,60	0,30	4,18

Con los valores de caudal externo requerido (V_{bz}) calculados en la Tabla 23 se procede a realizar el estimado comparativo del área que deben tener las aberturas para cumplir con este requisito.

Con base en la Tabla 8 se confecciona la Tabla 24 que muestra el cumplimiento del requisito mínimo establecido dado que las aberturas instaladas tienen un área mayor que las requeridas.

Tabla 24. Cálculo de áreas abiertas mínimas para ventilación con una abertura lateral según propuesta de anteproyecto

Aposento	V_{bz} L/s	A_z m ²	V_{bz}/A_z (L/s)/m ²	H_s m	W_s m	H_s/W_s	% A_z	A_r m ²	A_i m ²	Cumple
Tercer nivel										
Dormitorio Eje C con Eje 1	6,91	6,37	1,08	2,40	1,40	1,71	2,5	0,16	3,36	Si
Bodega Eje C con Eje 2	3,72	2,03	1,83	2,40	1,40	1,71	4,4	0,09	3,36	Si
Cocina Eje C con Eje 3	27,25	7,42	3,67	2,40	1,40	1,71	7,6	0,56	3,36	Si
Sala Eje C con Eje 4	17,23	7,42	2,32	2,40	1,40	1,71	4,4	0,33	3,36	Si
Dormitorio Eje 4 con Eje A	4,33	6,09	0,71	2,40	1,40	1,71	2,5	0,15	3,36	Si
Dormitorio Eje 4 con Eje B	3,80	4,34	0,88	2,40	1,40	1,71	2,5	0,11	3,36	Si
Quinto nivel										
Cocina Eje C con Eje 1	22,26	11,76	1,89	2,80	2,80	1,00	2,9	0,34	7,84	Si
Cocina Eje C con Eje 3	21,33	10,22	2,09	2,80	2,80	1,00	5,0	0,51	7,84	Si
Sala Eje 4 con Eje C	15,95	3,16	5,04	2,80	1,15	2,43	9,8	0,31	3,22	Si
Dormitorio Eje 4 con Eje A	4,18	5,60	0,75	2,80	1,35	2,07	2,5	0,14	3,78	Si

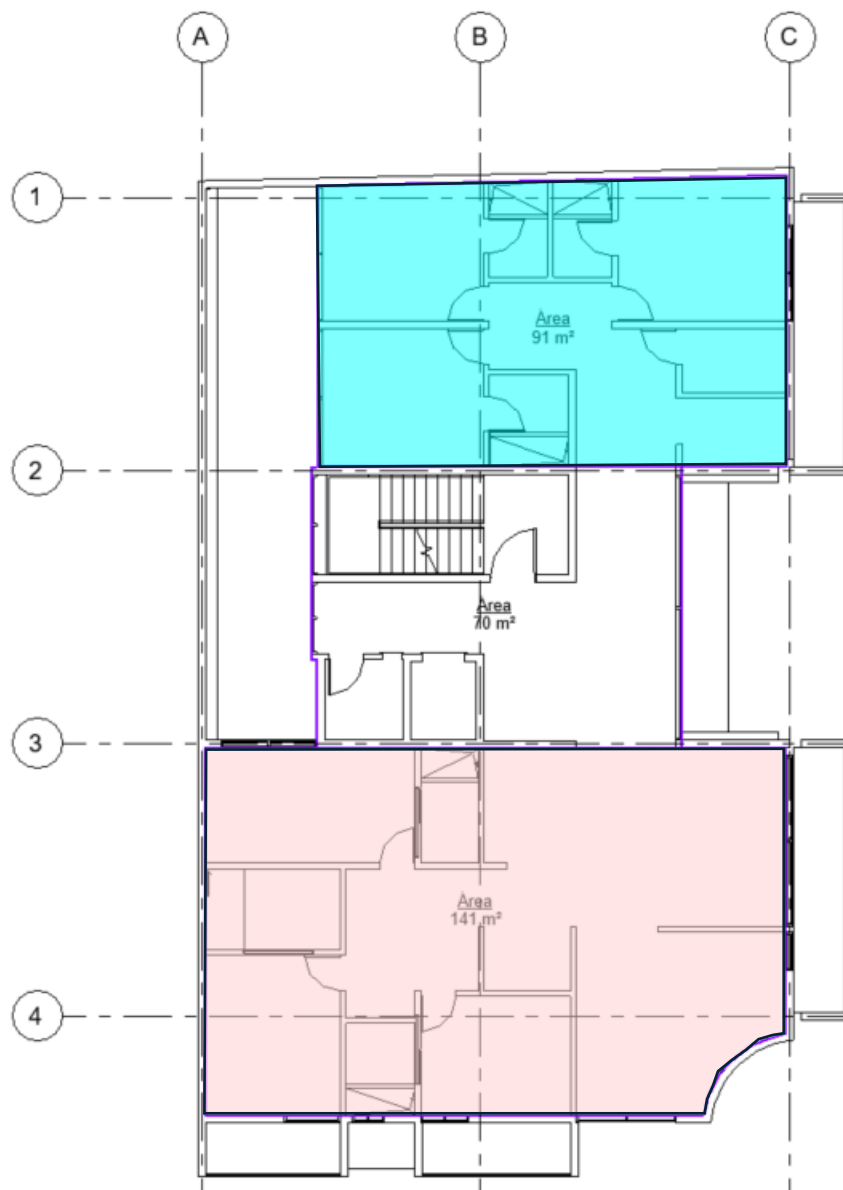
Se debe recalcar que los aposentos analizados en las dos tablas anteriores se ubican en las fachadas este y sur, donde se localizan las aberturas que reciben viento exterior según la dirección de flujo natural. Para el resto de los aposentos se debe considerar ventilación mecánica o realizar un diseño de redireccionamiento para introducir flujo de aire desde el exterior, pues se da una de dos condiciones: del todo no tiene una abertura directa hacia un espacio exterior o el espacio

exterior al que tiene acceso es el tragaluz techado, por lo tanto, no reciben un flujo de aire con su velocidad y dirección naturales.

Adicionalmente, para la propuesta del anteproyecto como solución habitacional y en aplicación de lo indicado por ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2022 (2022), se verifican los requerimientos planteados en la Tabla 10.

Como la propuesta considera “co-living” y “co-housing”, y la ventilación natural ha sido considerada únicamente por las fachadas este y sur, se agrupan los aposentos tomando en consideración los ejes 2 y 3 como separación para generar dos unidades habitacionales. El espacio entre estos ejes no se considera parte de una solución habitacional por ser gradas, ductos, elevador y lobby de circulación. La primera solución habitacional se localiza entre los ejes 1 y 2 hacia el norte del edificio. La segunda solución habitacional se ubica entre los ejes 3 y 4 al sur del edificio. El detalle de esta distribución se observa en la Figura 28 y aplica para todos los niveles habitacionales planteados.

Figura 28. Distribución simplificada de áreas para una suposición de dos soluciones habitacionales por nivel



Como se observa, una solución tiene 91 m^2 y la otra 141 m^2 . Para la primera se consideran dos dormitorios y para la segunda tres dormitorios.

Con base en la Tabla 23 se tabula y calcula en la Tabla 25 si la ventilación individual cumple con la normativa establecida.

Tabla 25. Cálculo de requerimientos de ventilación por área de solución habitacional y cantidad de dormitorios según propuesta de anteproyecto

Aposento para ventilación	V _{bz} L/s	Dormitorios c/u	Requerimiento L/s	Cumple
Tercer nivel				
Apartamento con 91 m²		2		
Dormitorio Eje C con Eje 1	6,91			
Bodega Eje C con Eje 2	3,72			
Ventilación calculada	10,63		24,00	No
Apartamento con 141 m²		3		
Cocina Eje C con Eje 3	27,25			
Sala Eje C con Eje 4	17,23			
Dormitorio Eje 4 con Eje A	4,33			
Dormitorio Eje 4 con Eje B	3,80			
Ventilación calculada	52,61		42,00	Si
Quinto nivel				
Apartamento con 91 m²		2		
Cocina Eje C con Eje 1	22,26		24,00	No
Apartamento con 141 m²		2		
Cocina Eje C con Eje 3	21,33			
Sala Eje 4 con Eje C	15,95			
Dormitorio Eje 4 con Eje A	4,18			
Ventilación calculada	41,46		38,00	Si

Como se observa, las soluciones habitacionales localizadas en el sector sur del edificio sí cumplen con la tasa de ventilación requerida, mientras que las ubicadas en el sector norte no cumplen. Esto se debe a la cantidad de aberturas que contribuyen en cada caso, siendo que la solución ubicada hacia el norte solo tiene contribución de la fachada al este, mientras que la

solución ubicada hacia el sur tiene contribución, no solo de la fachada al este, sino también de la fachada al sur.

Análisis para Iluminación Natural

De forma similar que para el análisis de ventilación natural, existe normativa que establece parámetros y requisitos para la iluminación natural. En este proyecto se revisará la intensidad luminosa en los aposentos mediante simulación para iluminación con el programa Revit 2023, InsightLightning y se comparan los resultados con lo indicado por ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2022 Energy Standard For Sites And Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (SI Edition), (2022), “Normativa Energética para Lugares y Edificios, Excepto Edificios Residenciales de Baja Altura (Edición SI)” (ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2022, SI Edition).

Se inicia el proceso tomando como base los archivos digitales desarrollados por el Sr. Zamora en su trabajo de Taller IX, a los cuales se les realiza algunos ajustes para correr los modelos virtuales. Aparte de la verificación y reconocimiento de los elementos estructurales y arquitectónicos, se realiza el emplazamiento del sitio como referencia para la ubicación mediante coordenadas y dirección correcta del norte que permite el programa. Este factor es de suma importancia para que el modelado sea lo más ajustado posible a las condiciones reales de operación.

Una vez ajustados los modelos, se procede con el análisis de fechas para realizar la simulación. Como se observa en la Figura 6, se contemplan los dos movimientos solares con una consideración diaria de este a oeste y otra anual con el cambio de la inclinación del sol.

Para efecto de las corridas en el sistema, se requiere iniciar y terminar la franja horaria con un intervalo que no inicie o termine de forma nocturna, se determinó que el algoritmo de análisis se ve altamente influenciado por estos extremos, arrojando resultados de muy poca luminosidad

en el interior del edificio. Por esta razón se decide que el horario más representativo se presenta entre las 9:00 am y las 3:00 pm, horas en las cuales el sol ilumina de forma representativa en la mañana y baja su influencia en la tarde.

En cuanto a los extremos anuales se analizaron las fechas correspondientes a los equinoccios (fechas del año cuando el día y la noche duran lo mismo) y los solsticios (fechas del año para el día más corto y más largo del año). Se considera que estos extremos incluyen toda la gama intermedia de exposición solar durante el año. Según el Departamento de Información Meteorológica, Instituto Meteorológico Nacional (IMN, s.f.), para este año 2024 el equinoccio de verano se presenta el 19 de marzo y el de invierno el 22 de setiembre. De forma similar el solsticio de verano se presenta el 20 de junio y el de invierno el 21 de diciembre.

Con esta definición horaria y de fechas, se procede a realizar las corridas correspondientes, tanto para el edificio en su condición existente como para la propuesta del anteproyecto en el Edificio Cronos.

Edificio Cronos según sus condiciones existentes

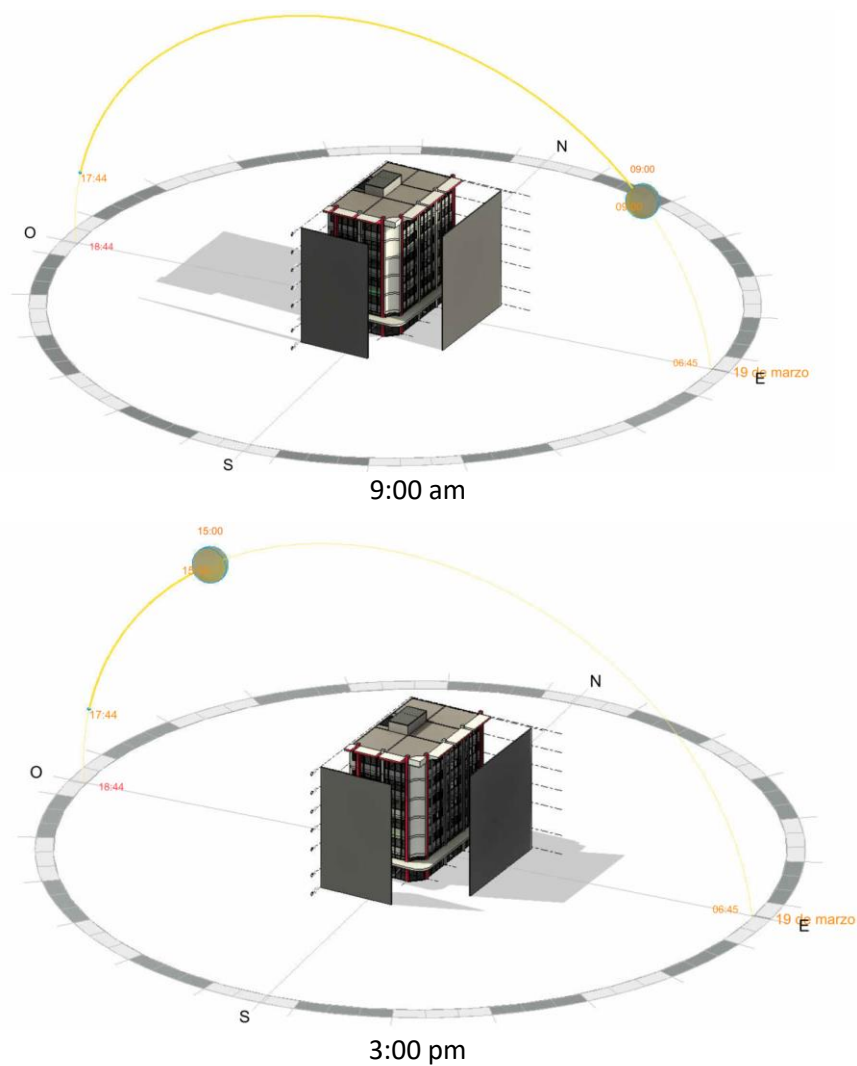
Como se indicó en la Figura 8, el Edificio Cronos se localiza en un centro urbano. Sus colindancias al oeste y al norte son edificaciones por lo que sus límites son paredes sólidas que no permiten iluminación natural hacia adentro del edificio. Por otro lado, las colindancias al sur y al este son hacia calle pública y por consiguiente presentan todas las aberturas con incidencia directa de luz solar. Sin embargo, esta condición se ve influenciada por la existencia de otros edificios con altura similar al otro lado de las calles.

Para simular la influencia de esta condición, se dibujaron paredes de igual altura a la del Edificio Cronos a una distancia igual al ancho de las calles correspondientes al sur y al este, esto

para que se reflejara en el modelo la influencia de las sombras generadas por estas estructuras durante el día.

Como muestra de esta influencia, en la Figura 29 se presentan imágenes de las simulaciones de recorrido solar con referencia a las 9:00 am y 3:00 pm para el equinoccio de verano, ocurrido el 19 de marzo de 2024. Destaca la sombra que se produce a las 9:00 am producto del edificio localizado al este. Por otro lado, la influencia de la sombra a las 3:00 pm por el edificio localizado al sur no influye sobre el Edificio Cronos.

Figura 29. Simulación de recorrido solar para el equinoccio de verano del 19 de marzo de 2024

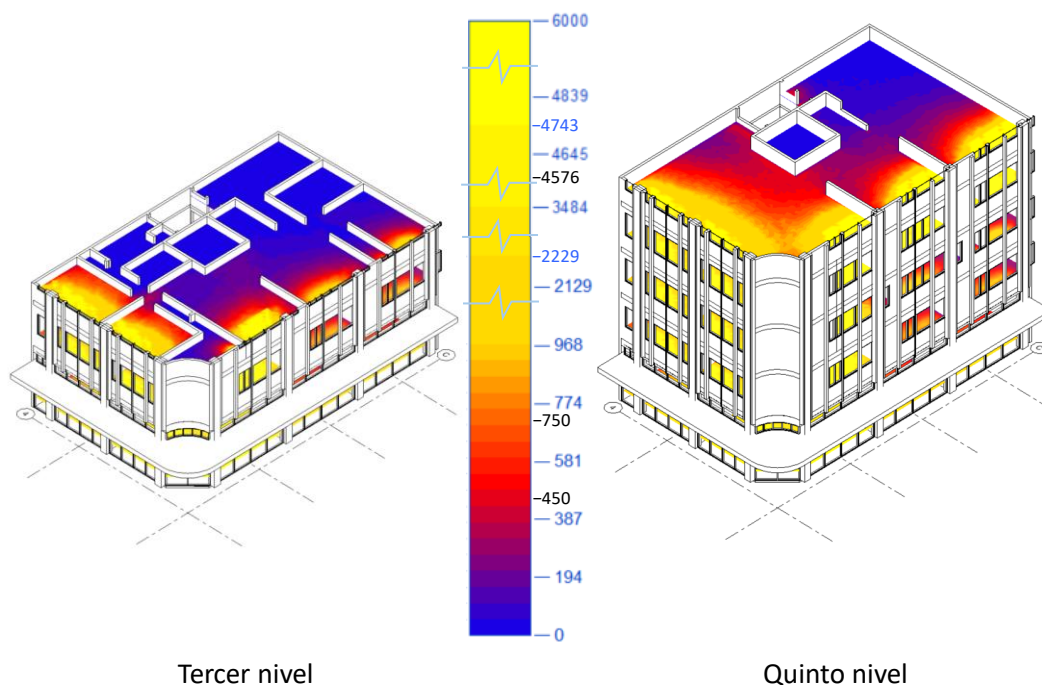


Nota: Tomado de simulación Revit 2023

Es de sumo interés realizar una valoración sobre la posibilidad de iluminar naturalmente el edificio, esto con el fin de promover el ahorro de energía eléctrica para iluminar artificialmente, pero que se pueda cumplir con los límites mínimos y máximos de intensidad luminosa dentro del edificio.

En la Figura 30 se muestran dos imágenes tridimensionales de la simulación, una para el tercer nivel y otra para el quinto piso, realizada para el solsticio de invierno con fecha 21 de diciembre de 2024. Esta fecha representa el día más corto del año y en consecuencia el de menor iluminación.

Figura 30. *Imágenes tridimensionales de la simulación para iluminación del Edificio Cronos en su condición existente para el solsticio de invierno de 2024*



Nota: Tomado de simulación Revit 2023, InsightLightning

Del estándar ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2022 (2022) se tienen los parámetros máximos para la densidad de potencia luminosa (LPD) admisible, como se señala en la Tabla 11. Sin embargo, resulta de interés también tener una referencia de los mínimos para comparar con los

resultados de la simulación y determinar si es necesario implementar iluminación artificial en los aposentos.

Según el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA, s. f.), los niveles de iluminación que se recomiendan se detallan en la Tabla 26.

Tabla 26. Niveles de iluminación recomendados por tipo de actividad

Actividad y tipo de local	Iluminancia (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Circulación y pasillos	50	100	150
Escaleras, sanitarios, almacenes	100	150	200
Oficinas			
Generales, procesamiento de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación	500	750	1000
Comercio			
Tradicional	300	500	750
Supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Aseo y baños	100	150	200
Comedor y salas de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

Nota. Adaptado de INA (s.f.), p. 4

En la Figura 35 se puede observar la distribución de la iluminación natural en el nivel tres del edificio. Esta es distinta a la distribución que se simula para el nivel cinco como se muestra en la Figura 36. De acuerdo con la escala de niveles de iluminación, cerca de las ventanas el nivel de iluminancia es alto y se va diluyendo hasta prácticamente cero lux en el extremo posterior del edificio.

Destaca la diferencia de ambas imágenes, donde el nivel 5 tiene una mayor iluminación que el nivel 3. Si se analiza desde la fachada este, a lo largo del eje C, esto se debe principalmente a la influencia de la sombra que ejercen los edificios cercanos, en la Figura 29 se observa la influencia de esta sombra en la proyección de las 9:00 am sobre los pisos inferiores. No obstante, si

se analiza desde la fachada sur, a lo largo del eje 4, se concluye que la diferencia la hacen las paredes divisorias del tercer nivel, las cuales evitan que la luz solar pase más allá del límite que estas establecen. Llama la atención la poca influencia que tiene el tragaluz ubicado en la parte central posterior del edificio, con una influencia mínima en el quinto piso y prácticamente inexistente en el tercero.

Al revisar la distribución de iluminancia según la escala generada por la simulación, se pueden ubicar zonas de influencia que determinan posibilidades de utilizar únicamente iluminación natural. No obstante, de forma similar se puede determinar que hay zonas donde se requiere iluminación artificial para alcanzar los mínimos de funcionamiento según se detalla en la Tabla 26.

Con base en lo indicado, se miden distancias perpendiculares desde la ventana central de la fachada este en los dos niveles, tercero y quinto, para establecer posibles zonas de influencia que permitan únicamente iluminación natural, otras con iluminación combinada y hacia el fondo solo con iluminación artificial.

En la Tabla 27 se resumen los datos medidos en planta según la degradación de escala generada por la simulación. Para el Máximo LPD se utilizó el valor de 4576 lux según la Tabla 11 y para los valores óptimo y mínimo se tomaron las referencias de la Tabla 26 con valores de 750 lux y 450 lux respectivamente.

La Figura 31 muestra la tendencia de separación perpendicular a lo largo del año para el tercer nivel. Destaca que hacia la mitad del año se logran iluminancias mayores hacia adentro del edificio. En la Figura 32 se observa la tendencia para el quinto nivel donde destaca la horizontalidad de la tendencia, es decir, se mantiene prácticamente invariable durante el año.

Tabla 27. Separación perpendicular de iluminancia desde la abertura central localizada en la fachada este del Edificio en su condición existente

Fecha	Nivel	Distancias		
		Máximo LPD	Óptimo	Mínimo
19/3/2024	5	0,46	3,31	4,61
	3	0,35	1,15	2,20
20/6/2024	5	0,22	2,80	4,36
	3	0,84	3,31	4,61
22/9/2024	5	0,36	3,00	4,20
	3	0,60	2,32	3,48
21/12/2024	5	0,31	3,31	4,61
	3	0,43	2,16	3,17
Promedio		0,45	2,67	3,91
Máximo		0,84	3,31	4,61

Figura 31. Tendencia de separación perpendicular de la iluminancia en el tercer nivel, medida desde la abertura en la fachada este del Edificio Cronos

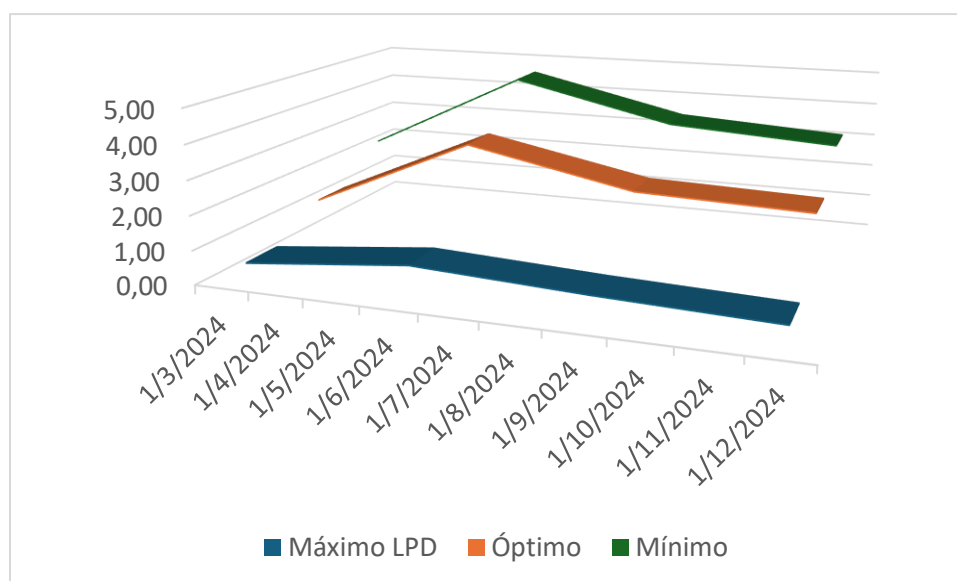
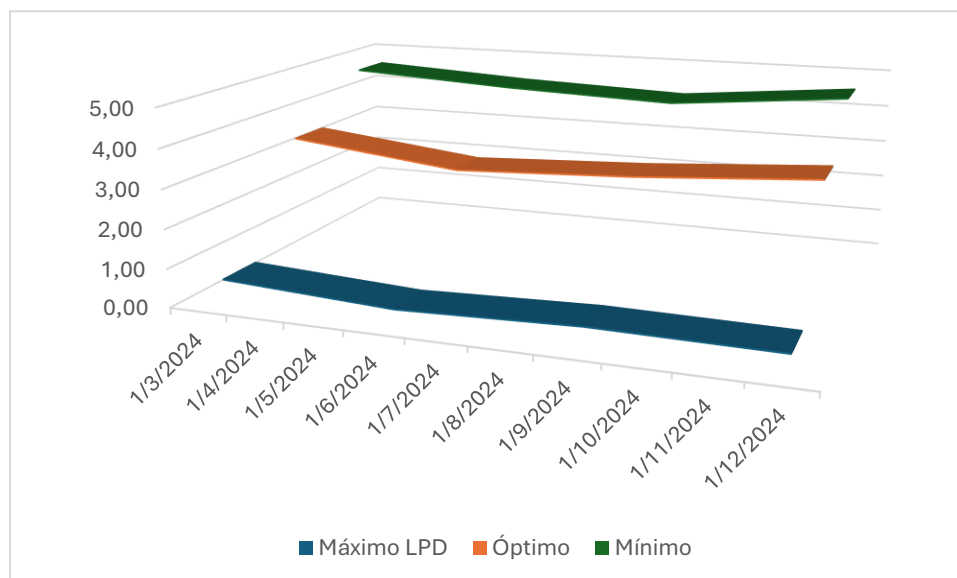


Figura 32. Tendencia de separación perpendicular de la iluminancia en el quinto nivel, medida desde la abertura en la fachada este del Edificio Cronos



Interpretando la información consignada en la Figura 31, la Figura 32 y la Tabla 27; se determina que desde la ventanería en la fachada este del edificio hasta una distancia perpendicular de 0.85 m se tiene iluminancia dentro del rango óptimo y el máximo LPD, luego se extiende una zona hasta un máximo de 3.30 m que se ubica con una iluminancia entre el rango óptimo y el mínimo y más allá de esa distancia, la iluminancia cae por debajo del mínimo recomendado.

Con esas condiciones, se establece que las oficinas requieren combinar uso de iluminación artificial a partir de una lejanía desde la ventana de 3.30 m.

En la Figura 33 se observa la incidencia solar sobre las ventanas a las 9:32 am. La Figura 34 muestra la distribución interna de la iluminancia con tendencia a la baja conforme se recorre hacia adentro del espacio educativo.

Figura 33. Fotografía tomada en uno de los espacios para aula ubicado sobre el eje 2 para la fachada este en el tercer nivel



Nota: Visita al sitio el día 21 de marzo de 2024

Figura 34. Fotografía tomada en uno de los espacios para aula ubicado sobre el eje 3 para la fachada este en el tercer nivel



Nota: Visita al sitio el día 21 de marzo de 2024

Figura 35. Distribución simulada de iluminación en el tercer nivel del edificio en su condición existente para el 21/12/2024

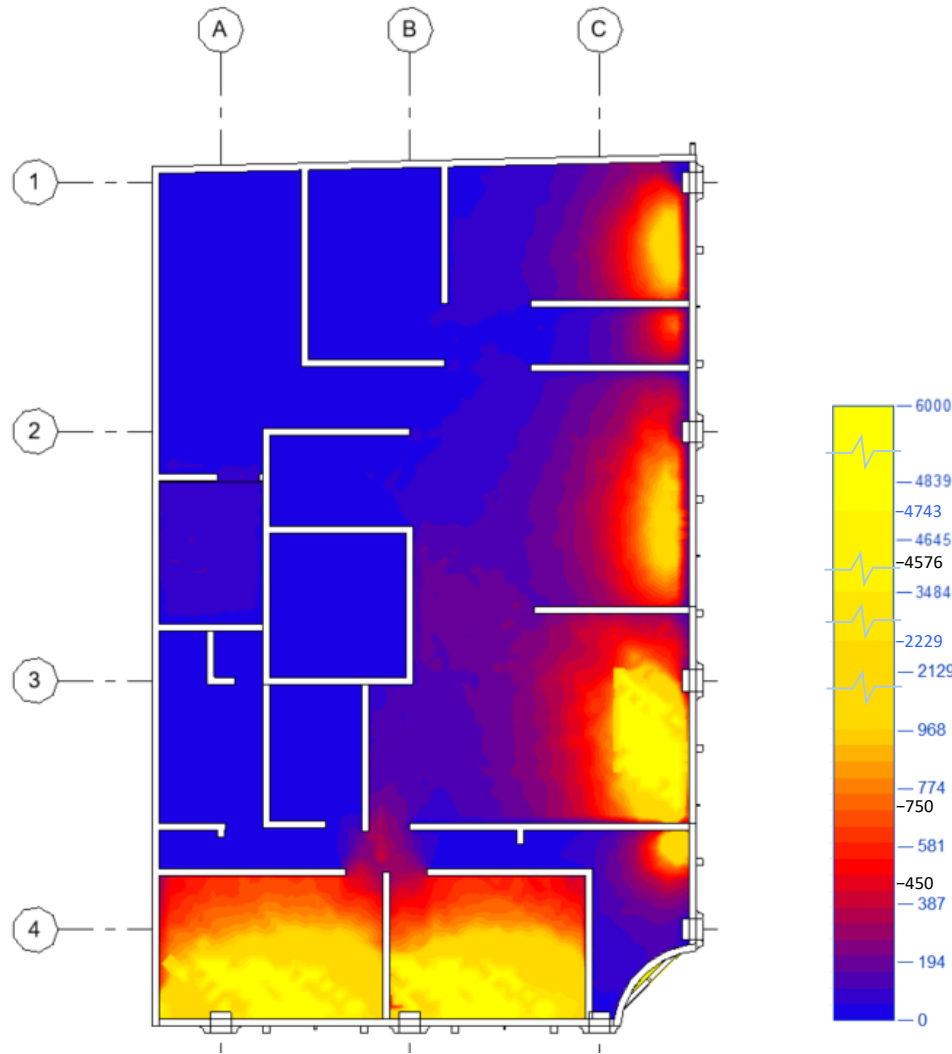
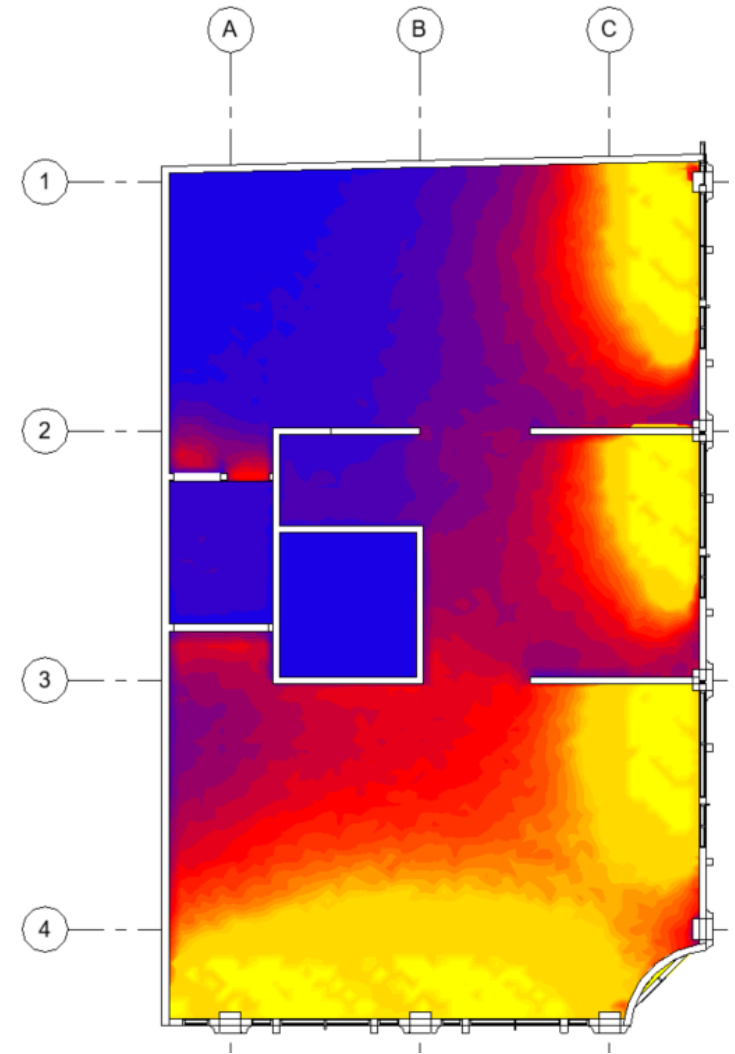


Figura 36. Distribución simulada de iluminación en el quinto nivel del edificio en su condición existente para el 21/12/2024



Nota: Tomado de simulación Revit 2023, InsightLightning

Figura 37. Distribución simulada de iluminación en el tercer nivel del edificio en su condición existente para el 20/06/2024

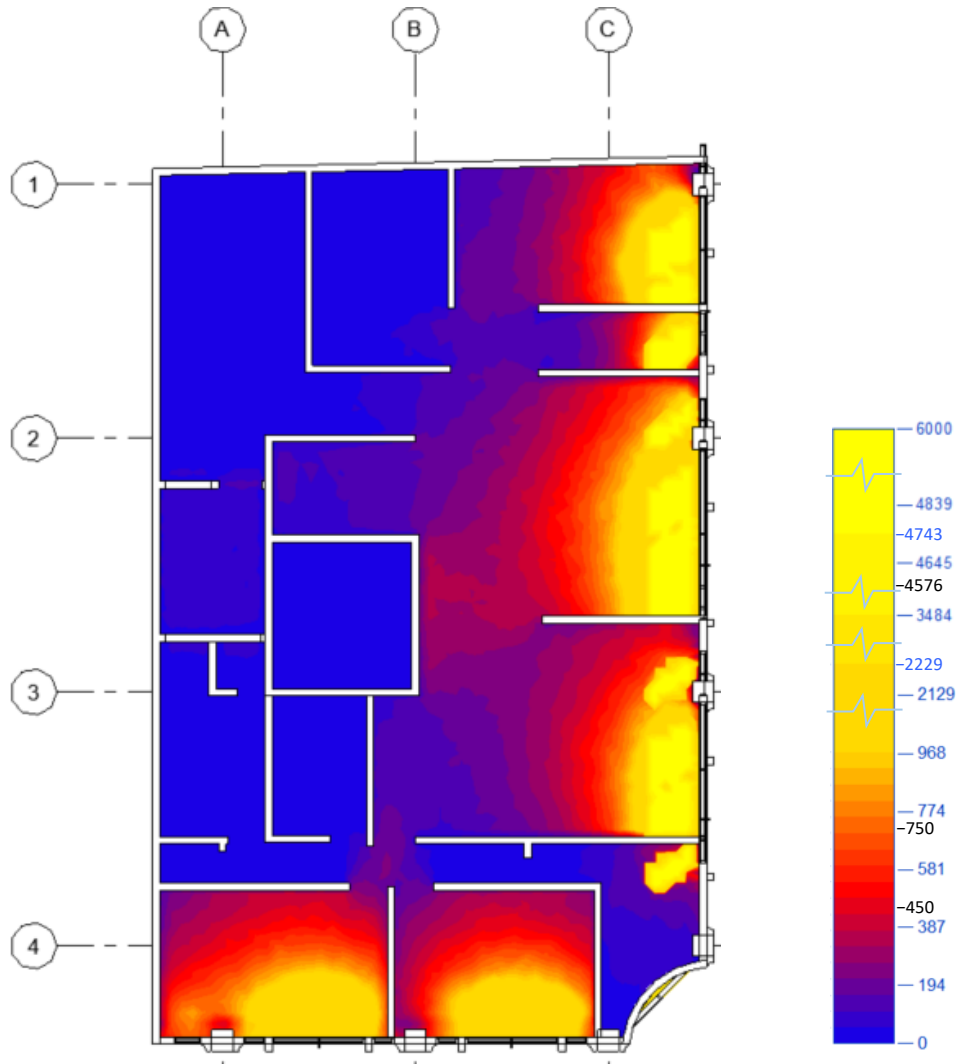
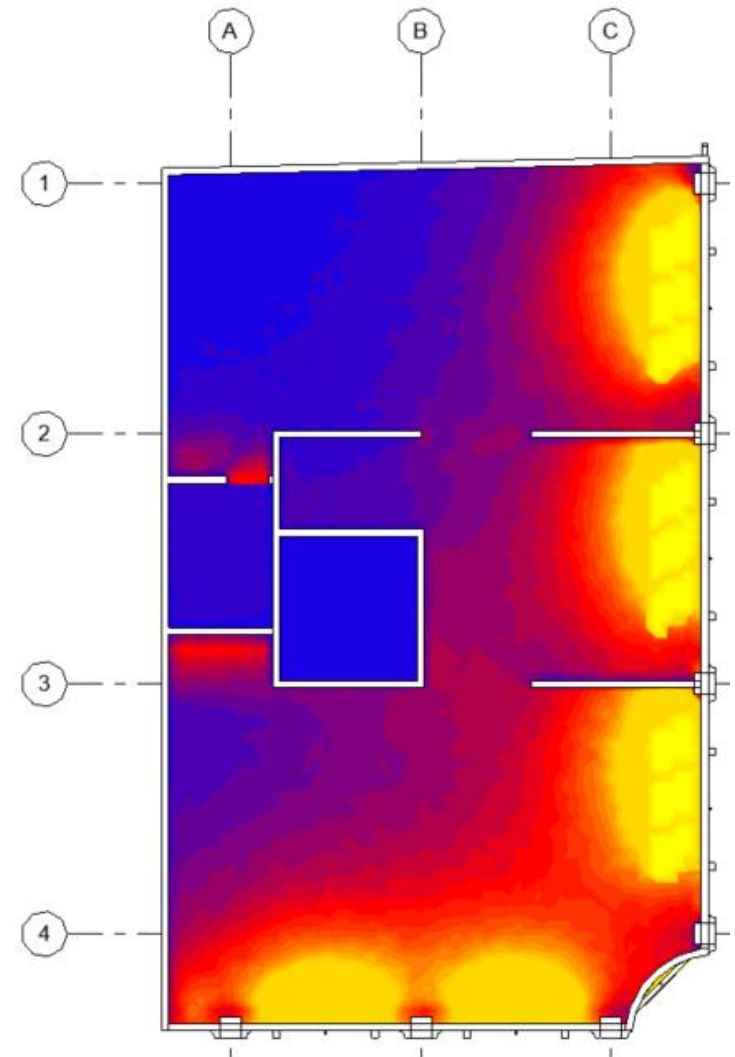


Figura 38. Distribución simulada de iluminación en el quinto nivel del edificio en su condición existente para el 20/06/2024



Nota: Tomado de simulación Revit 2023, InsightLightning

Figura 39. Distribución simulada de iluminación en el tercer nivel del edificio en su condición existente para el 22/09/2024

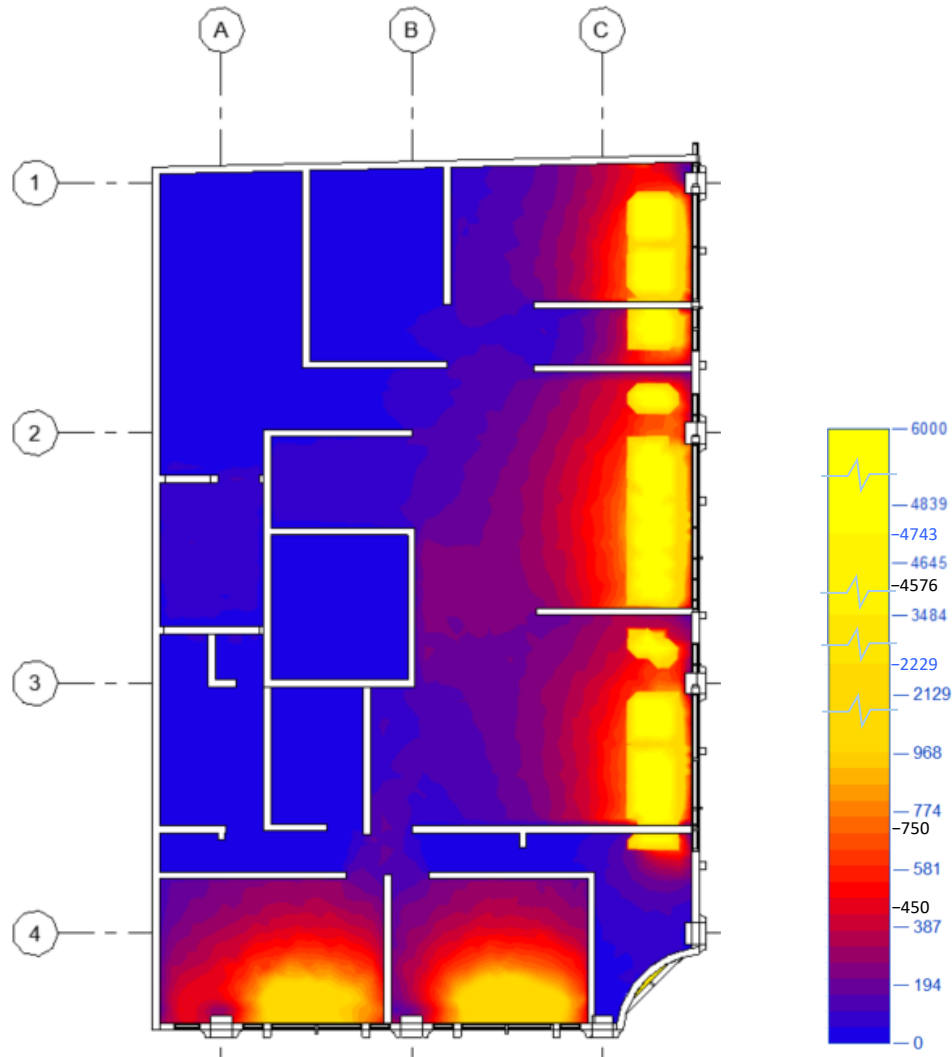
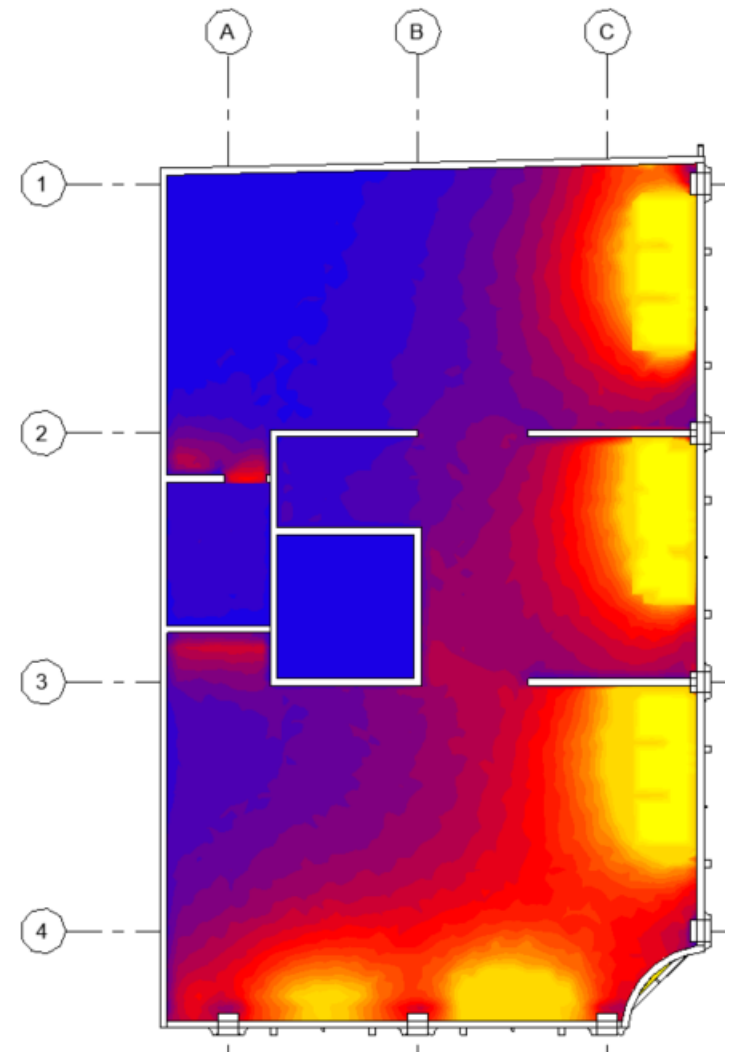


Figura 40. Distribución simulada de iluminación en el quinto nivel del edificio en su condición existente para el 22/09/2024



Nota: Tomado de simulación Revit 2023, InsightLightning

Figura 41. Distribución simulada de iluminación en el tercer nivel del edificio en su condición existente para el 19/03/2024

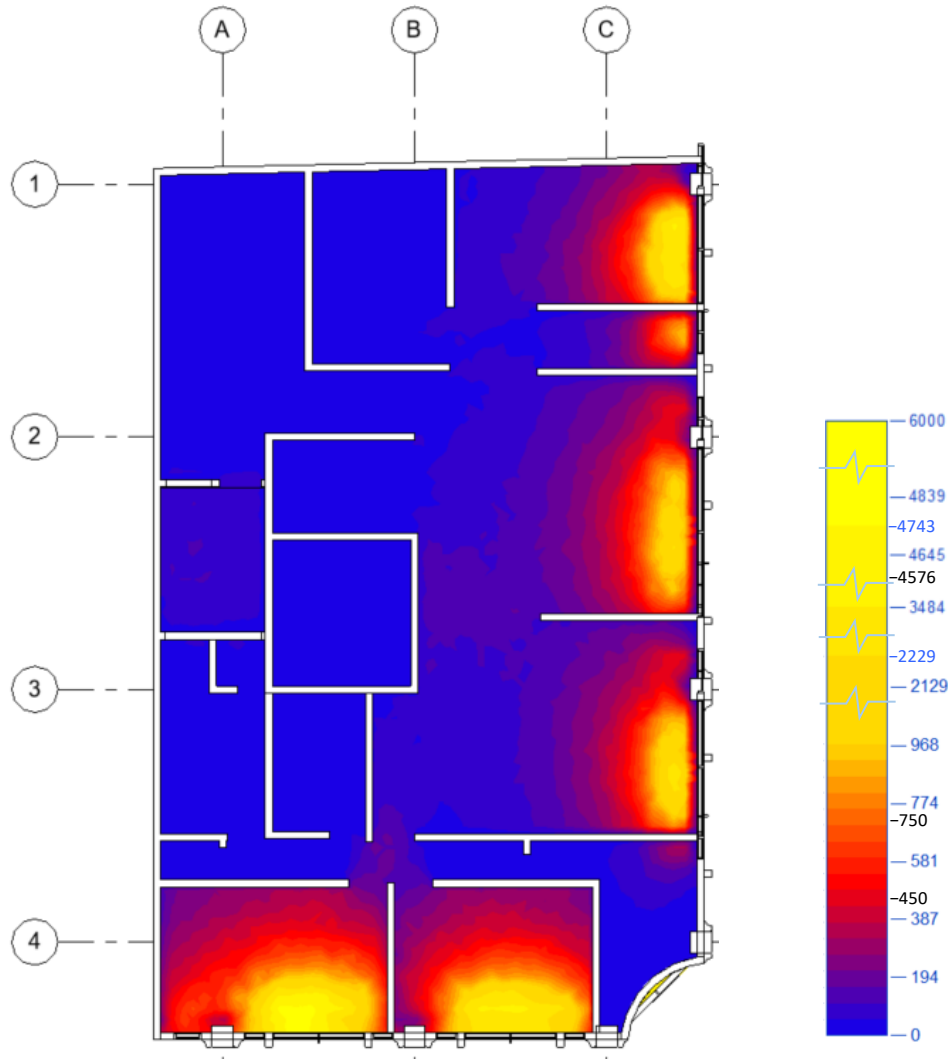
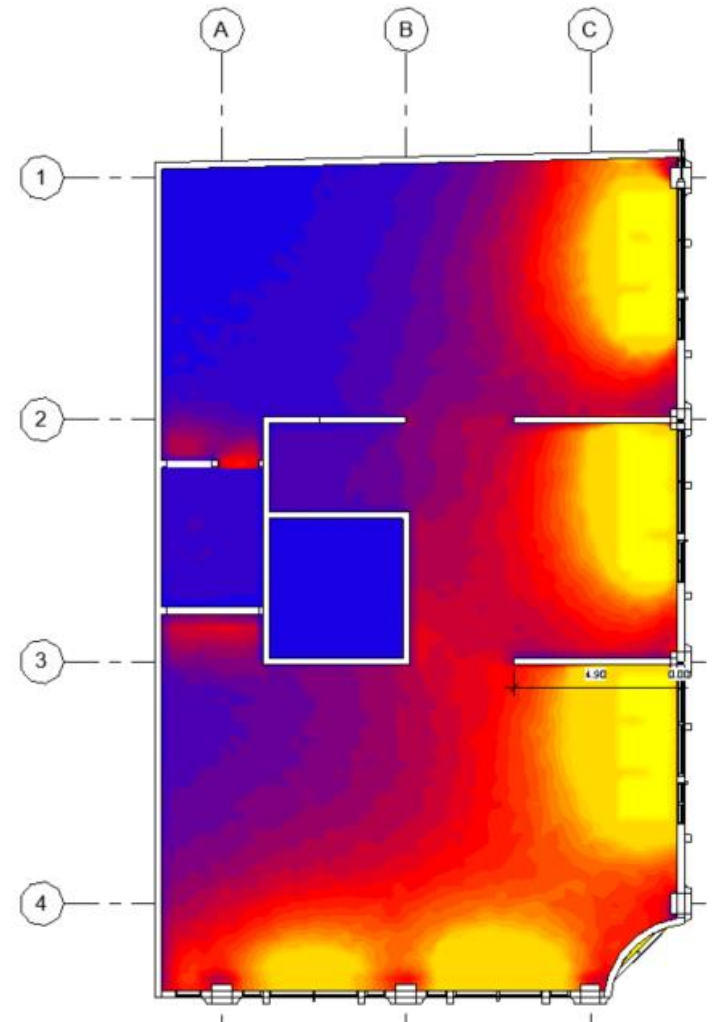


Figura 42. Distribución simulada de iluminación en el quinto nivel del edificio en su condición existente para el 19/03/2024



Nota: Tomado de simulación Revit 2023, InsightLightning

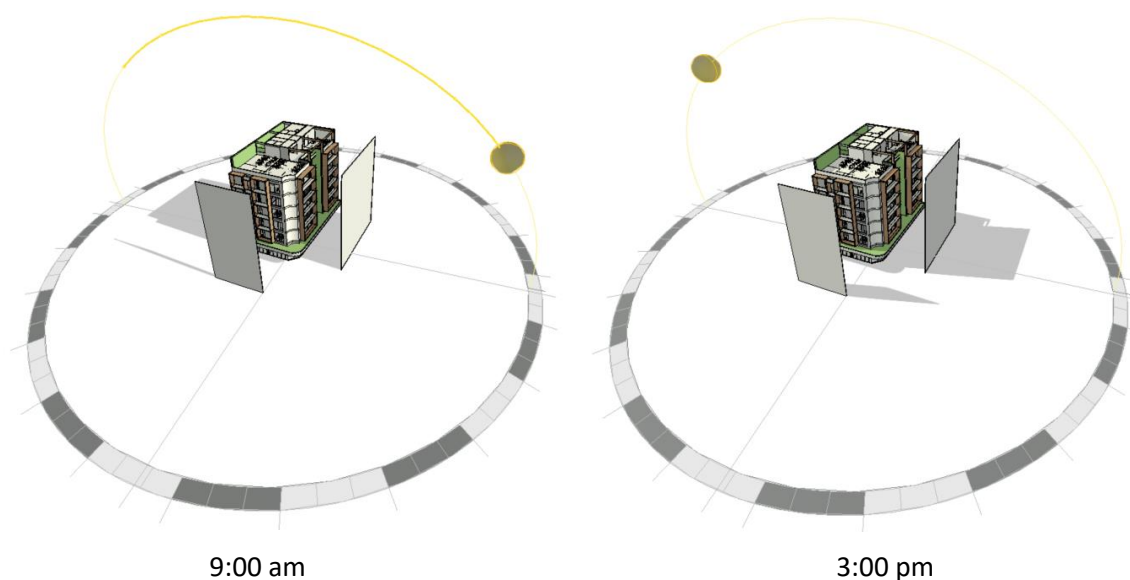
Edificio Cronos según propuesta de anteproyecto

Según la definición horaria y de fechas establecida en la sección anterior para el Edificio Cronos en su condición existente, se procede de forma similar con la propuesta de anteproyecto.

Se emplaza el proyecto con las coordenadas y se alinea con el norte para la adecuada ejecución de la simulación.

Como muestra de esta influencia, en la Figura 43 se presentan imágenes de las simulaciones de recorrido solar con referencia a las 9:00 am y 3:00 pm para el equinoccio de invierno, ocurrido el 22 de setiembre de 2024.

Figura 43. Simulación del recorrido solar para el equinoccio de invierno ocurrido el 22 de setiembre de 2024



Nota: Tomado de simulación Revit 2023

En la valoración para tener iluminación natural en el edificio y promover el ahorro de energía eléctrica para no iluminar artificialmente, destaca en esta propuesta la generalidad de tener máximos de intensidad luminosa dentro del edificio en la mayor parte del área habitable, tanto en el tercer piso como en el quinto nivel y para todas las fechas analizadas.

Esta condición se debe, parcialmente, a la gran cantidad de vidrio propuesto como cerramiento en ambas fachadas. Según el análisis realizado en la Tabla 18, para la fachada Este se tiene un 51% de aberturas que permiten iluminación, lo cual se comprueba en la configuración que se muestra en la Figura 23. De forma similar sucede con la fachada Sur, donde el análisis indica un 35% de aberturas para iluminación y se muestra en la configuración de la Figura 24.

Ahora bien, no solo es el porcentaje de abertura lo que determina la gran iluminación que la propuesta de anteproyecto generó en la simulación, según lo indicado por ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2022 (2022), las áreas primarias iluminadas lateralmente dependen del ancho de las ventanas, de la altura al dintel de la abertura y de la distancia perpendicular a objetos opacos verticales con altura superior a 1.50 m. Mediante el cálculo de los anchos y profundidades de área primaria iluminada lateralmente, se comprueba la distribución de iluminancia que se observa de la Figura 44 a la Figura 51, en las áreas ubicadas entre los ejes B y C con 3 y 4.

En la Tabla 28 se muestra el detalle de cálculos para determinar ancho del área primaria iluminada lateralmente para cada abertura identificada en cada fachada.

De forma similar, en la Tabla 29 se observan los resultados para determinar la profundidad del área primaria iluminada lateralmente.

La combinación de los tres criterios indicados provoca la condición de iluminancia igual o superior al máximo permitido por el estándar. Según la Tabla 11, para dormitorios el LPD es de 3824 lux y para comedor de 4781 lux, ambos superados según lo que se observa en las figuras supra citadas donde el máximo reportado es de 6000 lux.

De forma similar se analizan los niveles de iluminación recomendados para actividades habitacionales, los cuales se ubican, para condiciones óptimas entre 200 y 750 lux, superados ampliamente por los resultados de la simulación con valores superiores a 1000 lux en las áreas

ubicadas entre los ejes B y C con 3 y 4. Las distancias perpendiculares desde las ventanas al este del edificio y el eje B es de 8.05 m y entre las ventanas al sur del edificio y el eje 3 es de 9.75 m.

Tabla 28. Ancho del área primaria iluminada lateralmente

Tipo de ventana	Ancho de ventana (m)	Proyección lateral (el menor de)		Ancho del área primaria iluminada lateralmente (m)
		Mitad altura dintel	Distancia perpendicular a objeto opaco vertical de 1.50 m de altura	
Fachada Este				
Abertura tipo A1	5,60	1,25	1,75	6,85
Abertura tipo A2	6,40	1,25	2,80	7,65
Abertura tipo A3	0,90	1,20	2,70	2,10
Abertura tipo A4	4,40	1,20	8,20	5,60
Abertura tipo A5	1,50	1,20	2,70	2,70
Abertura tipo A6	2,50	1,20	4,55	3,70
Fachada Sur				
Abertura tipo A7	1,35	1,20	4,35	2,55
Abertura tipo A8	0,60	1,20	2,65	1,80
Abertura tipo A9	1,00	1,20	2,65	2,20
Abertura tipo A10	2,50	1,20	2,65	3,70

Tabla 29. Profundidad del área primaria iluminada lateralmente

Tipo de ventana	Altura de ventana (m)	Distancia perpendicular a objeto opaco vertical de 1.50 m de altura (m)	Profundidad iluminada (m)
Fachada Este			
Abertura tipo A1	2,50	1,75	1,75
Abertura tipo A2	2,50	2,80	2,50
Abertura tipo A3	2,40	2,70	2,40
Abertura tipo A4	2,40	8,20	2,40
Abertura tipo A5	0,80	2,70	0,80
Abertura tipo A6	2,40	4,55	2,40
Fachada Sur			
Abertura tipo A7	2,40	4,35	2,40
Abertura tipo A8	2,40	2,65	2,40
Abertura tipo A9	2,40	2,65	2,40
Abertura tipo A10	2,40	2,65	2,40

Figura 44. Distribución simulada de iluminación en el tercer nivel del edificio según propuesta de anteproyecto para el 21/12/2024

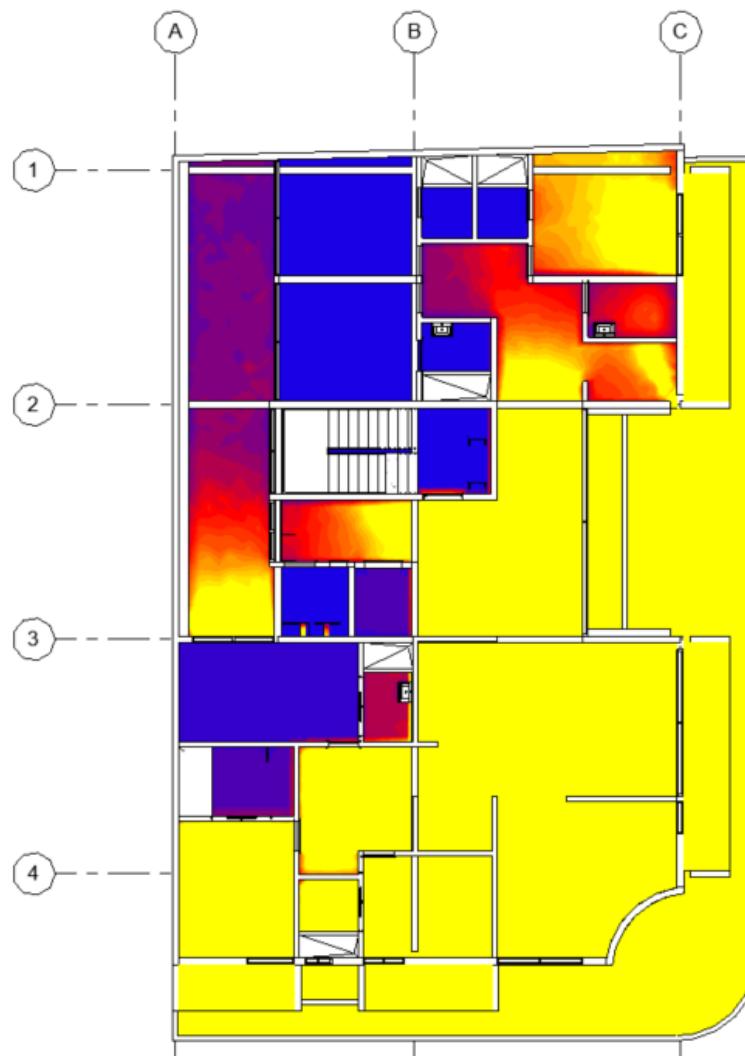
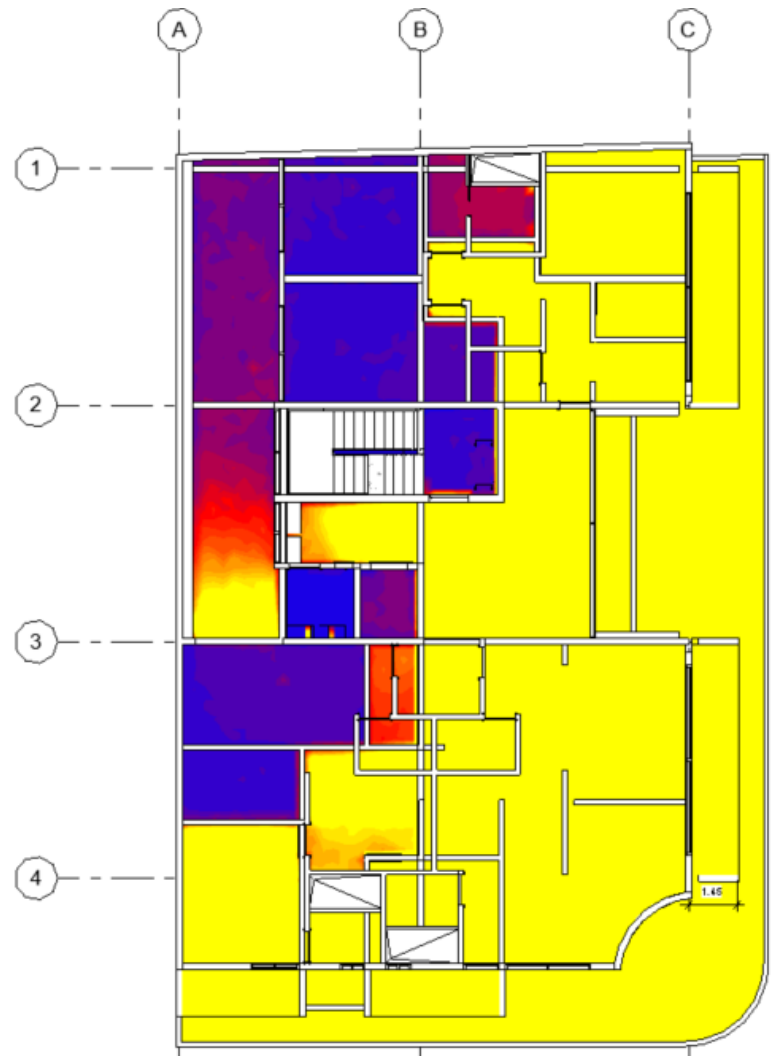


Figura 45. Distribución simulada de iluminación en el quinto nivel del edificio según propuesta de anteproyecto para el 21/12/2024



Nota: Tomado de simulación Revit 2023, InsightLightning

Figura 46. Distribución simulada de iluminación en el tercer nivel del edificio según propuesta de anteproyecto para el 20/06/2024

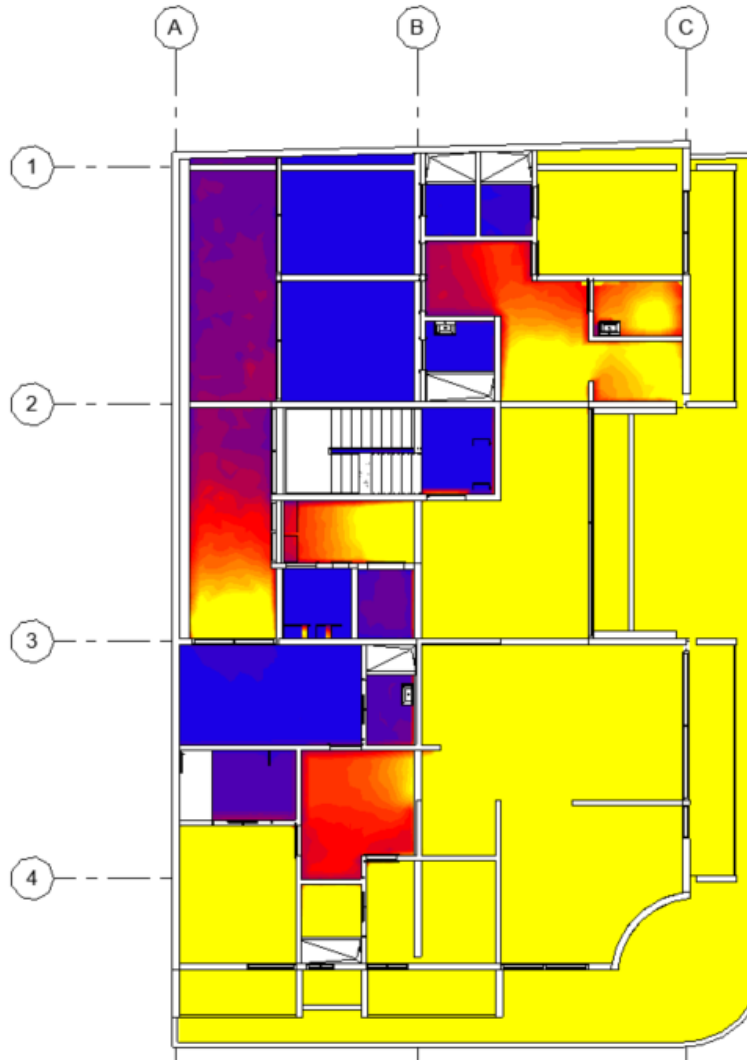
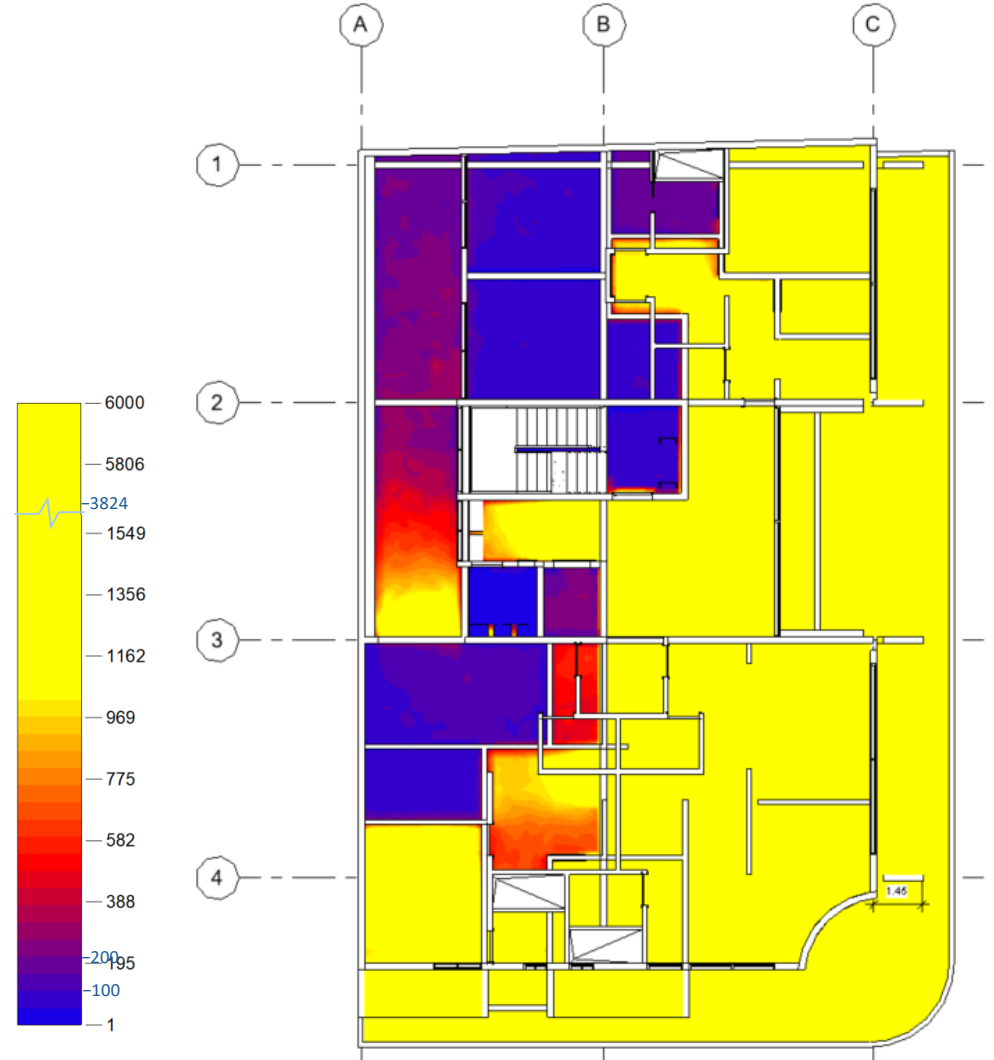


Figura 47. Distribución simulada de iluminación en el quinto nivel del edificio según propuesta de anteproyecto para el 20/06/2024



Nota: Tomado de simulación Revit 2023, InsightLightning

Figura 48. Distribución simulada de iluminación en el tercer nivel del edificio según propuesta de anteproyecto para el 22/09/2024

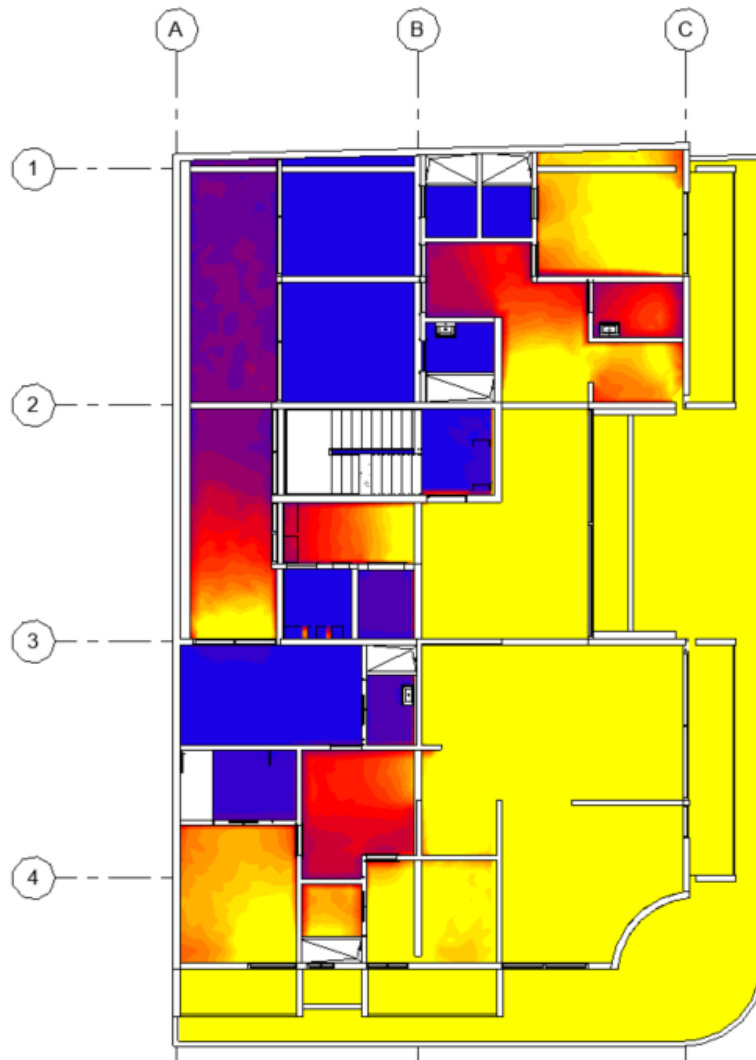
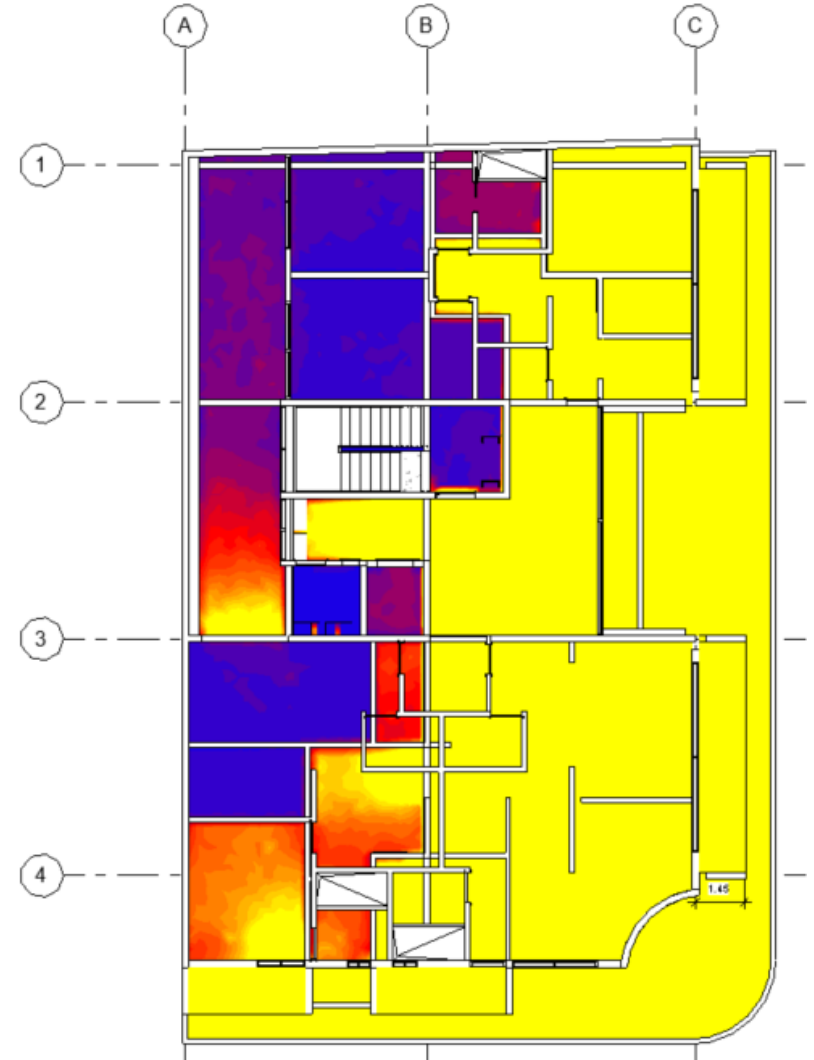


Figura 49. Distribución simulada de iluminación en el quinto nivel del edificio según propuesta de anteproyecto para el 22/09/2024



Nota: Tomado de simulación Revit 2023, InsightLightning

Figura 50. Distribución simulada de iluminación en el tercer nivel del edificio según propuesta de anteproyecto para el 19/03/2024

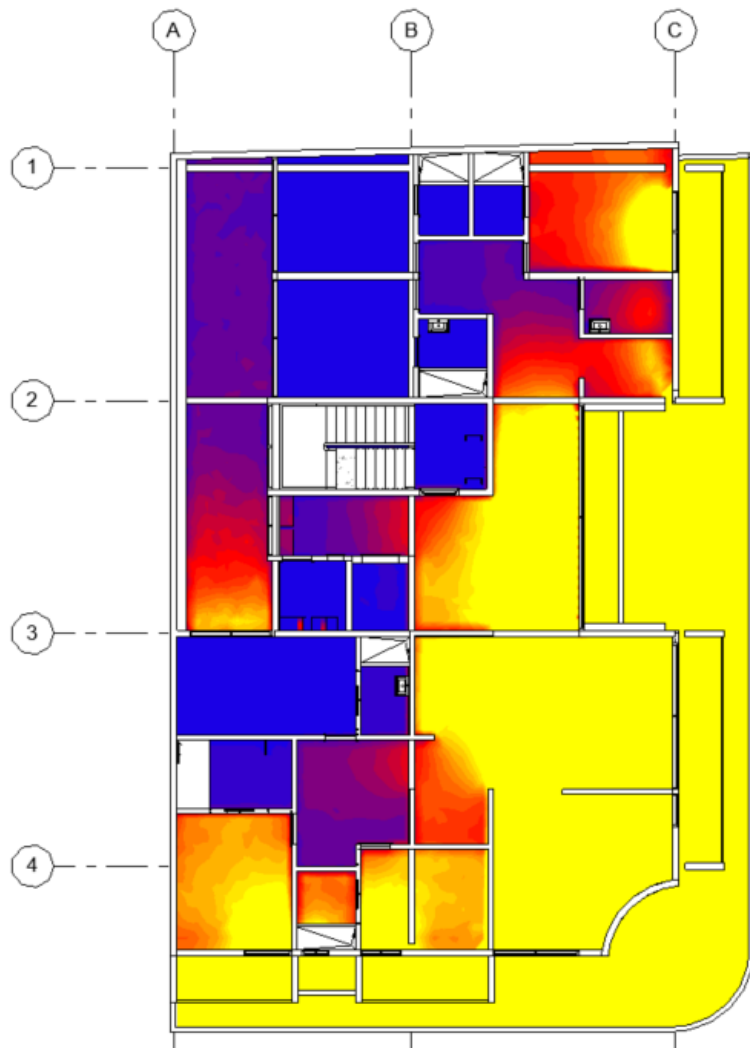
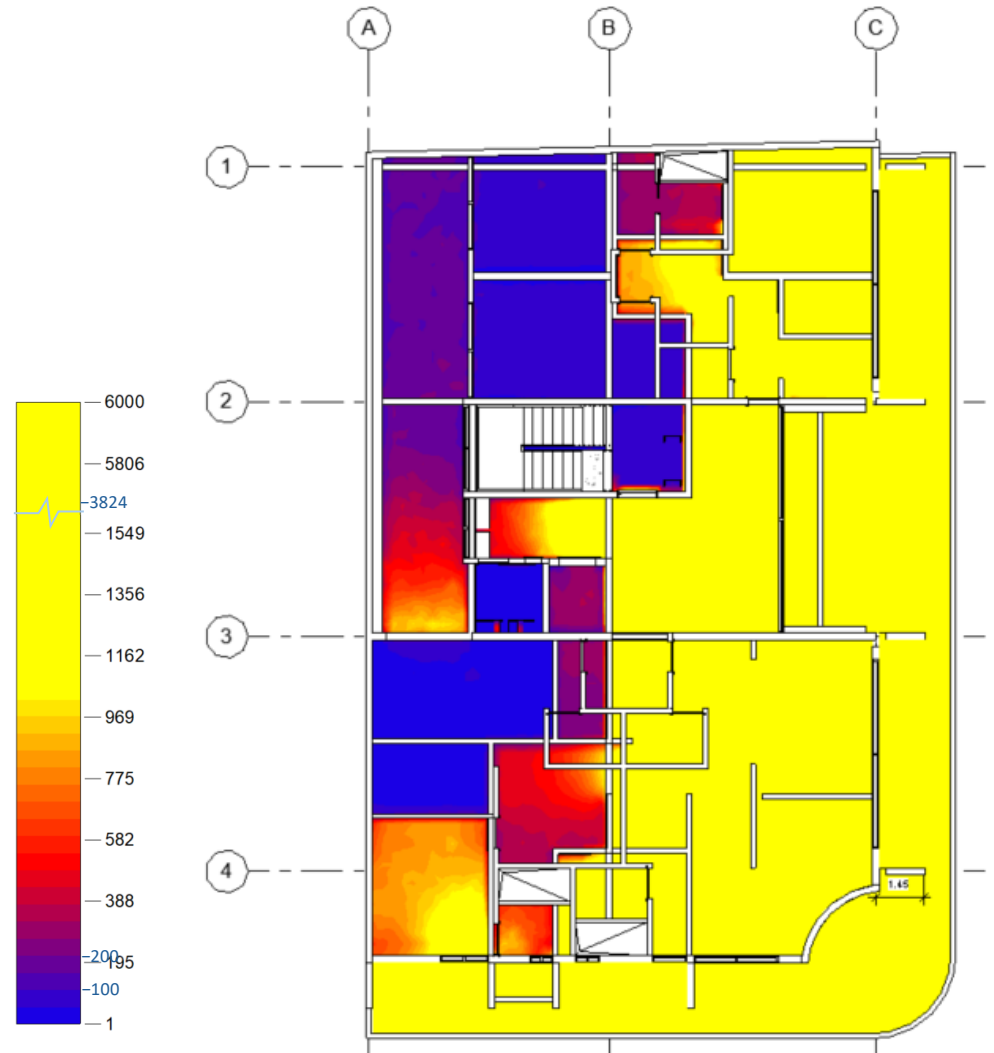


Figura 51. Distribución simulada de iluminación en el quinto nivel del edificio según propuesta de anteproyecto para el 19/03/2024



Nota: Tomado de simulación Revit 2023, InsightLightning

Análisis para Certificación EDGE®

Una de las ventajas de esta certificación internacional radica en la relativa facilidad para utilizarla. Refiere la Guía del Usuario de EDGE, Versión 3.0.a (2021) que es una plataforma dirigida a “cualquier persona que tenga interés en diseñar un edificio ecológico” (p. 12) y tiene la particularidad de que se puede utilizar con fines didácticos y aplicar el procedimiento en línea sin completar el ciclo de certificación, únicamente como ejercicio para descubrir “soluciones técnicas en la primera fase del diseño para reducir los costos de funcionamiento y el impacto ambiental” (p. 12).

Su nombre nace del acrónimo por sus siglas en inglés para “Excellence in Design for Greater Efficiencies”, que traducido significa “Excelencia en Diseño para Mayores Eficiencias” y la palabra diseño en este caso no debe inducir a error si se piensa que solo sirve para edificaciones nuevas, ya que EDGE, Versión 3.0.a (2021) señala que puede certificar “edificios en cualquier etapa de su ciclo de vida útil, lo que incluye la idea conceptual o el diseño de un edificio, las nuevas construcciones, los edificios existentes y las renovaciones” (p. 12).

EDGE, Versión 3.0.a (2021) introduce un detalle importante para este proyecto cuando indica que “Los materiales de los edificios existentes que se conserven en el edificio o que se reutilicen y tengan una antigüedad mayor a cinco años podrán declararse como “reutilizados”. (p. 22). El Edificio Cronos tiene una antigüedad mayor a los 5 años, fue construido en 2004 y en cualquier posibilidad de remodelación, como podría ser la aplicación del anteproyecto considerado, aplicará este criterio.

Es importante recordar que el sistema está diseñado para evaluar las edificaciones con un punto de partida, es decir, el programa inicia con información precargada por defecto, pero permite editar los datos consignados para que, con la introducción de la información real para el sitio y el inmueble, se realicen los cálculos de la forma más precisa posible.

Con lo indicado, se procede a la aplicación del procedimiento de ingreso de información en la plataforma, tanto para la condición existente en el edificio como para la propuesta de anteproyecto.

Edificio Cronos según sus condiciones existentes

El primer paso que se requiere dar para utilizar la aplicación es identificar el tipo de edificación por evaluar con el sistema para determinar si es aplicable al proyecto que se desea certificar. Una vez verificado que sí se puede aplicar EDGE, se procede a conseguir la información necesaria para alimentar el sistema de evaluación.

En este caso, la condición existente del Edificio Cronos se introducirá como edificio para oficinas que es uno de los tipos de edificación que se puede analizar, según se observa en la **¡Error!**

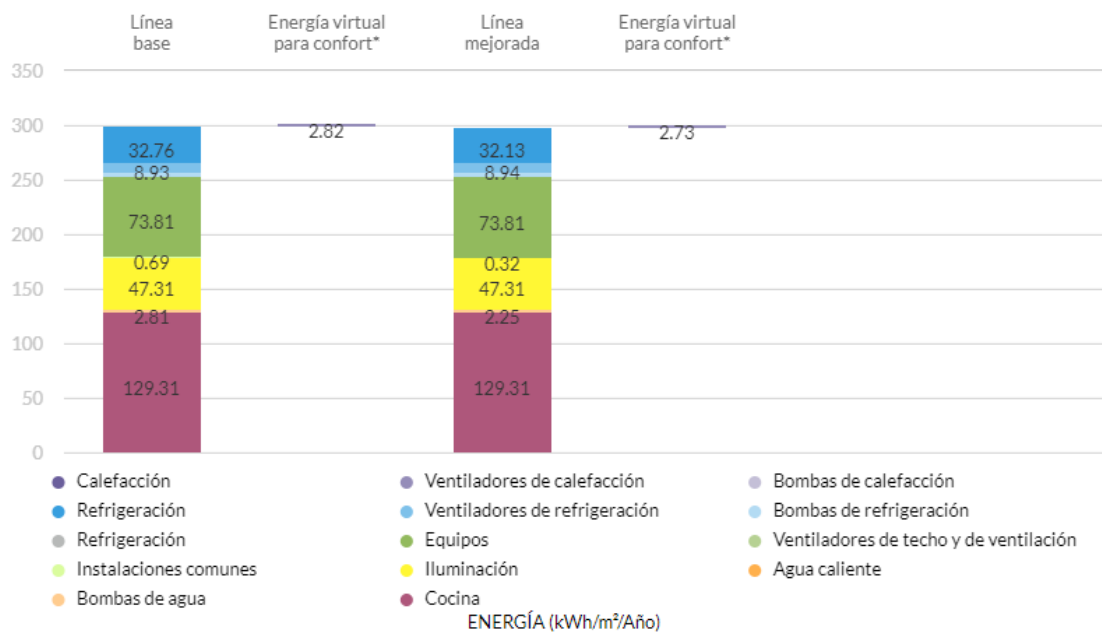
No se encuentra el origen de la referencia..

Posteriormente se procede a recabar la información característica para el edificio y su entorno la cual fue consignada en secciones anteriores de este documento. En la Tabla 12 se muestra la información climática, de la Tabla 13 a la Tabla 16 se tabularon los datos característicos físicos y de consumo para servicios públicos según la condición existente en el edificio y que se introdujeron en la aplicación de EDGE.

En el Anexo 2 se encuentra el formulario de evaluación implementado para el Edificio Cronos en su condición existente a la hora de elaborar este proyecto de graduación. En esta primera corrida de la aplicación no se obtuvo el resultado deseado, si bien cumplía con los porcentajes de eficiencia en consumo de agua y materiales, con un ahorro estimado de 26.34% y 54.00% respectivamente, no fue así para la energía que obtuvo únicamente un 0.43%.

En principio se consideró aplicar únicamente la medida de eficiencia energética EEM01 para la proporción de vidrio respecto de la pared, por lo que el resultado estuvo muy por debajo del requisito del 20%, como se observa en la Figura 52.

Figura 52. Resultado de la primera corrida de EDGE para el edificio en su condición existente con un ahorro de energía del 0.43%

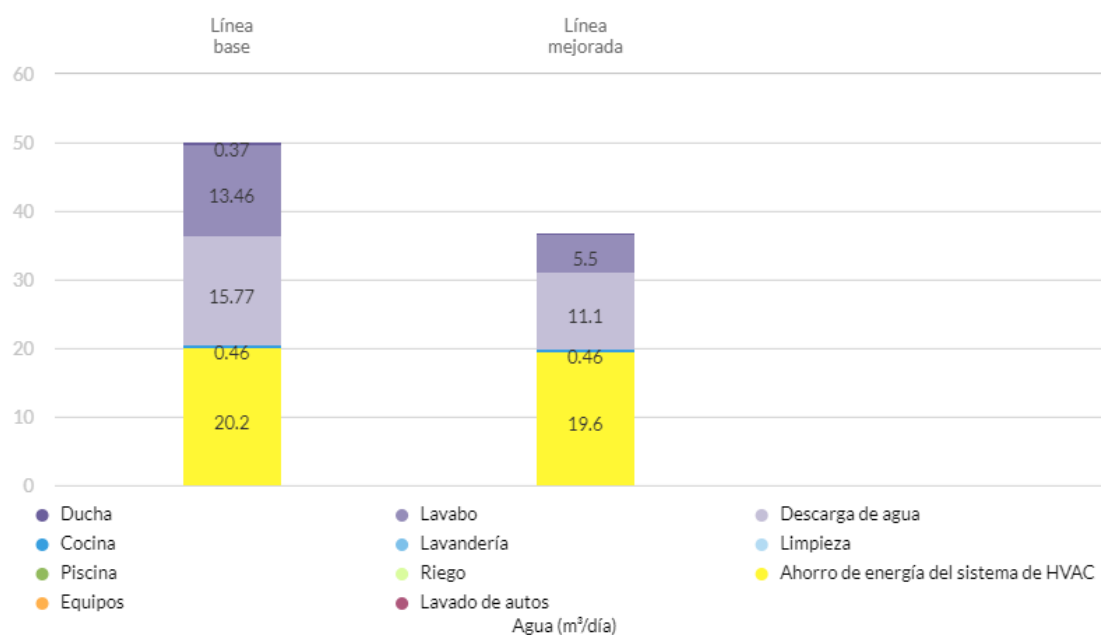


Nota: Informe preliminar de aplicación EDGE, Anexo 2, p. 10

En el caso del consumo de agua se aplicaron dos medidas, WEM02 para grifos eficientes y WEM04 para inodoros eficientes. Ambas medidas implican el cambio de los grifos e inodoros por piezas con un consumo menor a la referencia de la aplicación como se observa en la página 14 del informe.

En la Figura 53 se observa el gráfico comparativo correspondiente. Dado que con esas dos medidas el cálculo de la aplicación supera el mínimo requerido, no se considera la implementación de más medidas, aunque es factible realizar más ajustes para mejorar la calificación.

Figura 53. Resultado de la primera corrida de EDGE para el edificio en su condición existente con un ahorro en el consumo de agua del 26.34%



Nota: Informe preliminar de aplicación EDGE, Anexo 2, p. 13

Finalmente, para la eficiencia de los materiales se aplicaron medidas relacionadas con la existencia del edificio, se consideraron los materiales existentes y se reportaron como reciclados en las líneas de evaluación enumeradas en la Tabla 30 resultando en la eficiencia que se observa en la Figura 54.

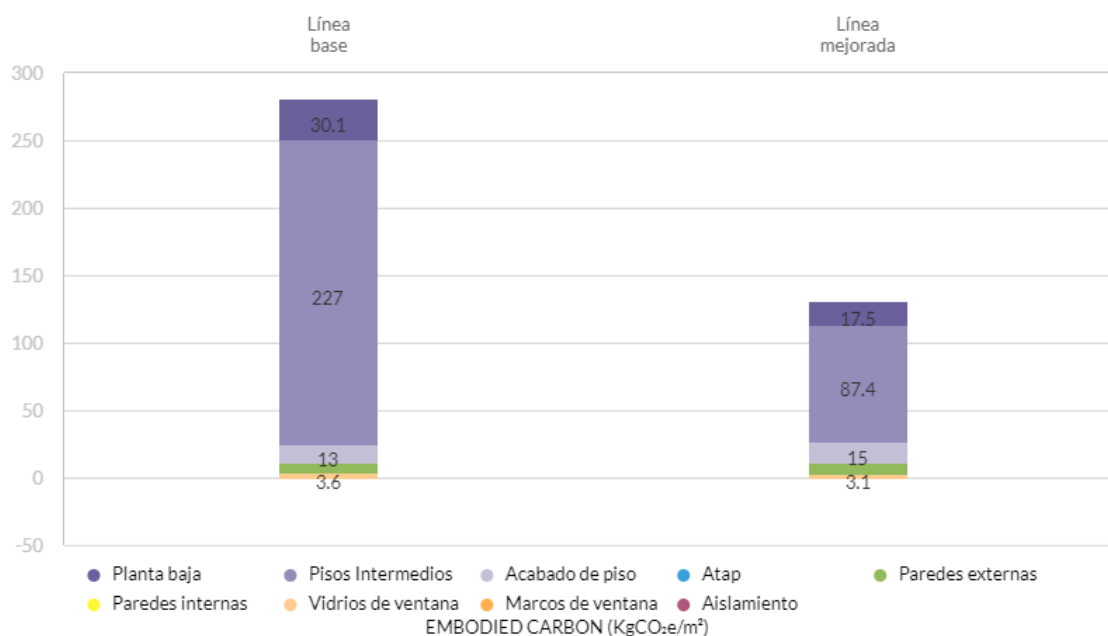
De forma similar que para el consumo de agua, se decide no modificar la información ingresada en la aplicación porque superó el mínimo del 20% establecido.

Tabla 30. Medidas de eficiencia en materiales de la primera corrida en la aplicación EDGE para el Edificio Cronos en su condición existente

Código	Nomenclatura
MEM01	Construcción de planta baja
MEM02	Construcción del entrepiso
MEM03	Acabado de piso
MEM04	Construcción del techo
MEM05	Paredes externas
MEM06	Paredes internas
MEM07	Marcos de ventana
MEM08	Vidrios de ventana
MEM09	Aislamiento de techo
MEM10	Aislamiento de paredes
MEM11	Aislamiento de piso

Nota. Tomado del informe de evaluación en el Anexo 2, p. 17-18

Figura 54. Resultado de la primera corrida de EDGE para el edificio en su condición existente con una eficiencia de los materiales del 54.00%



Nota: Informe preliminar de aplicación EDGE, Anexo 2, p. 16

Con esta primera corrida, no es posible acceder a la certificación porque, como se ha indicado, el rubro de eficiencia energética no cumplió con la expectativa.

Se analiza la posibilidad de incorporar elementos adicionales y se agregan seis medidas adicionales que se enumeran en la Tabla 31. Con esta incorporación se logró mejorar la calificación

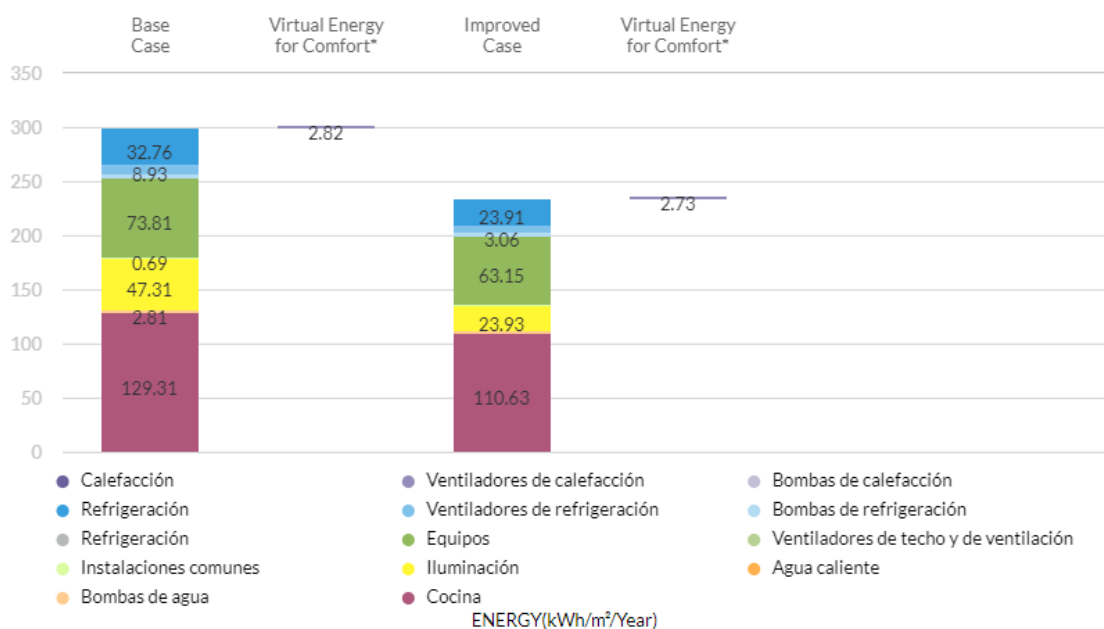
a un ahorro energético del 21.60% como se muestra en la Figura 55 y con lo que se lograría optar por la certificación EDGE.

Tabla 31. Medidas de eficiencia energética para la segunda corrida en la aplicación EDGE para el Edificio Cronos en su condición existente

Código	Nomenclatura
EEM01	Proporción de vidrio respecto de la pared (aplicada desde la primera corrida)
EEM04	Dispositivos de protección solar externos
EEM11	Ventilación natural
EEM22	Iluminación eficiente para áreas internas
EEM31	Medidores inteligentes de energía
EEM32	Correcciones del factor de potencia
EEM34	Otras medidas de ahorro de energía

Nota. Tomado del informe de evaluación en el Anexo 3, p. 11-12

Figura 55. Resultado de la segunda corrida de EDGE para el edificio en su condición existente con un ahorro de energía del 21.60%



Nota: Informe preliminar de aplicación EDGE, Anexo 2, p. 16

Se debe destacar que las medidas sugeridas son factibles de implementar, pero al ser una aplicación didáctica no se consiguieron los documentos pertinentes ni se realizaron las memorias

de cálculo correspondientes que, en su momento, sí sería necesario desarrollar y aportar ante el ente acreditador de EDGE.

Edificio Cronos según propuesta de anteproyecto

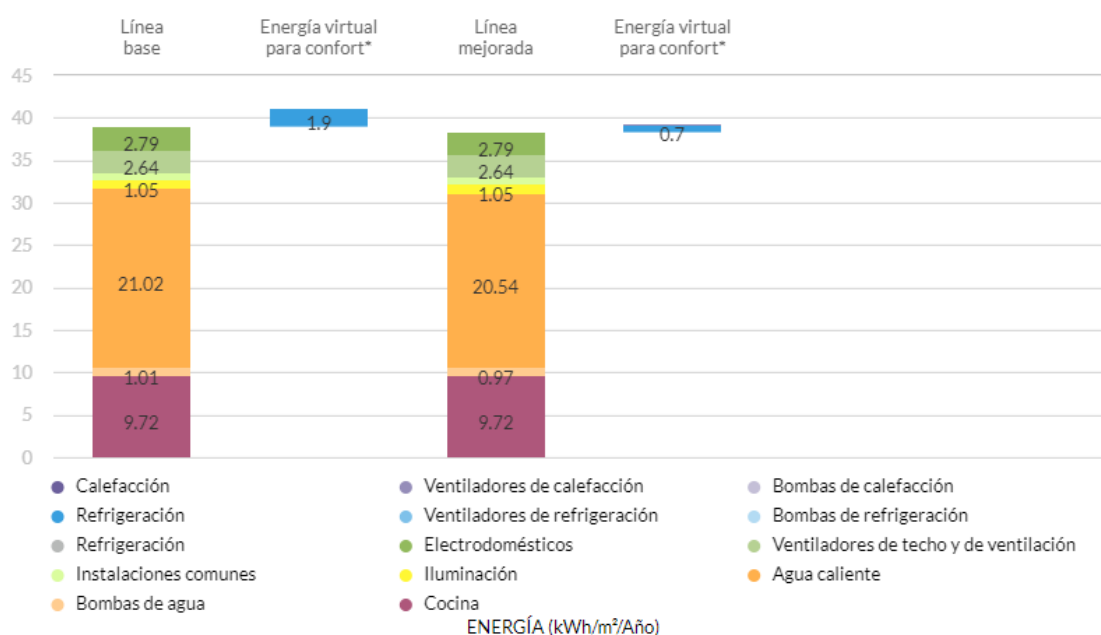
De forma similar a la condición existente, se identifica el tipo de edificación por evaluar la propuesta de anteproyecto. En este caso el Edificio Cronos se introducirá como edificio de apartamentos con servicios, otro de los tipos de edificación que se puede analizar, según se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Se utiliza la misma información característica que aplica para el edificio y su entorno, la cual fue consignada anteriormente, como es el caso de la Tabla 12 con la información climática. De la Tabla 17 a la Tabla 20 se tabularon los datos característicos físicos y de consumo para servicios públicos según la propuesta de anteproyecto para el edificio y que se introdujeron en la aplicación de EDGE©.

En el Anexo 4 se encuentra el formulario de evaluación implementado para el Edificio Cronos según la propuesta de anteproyecto. En esta primera corrida de la aplicación no se obtuvo el resultado deseado, únicamente cumplía con el porcentaje de eficiencia para materiales con un 71.00%. Para la energía obtuvo 4.42% y para el consumo de agua un 16.67%.

En este ejercicio se consideró aplicar dos medidas de eficiencia energética, la EEM04 para los dispositivos de protección solar externos y la EEM11 para ventilación natural, pero el resultado estuvo muy por debajo del requisito del 20%, como se observa en la Figura 56.

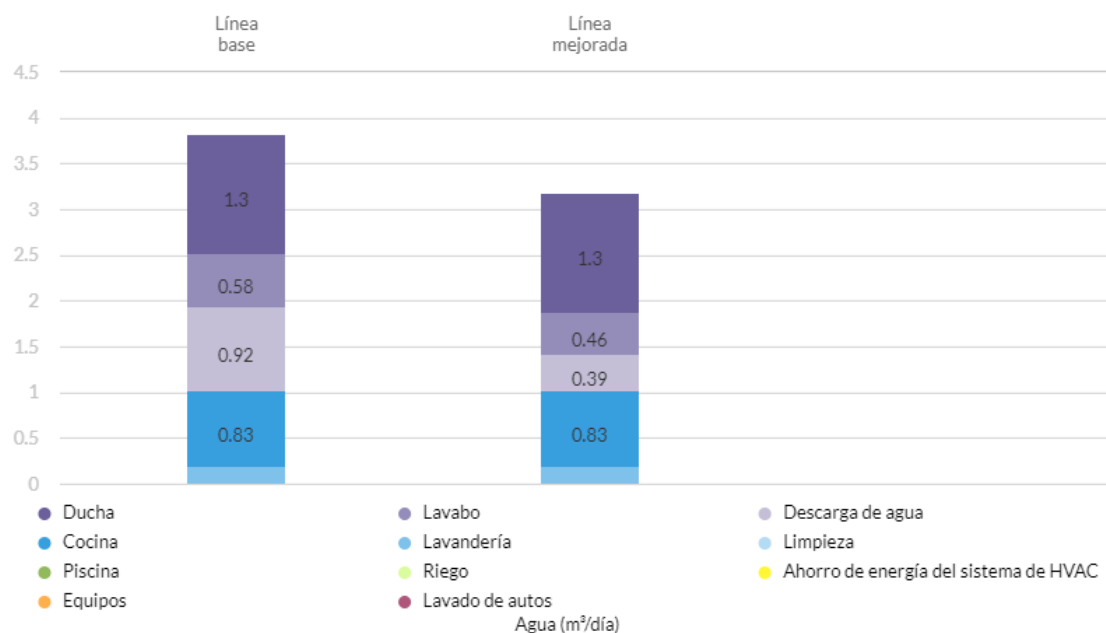
Figura 56. Resultado de la primera corrida de EDGE para la propuesta de anteproyecto en el Edificio Cronos con un ahorro de energía del 4.42%



Nota: Informe preliminar de aplicación EDGE, Anexo 4, p. 11

En el caso del consumo de agua se aplicaron dos medidas, WEM02 para grifos eficientes y WEM04 para inodoros eficientes, sin embargo, para este tipo de edificación no fue suficiente esta implementación como se observa la página 14 del informe. En la Figura 57 se observa el gráfico comparativo correspondiente.

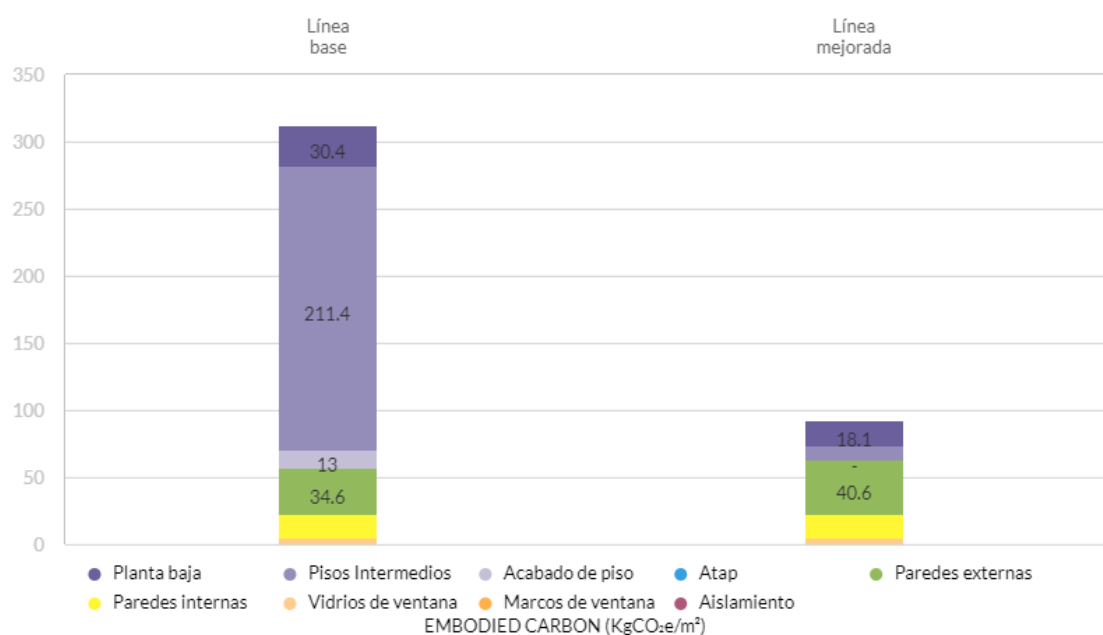
Figura 57. Resultado de la primera corrida de EDGE para la propuesta de anteproyecto en el Edificio Cronos con un ahorro en el consumo de agua del 16.67%



Nota: Informe preliminar de aplicación EDGE, Anexo 4, p. 14

Finalmente, para la eficiencia de los materiales se aplicaron las mismas medidas relacionadas con la existencia del edificio, se consideraron los materiales existentes y se reportaron como reciclados en las líneas de evaluación enumeradas en la Tabla 30 resultando en la eficiencia que se observa en la Figura 58.

Figura 58. Resultado de la primera corrida de EDGE para la propuesta de anteproyecto en el Edificio Cronos con una eficiencia de los materiales del 71.00%

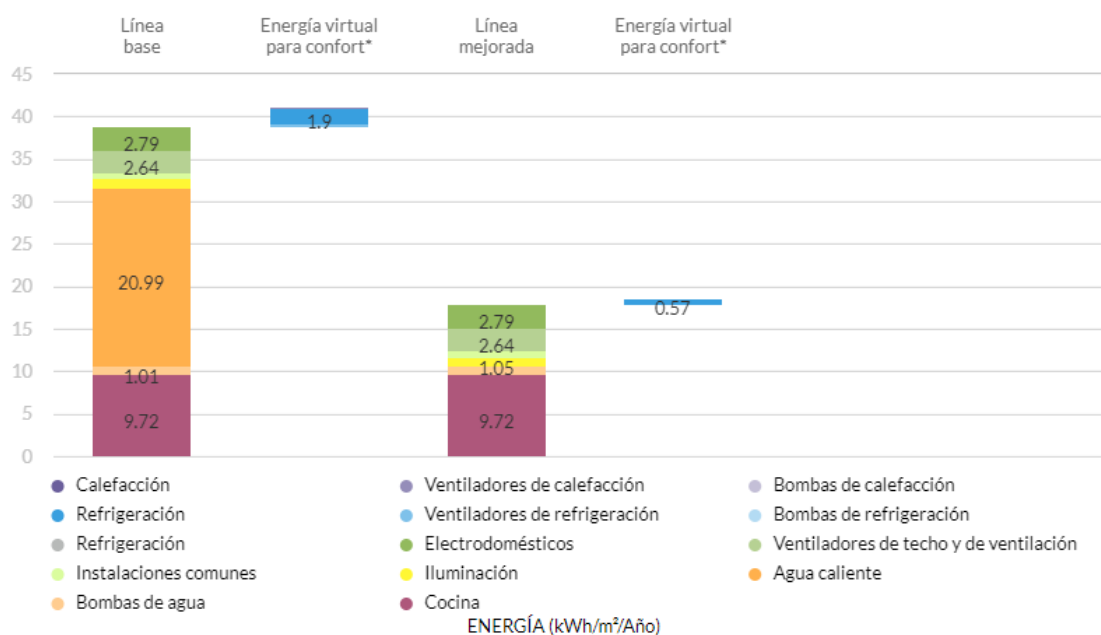


Nota: Informe preliminar de aplicación EDGE, Anexo 4, p. 16

Con esta primera corrida, no es posible acceder a la certificación porque, como se ha indicado, los rubros de eficiencia energética y ahorro en el consumo de agua no cumplieron con la expectativa.

Como alternativa adicional para mejorar la eficiencia energética se analizó la posibilidad de incorporar la medida EEM18 para sistemas de agua caliente sanitaria con un suministro fotovoltaico al 100%. Con esta incorporación se logró mejorar la calificación de eficiencia energética a un 54.61% como se muestra en la Figura 59.

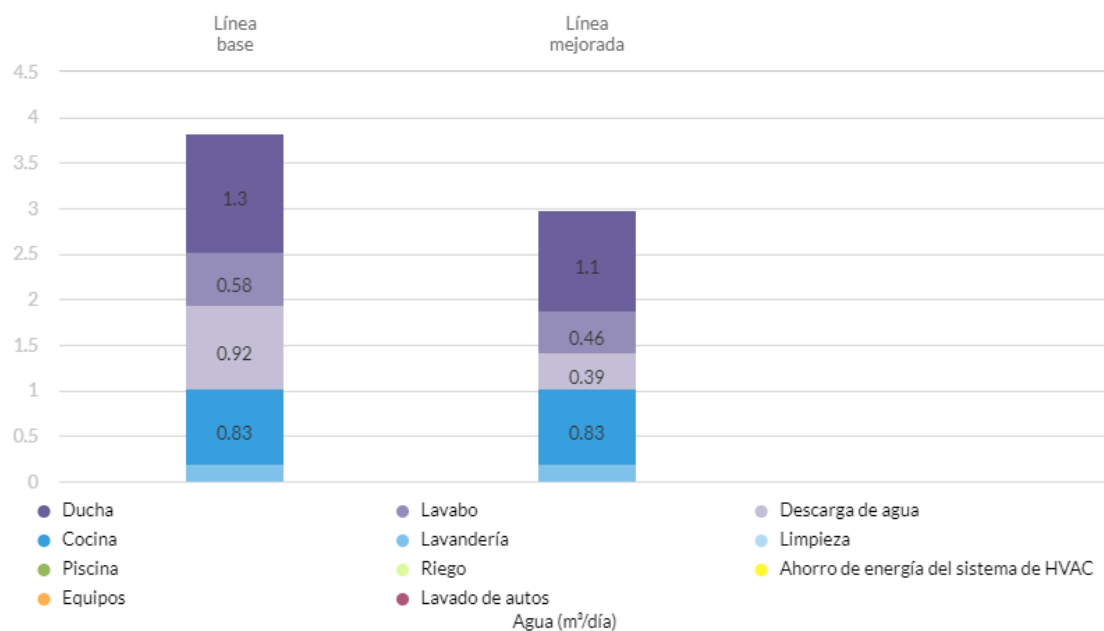
Figura 59. Resultado de la segunda corrida de EDGE para la propuesta de anteproyecto en el Edificio Cronos con un ahorro de energía del 54.61%



Nota: Informe preliminar de aplicación EDGE, Anexo 5, p. 11

Para el caso del ahorro en el consumo de agua se incorporó la medida WEM01 con cabezales ahorradores para la ducha. Con esta implementación se logró un 21.68% de ahorro como se muestra en la Figura 60.

Figura 60. Resultado de la segunda corrida de EDGE para la propuesta de anteproyecto en el Edificio Cronos con un ahorro en el consumo de agua del 21.68%



Nota: Informe preliminar de aplicación EDGE, Anexo 5, p. 14

Se concluye que mediante la incorporación de las medidas indicadas, sería posible optar por la certificación EDGE para el anteproyecto planteado para transformar el Edificio Cronos en soluciones habitacionales.



**Conclusiones
Recomendaciones
y Resultados
esperados**

Conclusiones, Recomendaciones y Resultados Esperados

Conclusiones.

- a. La propuesta de anteproyecto para transformar el uso actual del Edificio Cronos, cambiando las oficinas y bodegas por soluciones habitacionales según la perspectiva del proyecto San José RISE, es factible de desarrollar y cumplir con los requisitos de los estándares ASHRAE y la certificación ambiental EDGE©.
- b. Tanto los estándares ASHRAE como la certificación ambiental EDGE© permiten evaluar las condiciones del Edificio Cronos desde la perspectiva del uso, por lo tanto, al ser distintos los parámetros de referencia para la condición existente que para la transformación habitacional, se requiere implementar ajustes en la propuesta del anteproyecto para cumplir con los estándares ASHRAE y optar por la certificación ambiental EDGE©.
- c. El análisis de los parámetros de ventilación natural indica que, para el edificio en su condición existente, se cumple con los estándares ASHRAE cuando se analizan aposentos individuales dado que los valores prescriptivos requeridos son inferiores a los instalados, donde la comparación más crítica se presenta en el quinto nivel con el aula localizada entre el eje 1 y los ejes A, B y C con un requerimiento de 1.30 m^2 y una abertura instalada de 4.50 m^2 .
- d. De forma similar, para la propuesta del anteproyecto se cumple con los estándares ASHRAE cuando se analizan aposentos individuales, con valores prescriptivos requeridos inferiores a los instalados y con la comparación más crítica en el tercer nivel con la cocina localizada entre el eje C y el eje 3 con un requerimiento de 0.56 m^2 y una abertura instalada de 3.36 m^2 .
- e. En el análisis realizado desde la perspectiva de unidad habitacional con la configuración propuesta en el anteproyecto, se denota que las unidades que tienen ventilación solo por

- una las fachadas del edificio no cumplen con el requerimiento de ventilación por área y cantidad de dormitorios, siendo esta condición para los apartamentos de 91.00 m², localizados al norte de los niveles 2, 3 y 4; con un caudal de ventilación propuesto según la configuración de ventanas de 10.63 L/s, cuando el requerido resultó de 24.00 L/s.
- f. El análisis realizado mediante la simulación para iluminancia en el edificio en su condición existente revela que en la cercanía de las ventanas la iluminancia es alta y supera el LPD máximo establecido por el estándar ASHRAE hasta 0.85 m desde la ventana, se prolonga el sector inmediato hasta los 3.30 m donde la iluminancia se encuentra entre el límite óptimo y el mínimo recomendado, finalmente más allá de esos 3.30 m, el grado de iluminancia es inferior al mínimo permitido por el estándar y requiere de iluminación artificial para satisfacer las necesidades operativas requeridas.
 - g. La propuesta de anteproyecto presenta una combinación de altura y ancho en los ventanales y puertas cristalinas que provoca un área primaria iluminada lateralmente amplia y con deslumbramiento, superando el máximo permitido por el estándar y las recomendaciones óptimas de operación para uso habitacional hasta una profundidad perpendicular desde las ventanas de 8.05 m entre el eje B y las ventanas al este del edificio y de 9.75 m entre el eje 3 y las ventanas al sur del edificio.
 - h. El aprovechamiento de la estructura existente del Edificio Cronos potencia la posibilidad de obtener la certificación ambiental EDGE© debido a que la estructura se toma como material reciclado o reutilizado en la evaluación, situación que favorece la evaluación en cuanto a la eficiencia de los materiales logrando un ahorro superior al 50% en ambas condiciones y solo con este aspecto.
 - i. Para mejorar el desempeño para las soluciones habitacionales que se plantean en el anteproyecto se requiere la incorporación de elementos operativos como grifos, inodoros y

duchas reductores en el consumo de agua que permiten acreditar puntos porcentuales para la evaluación de la certificación EDGE© y lograr el ahorro mínimo superior al 20% requerido.

- j. De forma similar, en cuanto al ahorro de energía y su eficiencia, la incorporación de fuentes de energía fotovoltaicas permiten lograr ahorros de energía superiores al mínimo del 20% requerido para optar por la certificación EDGE©.

Recomendaciones.

- a. Desde el punto de vista bioclimático, la idea del anteproyecto requiere analizar y modificar la propuesta de ventanería y puertas cristalinas, de forma que se logre una transformación ambientalmente amigable, la cual no se logra debido a la falta de ventilación adecuada en algunas soluciones habitacionales y al exceso de iluminancia en un área superior al 50% del área habitable establecida, según el proyecto analizado en este documento.
- b. Incorporar, dentro del diseño de la transformación, áreas verdes comunes que permitan el desarrollo de las relaciones interpersonales dentro de la comunidad del edificio.
- c. Estudiar la posibilidad de incorporar huertas hidropónicas dentro de las áreas verdes comunes que contribuyan con la economía de los habitantes del edificio, de forma que se fomente el desarrollo de interacción para las condiciones del “co-living” y el “co-housing”.
- d. Realizar estudios de monitoreo para la ventilación natural con instalación de anemómetros en las ventanas del edificio. Según la información aportada por el IMN los meses de menor velocidad son setiembre y octubre y los de mayor velocidad febrero y marzo. El registro durante estos cuatro meses permitirá obtener información suficiente para conocer el comportamiento del edificio.

- e. Efectuar monitoreos de iluminancia en los diferentes aposentos del edificio para determinar períodos de iluminación combinada con luz natural y artificial que optimicen el consumo.
- f. Desarrollar bases de datos con mediciones en sitio para determinar la calidad del aire circundante en el centro de San José.
- g. Efectuar un estudio para mediciones de radiación infrarroja y determinar las condiciones térmicas dentro del edificio que permitan establecer si el comportamiento con iluminación y ventilación naturales permite alcanzar el grado de confort requerido para una adecuada ocupación humana.
- h. Implementar de inmediato el cambio de grifos e inodoros en el Edificio Cronos existente para reducir el consumo de agua.
- i. Instalar lo antes posible un sistema alternativo para generación eléctrica, ya sea fotovoltaico, con generador eólico o una combinación de ambos para generar autoconsumo y disminuir la factura eléctrica.

Resultados esperados

Propuesta de transformación bioclimática para el Edificio Cronos

Uno de los resultados esperados para este proyecto de graduación es una propuesta de transformación bioclimática para el Edificio Cronos.

Como se pudo observar con el ejercicio académico para la certificación EDGE©, un factor determinante es la reutilización de elementos estructurales y arquitectónicos existentes para la valoración de la eficiencia en los materiales, donde se obtiene el ahorro superior al 20% requerido con solo indicar que los materiales del edificio son existentes y reutilizados.

Tomando esta referencia como base, se enfocan los otros dos rubros de ahorro para agua y energía como fuentes de transformación bioclimática. Según el concepto referenciado por Mendoza et al. (2021, p. 1), la intención para "... crear un ambiente confortable ... es ... considerar todos los elementos en su conjunto: condiciones climáticas del lugar a lo largo del año, estudio del contexto, orientación de la construcción, estructuras, cerramientos, instalaciones, revestimientos, entre otros."

Si bien el análisis se realizó considerando la implementación del anteproyecto para transformar el edificio en soluciones habitacionales, algunas de las medidas que se enumeran a continuación pueden implementarse también en el Edificio Cronos según su uso actual y podría optarse por obtener la certificación ambiental EDGE© para el edificio de oficinas.

Reducción en el consumo de agua

Para el ahorro en el consumo de agua se requiere instalar piezas y equipos con un consumo menor a las referencias base establecidas para la certificación EDGE©, así como la implementación de sistemas que permitan la reutilización y aprovechamiento del recurso hídrico.

Las medidas que se enlistan a continuación se pueden implementar paulatinamente según el nivel de recurso económico disponible.

En cuanto a las piezas que se utilizarán en el Edificio Cronos con uso habitacional, se deben cambiar o instalar nuevos dispositivos utilizando los siguientes criterios:

- a. Grifos eficientes para baño con un caudal menor a 12 L/min.
- b. Grifos eficientes para cocina con un caudal menor a 8 L/min.
- c. Inodoros eficientes con un volumen menor a 12 L/descarga.
- d. Cabezales ahorradores para la ducha con un caudal menor a 9 L/min.

Para la instalación de equipos se debe considerar un consumo menor a la referencia base según los siguientes criterios:

- a. Lavavajillas con un volumen menor a 10 L/ciclo.
- b. Lavadora de ropa con un volumen menor a 35 L/ciclo.

Finalmente se pueden implementar sistemas:

- a. Para riego de jardines con un consumo de 4 L/m²/día.
- b. Para recolección de agua de lluvia en la superficie del techo.
- c. Para tratamiento y reciclaje de aguas residuales.
- d. Para control del consumo mediante medidores inteligentes que permitan la identificación de fugas o flujo inverso entre otras facilidades.

Reducción en el consumo de energía

El consumo de energía se puede clasificar en tres áreas principales: equipos de uso cotidiano como el refrigerador, la iluminación interna y externa; y la climatización de los espacios internos.

Para los equipos se recomienda instalar:

- a. Sistemas auto generadores de electricidad como paneles solares o turbinas eólicas.
- b. Refrigeradores eficientes con capacidad entre 396 y 566 L, de compresores con consumo máximo de 350kWh/año.
- c. Lavadoras de ropa eficientes con varios ciclos de lavado y filtros de agua mejorados entre otras características.
- d. Medidores inteligentes de energía que midan el consumo de electricidad y la potencia real.
- e. Dispositivos correctores de potencia como reguladores de voltaje y sistemas de alimentación ininterrumpida entre otros.

Para la iluminación se sugiere la utilización de:

- a. Fuentes de luz con una eficacia luminosa superior a 65 L/W.
- b. Sistemas de encendido y apagado automático.

Para la climatización se permite la instalación de:

- a. Materiales de aislamiento térmico en el techo y las paredes con una transmitancia térmica (U) inferior a 0.47 W/m²K.
- b. Ventanería y puertas cristalinas con una transmitancia térmica (U) inferior a 4.46 W/m²K y un coeficiente de ganancia solar (SHGC) inferior a 0.57.
- c. Techos verdes con una profundidad mayor de 0.08 m y cobertura del 100%.
- d. Sistemas de ventilación controlada con sensores de CO₂ en un rango de 0 a 2000 ppm.

Procedimiento paso a paso para aplicar la certificación EDGE®

Otro de los resultados esperados para este proyecto de graduación es el desarrollo de un procedimiento paso a paso para obtener la certificación.

A continuación se presenta un listado ordenado de esos pasos como propuesta de implementación para cualquier análisis que se quiera desarrollar a través de la página web de EDGE, no obstante se debe recalcar que todos los requisitos indicados deben verificarse con base en la última versión vigente de la aplicación.

1. Identificar si el proyecto a evaluar califica dentro alguna de las categorías que se consideran según la definición de la Tabla 32.

Tabla 32. Tipos de edificios para certificación EDGE

Tipo de edificio	Subtipo
Casas: viviendas individuales y adosadas	Ingresos bajos, medios y altos
Apartamentos: unidades residenciales con paredes compartidas	Ingresos bajos, medios y altos
Hotel	Hoteles de 1 a 5 estrellas
Complejo turístico	Complejos turísticos de 1 a 5 estrellas
Apartamentos con servicios	Apartamentos con servicios
Comercios minoristas	Tienda por departamentos, centro comercial, supermercado, tienda pequeña de alimentos, almacenes de grandes superficies (no incluye alimentos)
Industria	Industria ligera y depósitos
Oficina	Oficina
Centros de salud	Residencia de ancianos, hospital privado, hospital público, hospital con múltiples especialidades, clínica, centro de diagnóstico, hospital universitario, hospital oftalmológico, hospital odontológico
Educación	Preescolar, escuela, universidad, centros deportivos, otras instalaciones educativas
Uso mixto	Edificio con uso definido por el usuario

Nota. Tomado de EDGE, Versión 3.0.a (2021, p. 32)

2. Obtener la información necesaria para alimentar el sistema de evaluación con datos

propios de la edificación por analizar según el detalle de la Tabla 33.

Tabla 33. Información previa necesaria para alimentar la aplicación EDGE con datos específicos del proyecto por analizar

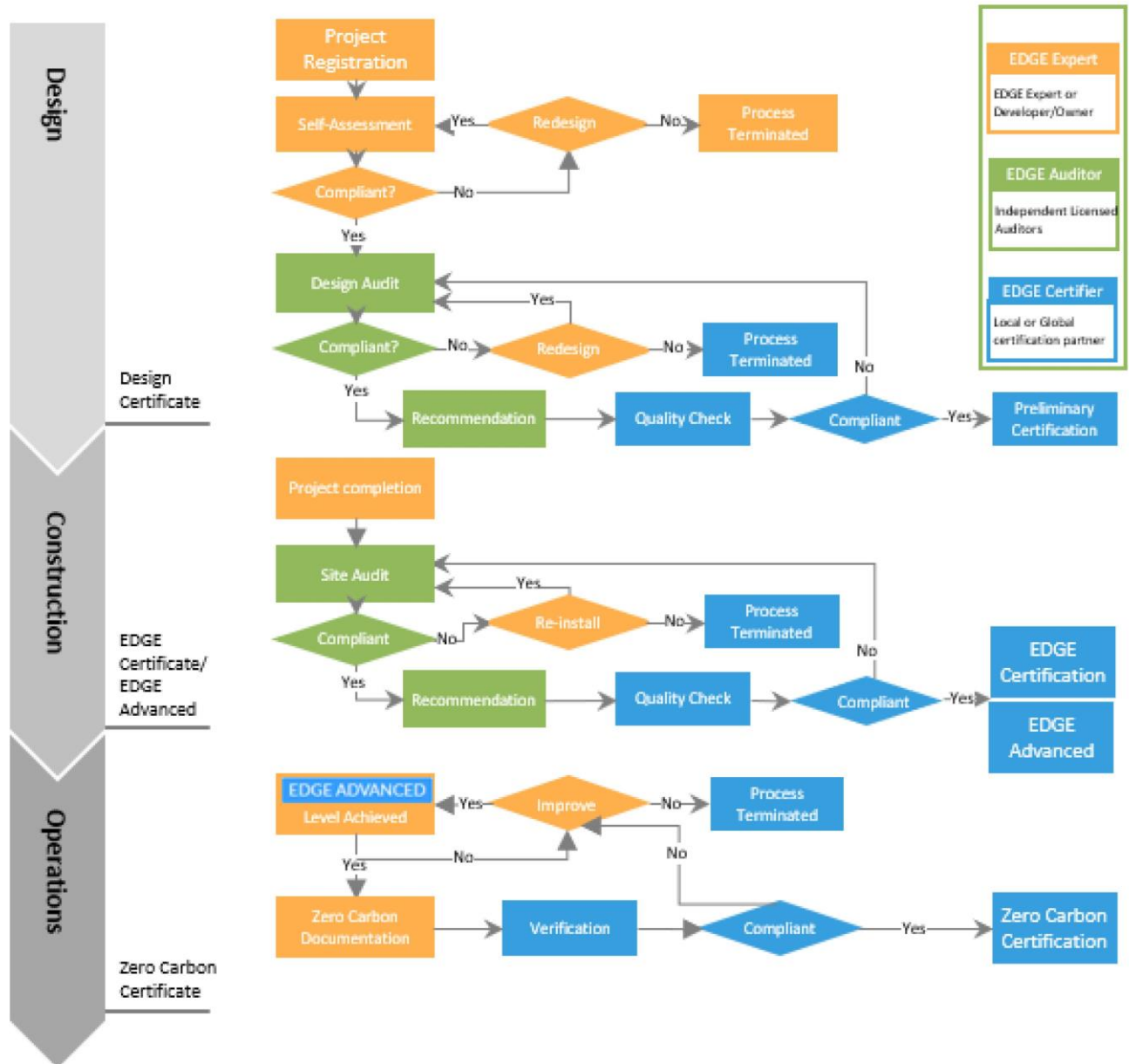
Tipo de información	Requerimientos
Ubicación geográfica del proyecto	Dirección exacta con referencia a la división administrativa de la localidad con coordenadas para su localización específica.
Datos de consumo para servicios públicos	Consumo anual de: electricidad (kWh/año), agua (m ³ /año), gas natural (m ³ /año), diesel (m ³ /año) y gas LP (kg/año).
Caracterización física de la edificación	Cálculo del área interna bruta, cantidad de pisos en altura, cantidad de pisos subterráneos, altura entre piso y piso, área de losa de piso agregada en el techo, distribución de áreas por tipo según la clasificación del inmueble, dimensión longitudinal (m) y porcentaje de área expuesta para las fachadas de la edificación por punto cardinal (N, NE, E, SE, S, SO, O y NO)
Caracterización operativa de la edificación	Días de uso por semana, cantidad de días feriados al año, horas de funcionamiento por día (horas/día), densidad de ocupación (m ² /persona), costos de construcción y precio estimado de venta, distribución de áreas para destino final de las aguas de consumo (m ² /actividad), identificación de uso para sistemas de aire acondicionado y calefacción por mes, consumo de combustibles por actividad (agua caliente, calefacción generación), factores de emisión de CO ₂ , costos unitarios para los servicios públicos (electricidad en ¢/kWh, diesel en ¢/l, gas natural en ¢/kg, gas LP en ¢/kg, carbón en ¢/kg, agua en ¢/l), tipo de cambio de la moneda local a dólares estadounidenses.
Datos climáticos para el entorno del proyecto	Elevación (msnm), latitud (grados), precipitación (mm/año), zona climática ASHRAE o equivalente, temperaturas máxima y mínima por mes para un período de un año (°C), humedad relativa promedio mensual para un año (%) y velocidad promedio mensual del viento (m/s)

3. Introducir la información obtenida en la pestaña de Diseño dentro de la aplicación en línea.

4. Valorar la posibilidad de aplicación para una o varias de las 37 medidas propuestas por la aplicación para procurar la eficiencia energética e introducir los datos pertinentes para aplicar lo que corresponda.

5. Valorar la posibilidad de aplicación para una o varias de las 18 medidas propuestas por la aplicación para procurar la eficiencia en el consumo de agua e introducir los datos pertinentes para aplicar lo que corresponda.
6. Valorar la posibilidad de aplicación para una o varias de las 11 medidas propuestas por la aplicación para procurar la eficiencia de los materiales e introducir los datos pertinentes para aplicar lo que corresponda.
7. Ejecutar el algoritmo de cálculo si no estuviera activado el método automático.
8. Verificar si el resultado cumple con el mínimo de un 20% de ahorro de eficiencia en cada una de las tres áreas evaluadas para optar por la certificación.
9. Si no cumple, repetir el proceso de los puntos 4, 5 y 6 para mejorar el desempeño del edificio hasta lograr el ahorro solicitado.
10. Preparar la documentación de respaldo para optar por la certificación.
11. Ejecutar el diagrama de proceso que se muestra en la Figura 61 para obtener uno o los tres niveles de certificación que ofrece EDGE.

Figura 61. Proceso de certificación EDGE



Nota: Tomado de Guía del Usuario de EDGE, Versión 3.0.a (2021, p. 17)

**Bibliografía
y Anexos**

Bibliografía

- Alchapar, N., Correa, E., Instituto Ciencias Humanas Sociales y Ambientales, & Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). (2015, 13 octubre). *Vista de Reflectancia solar de las envolventes opacas de la ciudad y su efecto sobre las temperaturas urbanas | Informes de la Construcción*. <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/>.
<https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4457/5171>
- Angulo Zamora, F. (2022). *Patrones e impactos del uso de agua y la energía en Costa Rica*. En <https://repositorio.conare.ac.cr> (ISBN 978-9930-618-26-4).
https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/8378/Angulo_F_%20Patrones_impactos_uso_agua_energia_Costa_Rica_IEN_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2022 Indoor Air Quality*. (2022). En <https://www.ashrae.org/>.
https://ashrae.iwrapper.com/ASHRAE_PREVIEW_ONLY_STANDARDS/STD_62.1_2022
- ANSI/ASHRAE Standard 62.2-2022 Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings*. (2022). <https://ashrae.iwrapper.com/>.
https://ashrae.iwrapper.com/ASHRAE_PREVIEW_ONLY_STANDARDS/STD_62.2_2022
- ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2022 Energy Standard for Sites and Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (SI Edition)*. (2022). <https://ashrae.iwrapper.com/>.
https://ashrae.iwrapper.com/ASHRAE_PREVIEW_ONLY_STANDARDS/STD_90.1_2022_SI
- Arquitectura bioclimática: diseño adaptado al cambio climático* (B. A. Villalobos Solís). (2019, 12 septiembre). <https://www.ucr.ac.cr/noticias/>.
<https://www.ucr.ac.cr/noticias/2019/9/12/arquitectura-bioclimatica-diseno-adaptado-al-cambio-climatico.html>
- Bolaños, F. M. (2023, 25 agosto). *Un segundo aire para los edificios de San José*. Hoy En el TEC.
<https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2023/08/25/segundo-aire-edificios-san-jose>
- Castro Cruz, A. R. (2018). *Método para la determinación del factor de reflexión in situ de superficies* [Informe de proyecto para ingeniero eléctrico, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso]. http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-6000/UCC6141_01.pdf

Centro de Investigaciones Geofísicas. (2023, 24 marzo). *Climatología de la estación meteorológica ubicada en el Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI), Universidad de Costa Rica - Centro de Investigaciones Geofísicas*. <https://cigefi.ucr.ac.cr/climatologia-estacion-CIGEFI/>

Comité Español de Iluminación (CEI), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), & Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España (CSCAE). (2005). *Guía técnica para el aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios*. En <https://www.idae.es/>.
https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10055_GT_aprovechamiento_luz_natural_05_ff12ae5a.pdf

Cortés Solano, M. C., Hernández Roldán, A., Jiménez Arias, M. L., & Segura Morales, S. de J. (2023). *Conocimiento de los idearios, necesidades y percepciones requeridas por las Personas Adultas Mayores (PAM) para contemplar el Modelo Cohousing como una alternativa de vivienda para su plan de retiro en el Cantón Central de San José, Costa Rica* [Trabajo Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14609>

Departamento de Información Meteorológica, Instituto Meteorológico Nacional (IMN). (s. f.). *Salidas y Puestas del Sol 2024*. En <https://www.imn.ac.cr/>.
<https://www.imn.ac.cr/documents/10179/30506/Salidas+y+puestas+de+sol+2024/ff773438-3bac-424c-bc51-cf2b90715f3e>

Edificios bioclimáticos: Un Enfoque Sostenible para la Arquitectura Moderna. Durmi. (2023, 14 septiembre). <https://durmi.com/edificios-bioclimaticos/>

Equinoccios y solsticios. (s. f.). Fundación CIENTEC.
<https://www.cientec.or.cr/articulos/equinoccios-y-solsticios>

Guía del Usuario de EDGE, versión 3.0.a (De International Finance Corporation). (2021, 26 octubre). <https://edgebuildings.com>. <https://edgebuildings.com/wp-content/uploads/2022/04/211026-EDGE-User-Guide-for-All-Building-Types-Version-3.0.A.pdf>

Instituto Nacional de Aprendizaje (INA). (s. f.). *Uso Correcto de la Iluminación*. En <https://www.ina.ac.cr>.

https://www.ina.ac.cr/inavirtual/Documentos%20compartidos/Guias_COVID/guiaIluminacion.pdf

- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2022). *El teletrabajo y uso de plataformas digitales en Costa Rica: una nueva modalidad laboral*. En <https://admin.inec.cr/>.
https://admin.inec.cr/sites/default/files/2022-09/ece._teletrabajo_y_plataformas_digitales_en_costa_rica_0.pdf
- Mendoza, D., Castro, C. I., Mendoza, P. A., & Mendoza, J. M. (2021). *Simulación de Estrategias Bioclimáticas Pasivas de Refrescamiento, de Bajo Costo, para el Reacondicionamiento de Una Institución Educativa (Orán, Argentina)*. En <https://cris.ulima.edu.pe>.
<https://cris.ulima.edu.pe/es/activities/xxviii-simposio-peruano-de-energ%C3%ADa-solar>
- Mercado, M. V., Paci, G. J. B., Esteves, A., & Filippín, C. (2018). *Efecto de la ventilación natural en el consumo energético de un edificio bioclimático. Análisis y estudio mediante energy plus*. *Revista Hábitat Sustentable*, 8(1), 54-67.
<https://doi.org/10.22320/07190700.2018.08.01.05>
- Montero-Vega, A., & Camacho-Leitón, M. (2013). *Sistema de Iluminación Natural para Interiores*.
<https://hdl.handle.net/2238/3278>
- Objetivos de Desarrollo Sostenible | Las Naciones Unidas en Costa Rica*. (s. f.). Objetivos de Desarrollo Sostenible | las Naciones Unidas En Costa Rica. <https://costarica.un.org/es/sdgs>
- Orozco Mesa, M. J., Orozco Sosa, M. A., & Salazar Trujillo, J. H. (2021). *Cálculo de Coeficientes de Eficiencia de Ventilación Natural para la Evaluación y Predicción de la Ventilación en Edificios*. En <https://eventos.antac.org.br>. XVI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO.
<https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/view/4586>
- Secretaría de Planificación del Subsector Energía (SEPSE), García Zúñiga, L. D., & Molina Soto, A. (2018). *Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética de Costa Rica*. En <https://repositorio.cepal.org>. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/b48db711-ed23-4b6f-a926-7edfb32cf922/content>

Variación mensual y acumuladas del Índice de Precios al Consumidor (IPC) Diciembre 2020 - Marzo 2024 (De INEC). (2024). <https://inec.cr/>. <https://inec.cr/estadisticas-fuentes/estadisticas-economicas?page=21>





































Ventilación natural. (s. f.). <https://www.adexsi.com/es/genatis/ventilacion-natural>

Vicente Pinto, M. (2017). *La luz natural como instrumento didáctico en la arquitectura educativa: Catálogo de técnicas y estrategias* [Trabajo final de investigación para maestría, Universidad de Costa Rica]. <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/items/fea64144-0302-4428-9c29-b9556a5aef31>

Zamora, S. (2023). *Anteproyecto para transformación del Edificio Cronos*. Taller IX, Escuela de Arquitectura y Urbanismo, TEC.

Anexos

Anexo 1. Temperatura superficial (T_s °C) e índice de reflectancia solar (SRI %) para algunos materiales.

COD.	CARACTERÍSTICAS	T_s	SRI	COD.	CARACTERÍSTICAS	T_s	SRI					
PAVIMENTOS PEATONALES	P02		Cementicio rústico circular araña negro	58	59	TEJAS	T11		Cementicia natural colonial terracota	55	64	
	P05		Cementicio rústico circular abanico negro	62	52		T12		Cementicia mate francesa negra	64	47	
	P07		Cementicio rústico recto cuadrado negro	60	55		T13		Cementicia acrílica francesa negra	61	53	
	P19		Cementicio rústico liso mosaico negro	58	59		T15		Cementicia mate colonial negra	56	63	
	P20		Cementicio rústico recto cuadrado gris	49	77		T16		Cementicia mate francesa terracota	56	63	
	P25		Granítico pulido liso mosaico gris multicolor	45	85		REVESTIMIENTOS TEXTURADOS	CW 72		Cementicio Salpicrate planchado gris plomo	68	40
	P27		Cementicio rústico circular andalucia negro	61	52	CW 76			Cementicio Granitex medio ocre	59	57	
	P29		Granítico pulido liso mosaico negro murcia	56	62	CW 80			Cementicio Granitex medio gris plomo	47	80	
	P30		Cementicio-pétreo pulido recto cuadrado gris multicolor	49	76	SIP 10			Acrílico Rulato-travertino grueso marfil	38	99	
	P31		Granítico pulido liso mosaico verde jade	53	69	SIP 11			Acrílico Rulato-travertino grueso piedra paris	40	94	
	P33		Cementicio rústico recto cuadrado negro	58	59	SIP 18			Acrílico Llaneado fino marfil	60	55	
	P34		Granítico pulido liso mosaico travertino	30	100	SIP 27			Acrílico Llaneado grueso piedra paris	57	61,5	
	P35		Cementicio-calcáreo pulido recto dos panes negro	58	58	SIP 36			Acrílico Granitex medio ocre	47	80,5	
	P36		Cementicio-calcáreo pulido recto dos panes rojo	51	72	SIP 40			Acrílico Granitex medio gris plomo	70	35	
	P37		Cementicio-calcáreo pulido recto dos panes amarillo	53	69	PINTURAS		L01		Atérmica mate blanca	41,5	92
	P38		Cementicio-calcáreo pulido recto vainilla amarillo	50	74			L02		Acrílica mate negra	70	36,5
	TEJAS	T01		Cerámica natural colonial terracota	43			90	L07		Impermeable satinada blanca	31
		T04		Cerámica brillante bicocción francesa negra	56		63,5	L16		Impermeable satinada terracota	59,5	58

Tomado de Alchapar et al. (2015).

Anexo 2. Documento de evaluación EDGE v3.0.0 para la condición existente en el Edificio Cronos, primera corrida.



Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Estado actual

Evaluación de EDGE: v3.0.0

Fecha y hora de la descarga: 2024-06-25 22:11

0.43% | 26.34% | 54.00%

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
Nombre del subproyecto: Estado actual

Detalles del Proyecto

Nombre del Proyecto Edificio Cronos	Dirección línea1 Distrito El Carmen
Cantidad de edificios distintos 1	Dirección línea2 Avenida 0, calle 0
Cantidad de subproyectos EDGE asociados 3	Ciudad San José
Superficie total del proyecto (m ²) 4,342.3	Estado/Provincia San José
Nombre del titular del Proyecto Luis Castro Boschini	Código postal 10101
Email del titular del Proyecto lcastrob2016@gmail.com	País Costa Rica
Teléfono del titular del Proyecto Móvil 506 - 83714617	Número del Proyecto 1001521623
Share project name and basic information to potential investors or banks? No	¿Desea certificar? No
¿Este proyecto se creó con fines de capacitación? Sí	

Subproyecto(s) asociado(s)

Total de subproyectos asociados: 3

La lista completa de subproyectos asociados está disponible en la última sección de este documento.

Detalles del subproyecto

Nombre del subproyecto Estado actual	Dirección línea1 Distrito El Carmen
Nombre del edificio Cronos	Dirección línea2 Avenida 0, calle 0
Multiplicador del subproyecto para el proyecto 1	Ciudad San José
Etapas de certificación Posconstrucción	Estado/Provincia San José
Estado Self-Review	Código postal 10101
Auditoría	País Costa Rica
Certificador	Tipo de subproyecto Existing Building
Número de archivo 24040710193920	Año de construcción 2004

Datos de servicios públicos del edificio

Consumo anual medido de electricidad (kWh/año) 145680	Índice de rendimiento energético de edificio existente (kWh/m ² /año) 85.69
Consumo anual medido de agua (m ³ /año) 1081	Índice de consumo de agua de edificio existente 0.00
Consumo anual medido de gas natural (m ³ /año) 0	Emisiones de GEI de edificios existentes (tCO ₂ /año) 10.93
Consumo anual medido de diésel (m ³ /año) 0	
Consumo anual medido de GLP (Kg/año) 0	

Datos de ubicación



Tipo de edificio

Tipo de edificio principal	Subtipo
Office	Office

Datos del edificio

		Detalles operativos	
<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>	<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>
Superficie interna bruta (m ²)		Días hábiles (Días/semana)	
10,000	1,700	5.00	6
Cant. de pisos en altura		Cant. de feriados (Días/año)	
10	6	24.00	9
Cant. de pisos subterráneos		Horas de funcionamiento (Horas/día)	
2	0	8.00	24
Altura entre piso y piso (metros)		Densidad de ocupación (m ² /persona)	
3.5	4	28	2
Aggregate Roof Area (m ²)		Costos de construcción	
283	0	Costo de construcción (CRC/m ²)	
		410,072.0	532,315
		Valor estimado de venta (CRC/m ²)	
		582,302.2	796,253

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Estado actual

Desglose de superficies y cargas

Superficie interna bruta (m ²)		Por defecto	Entrada de usuario
1,700.0			
<i>Por defecto (m²)</i>	<i>Entrada de usuario (m²)</i>	Área con iluminación exterior (m ²)	
		3,000	425
Oficina abierta	943	Área de estacionamiento externa (m ²)	
935.0		102	0
Oficina privada o cerrada	381	Water End Uses	
170.0		Área irrigada (m ²)	
Pasillo	192	1,000	0
85.0		Tipo de piscina (m ²)	
Conferencia	0	Piscina interior climatizada y piscina exterior no climatizada	Ninguno
68.0			
Centro de datos	0	Piscina (m ²)	
17.0		20	0
Vestíbulo	56	Car Washing	No
85.0		No	No
Cocina y preparación de alimentos	12	Washing Clothes	No
68.0		No	No
Baños	32	Process Water	No
68.0		No	No
Estacionamiento cubierto	0	Dishwasher	No
136.0		Sí	No
Bodega, cuarto eléctrico y de máquinas**	84	Pre Rinse Spray Valve	No
68.0		Sí	No

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
Nombre del subproyecto: Estado actual

Dimensiones del edificio

<i>Por defecto Longitud del edificio (metros)</i>	<i>Entrada de usuario (metros)</i>	<i>Superficie de fachada expuesta al aire exterior (%)</i>
Norte 8.6	15.25	50
Noreste 8.6	0	0
Este 8.6	23.80	100
Sureste 8.6	0	0
Sur 8.6	15.25	100
Suroeste 8.6	0	0
Oeste 8.6	23.80	0
Noroeste 8.6	0	0

Sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado del edificio

Seleccionar tipo de entrada
Entradas simplificadas

¿El diseño del edificio incluye suministro de refrigeración con agua fría y calefacción adquirido (refrigeración o calefacción urbana)?
Ninguno

¿El diseño del edificio incluye sistema de A/A?
Sí

Punto de referencia aplicable
EDGE

¿El diseño del edificio incluye sistema de calefacción de espacios?
No

<i>Período de enfriamiento</i>		<i>Período de calefacción</i>		<i>Período de enfriamiento</i>		<i>Período de calefacción</i>	
Ene.	Sí	Ene.	Sí	Jul.	Sí	Jul.	Sí
Feb.	Sí	Feb.	Sí	Ago.	Sí	Ago.	Sí
Mar.	Sí	Mar.	Sí	Sept.	Sí	Sept.	Sí
Abr.	Sí	Abr.	Sí	Oct.	Sí	Oct.	Sí
	Sí		Sí	Nov.	Sí	Nov.	Sí
Jun.	Sí	Jun.	Sí	Dic.	Sí	Dic.	Sí

Consumo de combustible

		Factor de costo	
<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>	<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>
Agua caliente		Electricidad (CRC/kWh)	
Electricidad	Electricidad	34.20	144.92
Calefacción de ambientes		Diésel (CRC/Lt)	
Electricidad	Electricidad	324.90	624
Generador		Gas natural (CRC/kg)	
Diésel	Diésel	547.20	0
% de generación de electricidad mediante el uso de diésel		GLP (CRC/kg)	
2.00%	0	547.20	539.65
Combustible utilizado para cocinar		Carbón (CRC/kg)	
Electricidad	Electricidad	46.2	0
		Petróleo diésel (CRC/Lt)	
		174.0	0
		Agua (CRC/KL)	
		313.50	3,925.92
Factor de emisiones de CO₂		Conversión a partir de USD (CRC/USD)	
<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>	570.00	512.59
Electricidad (Kg de CO ₂ /kWh)	0.075		
0.04			
Diésel (Kg de CO ₂ /kWh)	0.96		
0.25			
Gas natural (Kg de CO ₂ /kWh)	0.11		
0.18			
GLP (Kg de CO ₂ /kWh)	0		
0.24			
Carbón (Kg de CO ₂ /kWh)	0		
0.32			
Petróleo diésel (Kg de CO ₂ /kWh)	0		
0.25			

Datos climáticos

<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>	<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>
Elevación (metros) 1,172	1,161	Latitud (grados) 10	9.93
Precipitaciones (mm/año) 1,301		Zona climática de ASHRAE 3A	3A

Temperatura (°C)

<i>Por defecto (Máx. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Máx. mensual)</i>	<i>Por defecto (Máx. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Máx. mensual)</i>
Ene. 27.3	Ene. 29.1	Jul. 33.0	Jul. 30.5
Feb. 28.7	Feb. 31.3	Ago. 31.1	Ago. 30.6
Mar. 31.9	Mar. 32.6	Sept. 31.5	Sept. 31
Abr. 33.0	Abr. 31.9	Oct. 29.5	Oct. 29.8
34.2	30.1	Nov. 27.0	Nov. 30.3
Jun. 34.3	Jun. 31.1	Dic. 26.4	Dic. 30
<i>Por defecto (Mín. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Mín. mensual)</i>	<i>Por defecto (Mín. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Mín. mensual)</i>
Ene. 13.8	Ene. 13.2	Jul. 18.7	Jul. 15.3
Feb. 15.0	Feb. 13.2	Ago. 18.8	Ago. 15.3
Mar. 17.3	Mar. 13	Sept. 17.9	Sept. 14.9
Abr. 19.4	Abr. 14.6	Oct. 16.5	Oct. 14.5
19.1	14.5	Nov. 15.3	Nov. 13.8
Jun. 19.0	Jun. 16	Dic. 14.2	Dic. 12.8

Datos climáticos

Humedad relativa (%)

<i>Por defecto (Prom. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Prom. mensual)</i>	<i>Por defecto (Prom. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Prom. mensual)</i>
Ene. 72.3%	Ene. 72.1	Jul. 79.8%	Jul. 76.4
Feb. 75.3%	Feb. 71	Ago. 81.8%	Ago. 76.5
Mar. 76.7%	Mar. 70.4	Sept. 83.3%	Sept. 78.3
Abr. 80.2%	Abr. 71.2	Oct. 78.7%	Oct. 80.1
78.2%	76.5	Nov. 78.0%	Nov. 77.5
Jun. 82.5%	Jun. 77.8	Dic. 76.4%	Dic. 74.5

Velocidad del viento (m/seg)

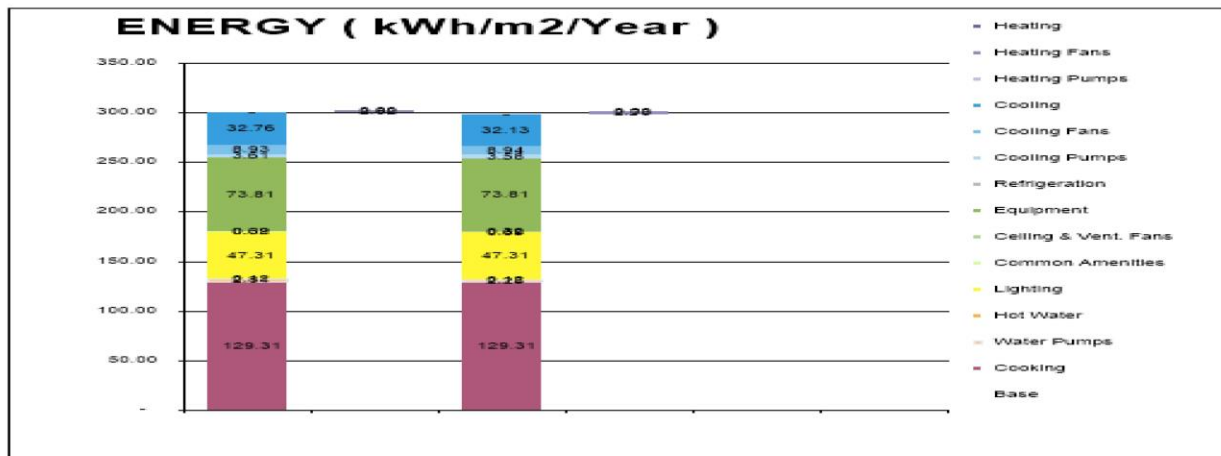
<i>Por defecto (Prom. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Prom. mensual)</i>	<i>Por defecto (Prom. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Prom. mensual)</i>
Ene. 3.3	Ene. 3.9	Jul. 5.8	Jul. 2.7
Feb. 3.0	Feb. 3.9	Ago. 5.0	Ago. 2.4
Mar. 2.6	Mar. 4	Sept. 3.7	Sept. 2
Abr. 2.4	Abr. 3.3	Oct. 2.8	Oct. 2
3.9	2.5	Nov. 3.0	Nov. 2.7
Jun. 5.0	Jun. 2.3	Dic. 3.4	Dic. 3.5

Resultados

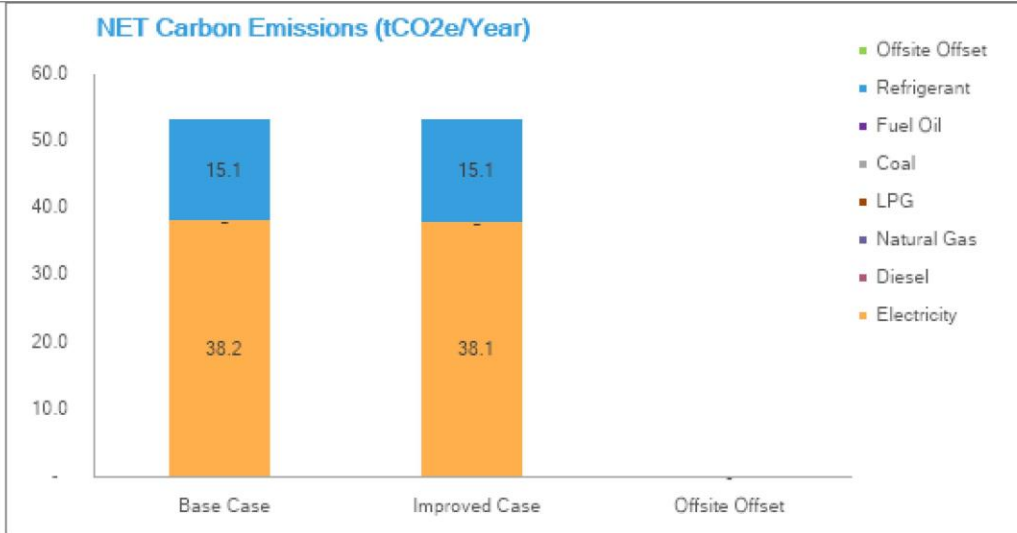
Consumo final de energía (kWh/mes) 42,288	EPI de la línea mejorada (kWh/m ² /año) 299.0
Consumo final de agua (m ³ /mes) 1,126	Costo total de construcción del edificio (Million CRC) 904.9
Emisiones de CO ₂ operacionales finales (tCO ₂ /mes) 3.17	Costo incremental (Million CRC) 26.86
Final Embodied Carbon (Kg CO ₂ e/m ²) 132	Porcentaje de aumento en el costo 2.97%
Costo final de los servicios públicos (CRC/Month) 10,550,016	Retorno en años (Años) 1.4
Superficie del subproyecto (m ²) 1,700	Cantidad de personas impactadas (N.o/año) 935
Ahorros de energía (MWh/año) 2.04	Base Case - Refrigerant Global Warming Potential (tCO ₂ e/Year) 15.1
Ahorros de agua (m ³ /año) 4,833.04	Improved Case - Refrigerant Global Warming Potential (tCO ₂ e/Year) 15.1
Ahorro de CO ₂ durante el uso (tCO ₂ /Año) 0.15	
Embodied Carbon Savings (tCO ₂ e) 255.38	
Ahorros en los costos de servicios públicos en USD (USD/año) 37,592.92	
Ahorros en los costos de servicios públicos en moneda local (Million CRC/Year) 19.270	
EPI de la línea base (kWh/m ² /año) 300.0	

AHORROS DE ENERGÍA

Medidas de eficiencia energética 0.43%



Emisiones netas de carbono: 53.2 tCO₂e/Year



Medidas de eficiencia energética 0.43%

- ✓ EEM01* Proporción de vidrio respecto de la pared: 35%
 Valor de la línea base: 40 %
 Relación ventana-pared (%): 35
- EEM02 Techo reflectante: Índice de reflectancia solar 85
- EEM03 Paredes exteriores reflectantes: Índice de reflectancia solar 85
- EEM04 Dispositivos de protección solar externos: Factor de sombreado anual promedio (AASF) 0.13
- EEM05* Aislamiento del techo: Valor U 0.46 W/m²K
- EEM06* Aislamiento del suelo/losa de piso y entrepiso elevada: Valor U 0.21 W/m²K
- EEM07 Techo verde
- EEM08* Aislamiento de paredes exteriores: Valor U 0.47 W/m²K
- EEM09* Eficiencia del vidrio: Valor U 3.99 W/m²K, SHGC 0.35 y TV 0.45
- EEM10 Infiltración de aire de la envolvente del edificio: 50 % de reducción
- EEM11 Ventilación natural
- EEM12 Ventiladores de techo
- EEM13* Eficiencia del sistema de refrigeración: COP (W/W) 5.12
- EEM14 Unidades de velocidad variable
- EEM15 Sistema de preacondicionamiento de aire fresco: Eficiencia 65 %

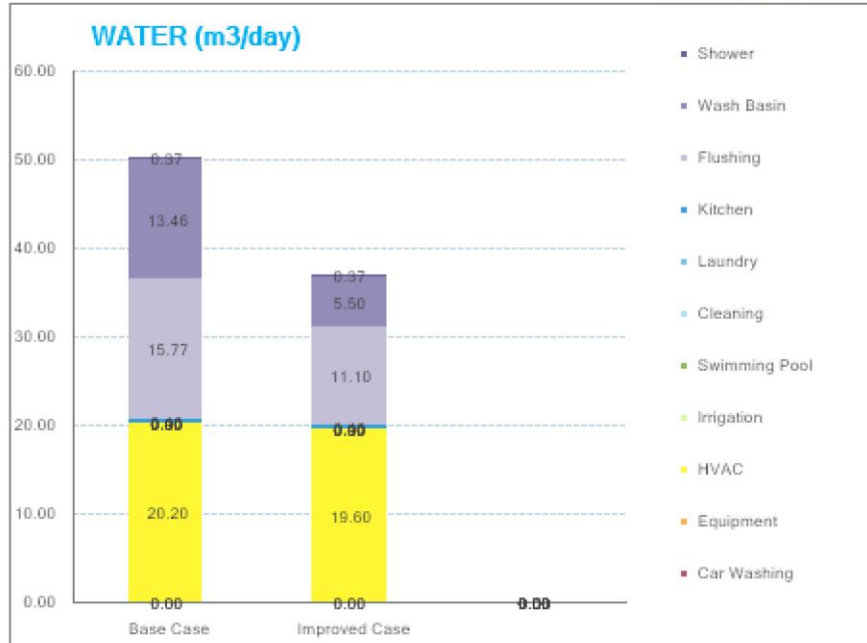
Medidas de eficiencia energética 0.43%

EEM18 Sistema de agua caliente sanitaria (ACS) : Energía solar 50%, Bomba de calor 50%, Caldera 0%	EEM26 Ventilación con control de demanda para estacionamiento mediante sensores de CO ₂
EEM19 Sistema de precalentamiento de agua caliente sanitaria	EEM30 Submedidores para sistemas de calefacción/refrigeración
EEM20 Economizadores	EEM31 Medidores inteligentes de energía
EEM21 Ventilación con control de demanda mediante sensores de CO ₂	EEM32 Correcciones del factor de potencia
EEM22 Iluminación eficiente para áreas internas	EEM33 Energía renovable en el emplazamiento: 25% del Consumo anual de energía
EEM23 Iluminación eficiente para áreas externas	EEM34 Otras medidas de ahorro de energía
EEM24 Controles de iluminación	EEM35 Adquisición de energía renovable externa: 100 % de CO ₂ operacional anual
EEM25 Claraboyas	EEM36 Compensaciones de las emisiones de carbono: 100 % de CO ₂ operacional anual
	EEM37 Refrigerantes de bajo impacto

AHORRO DE AGUA

Medidas de eficiencia de agua 26.34%

Cumple con la norma EDGE en materia de consumo de agua



Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Estado actual

Medidas de eficiencia de agua 26.34%

WEM01 Cabezales de ducha que ahorran agua: 6 L/min

✓ WEM02* Grifos eficientes que ahorran agua para todos los baños: 0.49 L/cycle

Valor de la línea base: 1.2 L/cycle

Tipo de grifo de agua: Grifos de cierre automático

Tasa de flujo (L/min): 0.49

Provisión de agua caliente: No

✓ WEM04* Inodoros eficientes que ahorran agua para todos los baños: 6 L/descarga de alto volumen y 4 L/descarga de bajo volumen

Valor de la línea base: Descarga simple, 8 L/descarga

Tipo de inodoro: Doble descarga

Alto volumen de descarga (L/min): 6

Bajo volumen de descarga (L/min): 4

WEM06 Bidé eficiente que ahorra agua: 2 L/min

WEM07 Orinales eficientes que ahorran agua: 2 L/descarga

WEM08* Grifos de cocina que ahorran agua: 8 L/min

Medidas de eficiencia de agua 26.34%

WEM12 Cobertores de piscina: 30 % de superficie cubierta

WEM13 Sistema de riego de jardines que ahorra agua: 4 L/m²/día

WEM14 Sistema de recolección de agua de lluvia: 0 % de superficie del techo utilizada para recolección

WEM15 Sistema de tratamiento y reciclaje de aguas residuales: 100 % tratada

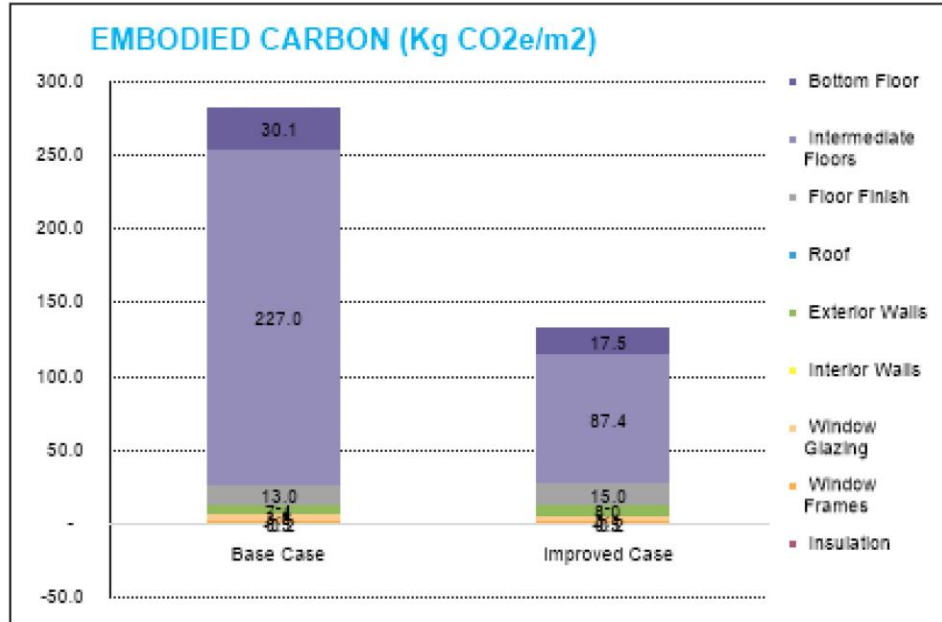
WEM16 Recuperación del agua de condensación: 100 % recuperada

WEM17 Medidores inteligentes de agua

EMBODIED CARBON SAVINGS

Medidas de eficiencia de los materiales 54.00%

Meets EDGE Material Standard



Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Estado actual

Medidas de eficiencia de los materiales 54.00%

Selección de línea mejorada	Material de construcción	Proporción %	Grosor (mm)	Valor U (W/m²K)	Embodied Carbon(kg/m²)
MEM01* Construcción de planta baja Base Case Material: Concrete Slab In-situ Reinforced Conventional Slab Espesor: 100 mm & Steel : 35kg/m²	Tipo 1 Losa de hormigón Losa convencional armada in situ	100 %	200	0.45	
MEM02* Construcción del entrepiso Base Case Material: Concrete Slab In-situ Reinforced Conventional Slab Espesor: 300 mm & Steel : 35kg/m²	Tipo 1 Losa de hormigón Losa convencional armada in situ	100 %	200		
MEM03* Acabado de piso Material de la línea base: Baldosas Baldosas cerámicas Espesor: 10 mm	Tipo 1 Azulejos Baldosas de piedra	100 %	25.4		
MEM04* Construcción del techo Material de la línea base: Losa de concreto Losa convencional reforzada en obra Espesor: 300 mm & Steel : 35kg/m²	Tipo 1 Techo Metálico Láminas de acero sobre vigas de acero	100 %		0.00	
MEM05* Paredes externas Base Case Material: Concrete Blocks Solid Blocks of Dense Concrete Espesor: 150 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %		2.10	
MEM06* Paredes internas Material de la línea base: Pared de vigas de madera con placas de yeso	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %			

Medidas de eficiencia de los materiales 54.00%

Selección de línea mejorada	Material de construcción	Proporción %	Grosor (mm)	Valor U (W/m ² K)	Embodied Carbon(kg/m ²)
MEM07* Marcos de ventana Material de la línea base: Aluminio	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %			
MEM08* Vidrios de ventana Base Case Material: Single Glazing Espesor: 8 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %		5.72	
MEM09* Aislamiento de techo Base Case Material: X - No insulation Espesor: 0 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %			
MEM10* Aislamiento de paredes Material de la línea base: X - Sin aislamiento Espesor: 0 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %			
MEM11* Aislamiento de piso Base Case Material: Polystyrene Foam Spray or Board Insulation Espesor: 54.9 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %			

Lista de verificación de la certificación EDGE

Tipo de edificio	Etapas de certificación	Nombre del subproyecto
Office	Posconstrucción	Estado actual
Medidas relativas al agua		Requisitos de auditoría de construcción
WEM02	Grifos eficientes que ahorran agua para todos los baños	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ On site test results using actual water pressure on site, which will supersede the standard design flow rate values; with average flow rate sampled from multiple locations, floors, or units, as applicable, measured at the highest flow per minute, using a timer and a measurement container; and ✓ Date-stamped photographs of the faucet(s) taken during or after installation showing the make and model; or ✓ Purchase receipts for the faucet(s) showing the make and model. ✓ Existing building projects&nbsp; If some of the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photographs can be submitted.
WEM04	Inodoros eficientes que ahorran agua para todos los baños	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Date-stamped photographs of the water closet(s) taken during or after installation showing the make and model; or ✓ Purchase receipts for the water closet(s) showing the make and model. ✓ Existing building projects&nbsp; If some of the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photographs can be submitted.
Medidas de energética		Requisitos de auditoría de construcción
EEM01	Proporción de vidrio respecto de la pared	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ As-built façade drawings; or ✓ External and internal photographs of the building showing all the elevations Date-stamped photographs of the building interior and exterior showing all the elevations. ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
Medidas del material		Requisitos de auditoría de construcción
MEM01	Construcción de planta baja	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Date-stamped photographs of the floor slabs taken during construction showing the claimed products on site; or

MEM01	Construcción de planta baja	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Purchase receipts showing the installed products. ✓ If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM02	Construcción del entrepiso	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Date-stamped photographs of the floor slabs taken during construction showing the claimed products on site; or ✓ Purchase receipts showing the installed products. ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM03	Acabado de piso	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Date-stamped photographs of the flooring during or after installation showing the claimed products on site; or ✓ Purchase receipts showing the installed products. ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM04	Construcción de cubierta	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Date-stamped photographs of the roof(s) taken during construction showing the claimed products on site; or ✓ Purchase receipts showing the installed products. ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM05	Paredes externas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Date-stamped photographs of the floor slabs taken during construction showing the claimed products on site; or ✓ Purchase receipts showing the installed products. ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM06	Paredes internas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Date-stamped photographs of the floor slabs taken during construction showing the claimed products on site; or

MEM06	Paredes internas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Purchase receipts showing the installed products. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM07	Marcos de ventana	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Manufacturer's data sheets showing the make and model, material and U-value of the installed window frames; and ✓ Date-stamped photographs of the window frames during or after installation showing the make and model; or ✓ Purchase receipts showing the make and model of the installed window frames. ✓ This measure includes exterior glass doors. ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM08	Vidrios de ventana	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Manufacturer's data sheets showing the make and model, U-value and SHGC of the installed glass; and ✓ Date-stamped photographs of the glazing during or after installation showing the make and model; or ✓ Purchase receipts showing the make and model of the installed windows/glass. ✓ ? This measure includes exterior glass doors. ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM09	Aislamiento de techo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Manufacturer's data sheets showing the brand and product name and insulating properties of the installed insulation; and ✓ Date-stamped photographs of the insulation during construction showing the product; or ✓ Purchase receipts showing the brand and product installed. ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM10	Aislamiento de paredes	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Manufacturer's data sheets showing the brand and product name and insulating properties of the installed insulation; and

MEM10	Aislamiento de paredes	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Date-stamped photographs of the insulation during construction showing the product; or ✓ Purchase receipts showing the brand and product installed. ✓ Existing building projects If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM11	Aislamiento de piso	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Manufacturer's data sheets showing the brand and product name and insulating properties of the installed insulation; and ✓ Date-stamped photographs of the insulation during construction showing the product; or ✓ Purchase receipts showing the brand and product installed. ✓ Existing building projects If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.



Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
 Nombre del subproyecto: Estado actual



Evaluación de EDGE: v3.0.0
 Fecha y hora de la descarga: 2024-06-25 22:11
 0.43% | 26.34% | 54.00%

Subproyecto(s) asociado(s)

N.o de serie	Nombre del subproyecto asociado	País	Ciudad
1	Condición Anteproyecto	Costa Rica	San José
2	Anteproyecto	Costa Rica	San José
3	Estado actual	Costa Rica	San José

Anexo 3. Documento de evaluación EDGE v3.0.0 para la condición existente en el Edificio Cronos, segunda corrida.



Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Estado actual modificado

Evaluación de EDGE: v3.0.0

Fecha y hora de la descarga: 2024-06-25 23:43

21.60% | 26.94% | 54.00%

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
 Nombre del subproyecto: Estado actual modificado

Detalles del Proyecto

Nombre del Proyecto Edificio Cronos	Dirección línea1 Distrito El Carmen
Cantidad de edificios distintos 1	Dirección línea2 Avenida 0, calle 0
Cantidad de subproyectos EDGE asociados 4	Ciudad San José
Superficie total del proyecto (m ²) 6,042.3	Estado/Provincia San José
Nombre del titular del Proyecto Luis Castro Boschini	Código postal 10101
Email del titular del Proyecto lcastrob2016@gmail.com	País Costa Rica
Teléfono del titular del Proyecto Móvil 506 - 83714617	Número del Proyecto 1001521623
Share project name and basic information to potential investors or banks? No	¿Desea certificar? No
¿Este proyecto se creó con fines de capacitación? Sí	

Subproyecto(s) asociado(s)

Total de subproyectos asociados: 4

La lista completa de subproyectos asociados está disponible en la última sección de este documento.

Detalles del subproyecto

Nombre del subproyecto Estado actual modificado	Dirección línea1 Distrito El Carmen
Nombre del edificio Cronos	Dirección línea2 Avenida 0, calle 0
Multiplicador del subproyecto para el proyecto 1	Ciudad San José
Etapas de certificación Posconstrucción	Estado/Provincia San José
Estado Self-Review	Código postal 10101
Auditoría	País Costa Rica
Certificador	Tipo de subproyecto Existing Building
Número de archivo 24062510201521	Año de construcción 2004

Datos de servicios públicos del edificio

Consumo anual medido de electricidad (kWh/año) 145680	Índice de rendimiento energético de edificio existente (kWh/m ² /año) 85.69
Consumo anual medido de agua (m ³ /año) 1081	Índice de consumo de agua de edificio existente 0.00
Consumo anual medido de gas natural (m ³ /año) 0	Emisiones de GEI de edificios existentes (tCO ₂ /año) 10.93
Consumo anual medido de diésel (m ³ /año) 0	
Consumo anual medido de GLP (Kg/año) 0	

Datos de ubicación



Tipo de edificio

Tipo de edificio principal
Office

Subtipo
Office

Datos del edificio

		Detalles operativos	
<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>	<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>
Superficie interna bruta (m ²)		Días hábiles (Días/semana)	
10,000	1,700	5.00	6
Cant. de pisos en altura		Cant. de feriados (Días/año)	
10	6	24.00	9
Cant. de pisos subterráneos		Horas de funcionamiento (Horas/día)	
2	0	8.00	24
Altura entre piso y piso (metros)		Densidad de ocupación (m ² /persona)	
3.5	4	28	2
Aggregate Roof Area (m ²)		Costos de construcción	
283	0	Costo de construcción (CRC/m ²)	
		410,072.0	532,315
		Valor estimado de venta (CRC/m ²)	
		582,302.2	796,253

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Estado actual modificado

Desglose de superficies y cargas

Superficie interna bruta (m ²)		Por defecto	Entrada de usuario
1,700.0			
<i>Por defecto (m²)</i>	<i>Entrada de usuario (m²)</i>	Área con iluminación exterior (m ²)	
		3,000	425
Oficina abierta	943	Área de estacionamiento externa (m ²)	
935.0		102	0
Oficina privada o cerrada	381	Water End Uses	
170.0		Área irrigada (m ²)	
Pasillo	192	1,000	0
85.0		Tipo de piscina (m ²)	
Conferencia	0	Piscina interior climatizada y piscina exterior no climatizada	Ninguno
68.0			
Centro de datos	0	Piscina (m ²)	
17.0		20	0
Vestíbulo	56	Car Washing	No
85.0		No	No
Cocina y preparación de alimentos	12	Washing Clothes	No
68.0		No	No
Baños	32	Process Water	No
68.0		No	No
Estacionamiento cubierto	0	Dishwasher	No
136.0		Sí	No
Bodega, cuarto eléctrico y de máquinas**	84	Pre Rinse Spray Valve	No
68.0		Sí	No

Dimensiones del edificio

<i>Por defecto Longitud del edificio (metros)</i>	<i>Entrada de usuario (metros)</i>	<i>Superficie de fachada expuesta al aire exterior (%)</i>
Norte 8.6	15.25	50
Noreste 8.6	0	0
Este 8.6	23.80	100
Sureste 8.6	0	0
Sur 8.6	15.25	100
Suroeste 8.6	0	0
Oeste 8.6	23.80	0
Noroeste 8.6	0	0

Sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado del edificio

Seleccionar tipo de entrada
Entradas simplificadas

¿El diseño del edificio incluye suministro de refrigeración con agua fría y calefacción adquirido (refrigeración o calefacción urbana)?
Ninguno

¿El diseño del edificio incluye sistema de A/A?
Sí

Punto de referencia aplicable
EDGE

¿El diseño del edificio incluye sistema de calefacción de espacios?
No

<i>Período de enfriamiento</i>		<i>Período de calefacción</i>		<i>Período de enfriamiento</i>		<i>Período de calefacción</i>	
Ene.	Sí	Ene.	Sí	Jul.	Sí	Jul.	Sí
Feb.	Sí	Feb.	Sí	Ago.	Sí	Ago.	Sí
Mar.	Sí	Mar.	Sí	Sept.	Sí	Sept.	Sí
Abr.	Sí	Abr.	Sí	Oct.	Sí	Oct.	Sí
	Sí		Sí	Nov.	Sí	Nov.	Sí
Jun.	Sí	Jun.	Sí	Dic.	Sí	Dic.	Sí

Consumo de combustible

		Factor de costo	
<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>	<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>
Agua caliente		Electricidad (CRC/kWh)	
Electricidad	Electricidad	34.20	144.92
Calefacción de ambientes		Diésel (CRC/Lt)	
Electricidad	Electricidad	324.90	624
Generador		Gas natural (CRC/kg)	
Diésel	Diésel	547.20	0
% de generación de electricidad mediante el uso de diésel		GLP (CRC/kg)	
2.00%	0	547.20	539.65
Combustible utilizado para cocinar		Carbón (CRC/kg)	
Electricidad	Electricidad	46.2	0
		Petróleo diésel (CRC/Lt)	
		174.0	0
		Agua (CRC/KL)	
		313.50	3,925.92
Factor de emisiones de CO₂		Conversión a partir de USD (CRC/USD)	
<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>	570.00	512.59
Electricidad (Kg de CO ₂ /kWh)	0.075		
0.04			
Diésel (Kg de CO ₂ /kWh)	0.96		
0.25			
Gas natural (Kg de CO ₂ /kWh)	0.11		
0.18			
GLP (Kg de CO ₂ /kWh)	0		
0.24			
Carbón (Kg de CO ₂ /kWh)	0		
0.32			
Petróleo diésel (Kg de CO ₂ /kWh)	0		
0.25			

Datos climáticos

Por defecto	Entrada de usuario	Por defecto	Entrada de usuario
Elevación (metros) 1,172	1,161	Latitud (grados) 10	9.93
Precipitaciones (mm/año) 1,301		Zona climática de ASHRAE 3A	3A

Temperatura (°C)

Por defecto (Máx. mensual)	Entrada de usuario (Máx. mensual)	Por defecto (Máx. mensual)	Entrada de usuario (Máx. mensual)
Ene. 27.3	Ene. 29.1	Jul. 33.0	Jul. 30.5
Feb. 28.7	Feb. 31.3	Ago. 31.1	Ago. 30.6
Mar. 31.9	Mar. 32.6	Sept. 31.5	Sept. 31
Abr. 33.0	Abr. 31.9	Oct. 29.5	Oct. 29.8
34.2	30.1	Nov. 27.0	Nov. 30.3
Jun. 34.3	Jun. 31.1	Dic. 26.4	Dic. 30
Por defecto (Mín. mensual)	Entrada de usuario (Mín. mensual)	Por defecto (Mín. mensual)	Entrada de usuario (Mín. mensual)
Ene. 13.8	Ene. 13.2	Jul. 18.7	Jul. 15.3
Feb. 15.0	Feb. 13.2	Ago. 18.8	Ago. 15.3
Mar. 17.3	Mar. 13	Sept. 17.9	Sept. 14.9
Abr. 19.4	Abr. 14.6	Oct. 16.5	Oct. 14.5
19.1	14.5	Nov. 15.3	Nov. 13.8
Jun. 19.0	Jun. 16	Dic. 14.2	Dic. 12.8

Datos climáticos

Humedad relativa (%)

<i>Por defecto (Prom. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Prom. mensual)</i>	<i>Por defecto (Prom. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Prom. mensual)</i>
Ene. 72.3%	Ene. 72.1	Jul. 79.8%	Jul. 76.4
Feb. 75.3%	Feb. 71	Ago. 81.8%	Ago. 76.5
Mar. 76.7%	Mar. 70.4	Sept. 83.3%	Sept. 78.3
Abr. 80.2%	Abr. 71.2	Oct. 78.7%	Oct. 80.1
78.2%	76.5	Nov. 78.0%	Nov. 77.5
Jun. 82.5%	Jun. 77.8	Dic. 76.4%	Dic. 74.5

Velocidad del viento (m/seg)

<i>Por defecto (Prom. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Prom. mensual)</i>	<i>Por defecto (Prom. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Prom. mensual)</i>
Ene. 3.3	Ene. 3.9	Jul. 5.8	Jul. 2.7
Feb. 3.0	Feb. 3.9	Ago. 5.0	Ago. 2.4
Mar. 2.6	Mar. 4	Sept. 3.7	Sept. 2
Abr. 2.4	Abr. 3.3	Oct. 2.8	Oct. 2
3.9	2.5	Nov. 3.0	Nov. 2.7
Jun. 5.0	Jun. 2.3	Dic. 3.4	Dic. 3.5

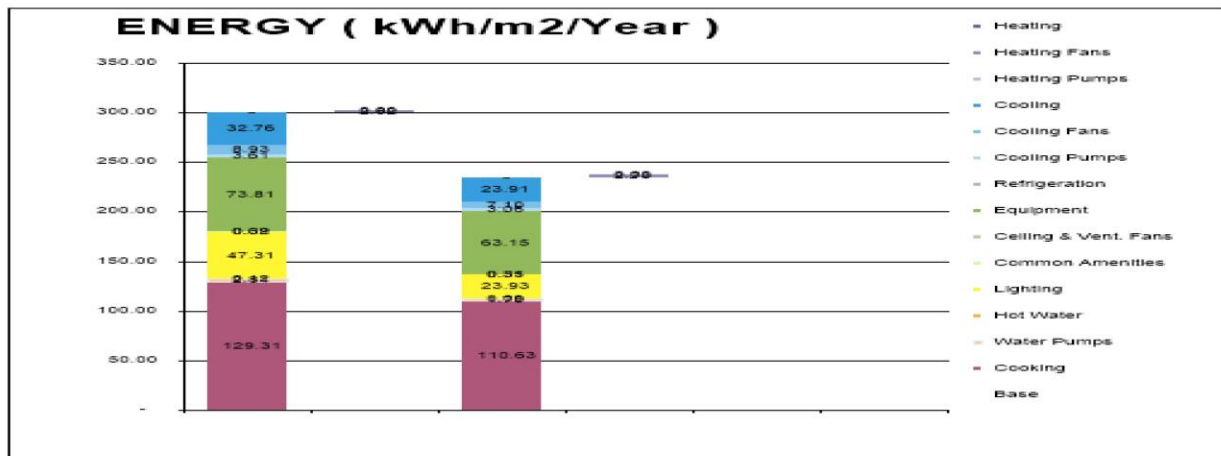
Resultados

Consumo final de energía (kWh/mes)	33,221	EPI de la línea mejorada (kWh/m ² /año)	235.0
Consumo final de agua (m ³ /mes)	1,117	Costo total de construcción del edificio (Million CRC)	904.9
Emisiones de CO ₂ operacionales finales (tCO ₂ /mes)	2.62	Costo incremental (Million CRC)	127.90
Final Embodied Carbon (Kg CO ₂ e/m ²)	132	Porcentaje de aumento en el costo	14.13%
Costo final de los servicios públicos (CRC/Month)	9,200,250	Retorno en años (Años)	3.6
Superficie del subproyecto (m ²)	1,700	Cantidad de personas impactadas (N.o/año)	935
Ahorros de energía (MWh/año)	110.84	Base Case - Refrigerant Global Warming Potential (tCO ₂ e/Year)	15.1
Ahorros de agua (m ³ /año)	4,942.54	Improved Case - Refrigerant Global Warming Potential (tCO ₂ e/Year)	15.1
Ahorro de CO ₂ durante el uso (tCO ₂ /Año)	6.77		
Embodied Carbon Savings (tCO ₂ e)	255.38		
Ahorros en los costos de servicios públicos en USD (USD/año)	69,191.64		
Ahorros en los costos de servicios públicos en moneda local (Million CRC/Year)	35.467		
EPI de la línea base (kWh/m ² /año)	300.0		

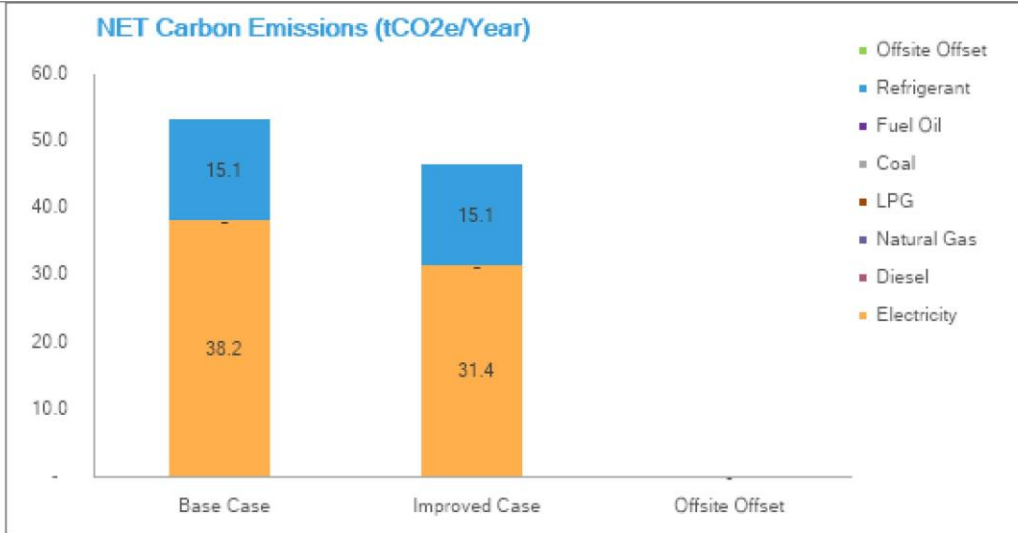
AHORROS DE ENERGÍA

Medidas de eficiencia energética 21.60%

Cumple con la norma EDGE en materia de energía



Emisiones netas de carbono: 46.5 tCO₂e/Year



Medidas de eficiencia energética 21.60%

- ✓ EEM01* Proporción de vidrio respecto de la pared: 35%
 Valor de la línea base: 40 %
 Relación ventana-pared (%): 35
- EEM02 Techo reflectante: Índice de reflectancia solar 85
- EEM03 Paredes exteriores reflectantes: Índice de reflectancia solar 85
- ✓ EEM04 Dispositivos de protección solar externos: Factor de sombreado anual promedio (AASF) 0.34
 Valor de la línea base: Sin protección solar
 AASF: 0.34
- EEM05* Aislamiento del techo: Valor U 0.46 W/m²K
- EEM06* Aislamiento del suelo/losa de piso y entrepiso elevada: Valor U 0.21 W/m²K
- EEM07 Techo verde
- EEM08* Aislamiento de paredes exteriores: Valor U 0.47 W/m²K
- EEM09* Eficiencia del vidrio: Valor U 3.99 W/m²K, SHGC 0.35 y TV 0.45
- EEM10 Infiltración de aire de la envolvente del edificio: 50 % de reducción
- ✓ EEM11 Ventilación natural
 Abertura de la fachada de la línea base: 0 %
- EEM12 Ventiladores de techo
- EEM13* Eficiencia del sistema de refrigeración: COP (W/W) 5.12
- EEM14 Unidades de velocidad variable
- EEM15 Sistema de preacondicionamiento de aire fresco: Eficiencia 65 %

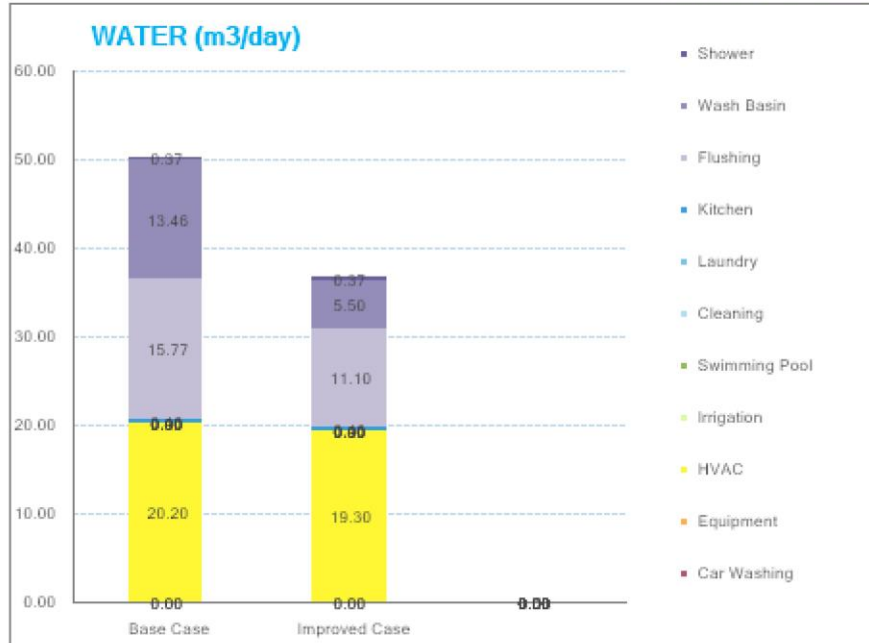
Medidas de eficiencia energética 21.60%

<p>EEM18 Sistema de agua caliente sanitaria (ACS) : Energía solar 50%, Bomba de calor 50%, Caldera 0%</p> <p>EEM19 Sistema de precalentamiento de agua caliente sanitaria</p> <p>EEM20 Economizadores</p> <p>EEM21 Ventilación con control de demanda mediante sensores de CO₂</p> <p>✓ EEM22 Iluminación eficiente para áreas internas Valor de la línea base: 7.27 W/m² Tipo de eficiencia: Densidad de potencia eléctrica (LPD)</p> <p>EEM23 Iluminación eficiente para áreas externas</p> <p>EEM24 Controles de iluminación</p> <p>EEM25 Claraboyas</p>	<p>EEM26 Ventilación con control de demanda para estacionamiento mediante sensores de CO₂</p> <p>EEM30 Submedidores para sistemas de calefacción/refrigeración</p> <p>✓ EEM31 Medidores inteligentes de energía</p> <p>✓ EEM32 Correcciones del factor de potencia</p> <p>EEM33 Energía renovable en el emplazamiento: 25% del Consumo anual de energía</p> <p>✓ EEM34 Otras medidas de ahorro de energía Ahorros de energía (%):</p> <p>EEM35 Adquisición de energía renovable externa: 100 % de CO₂ operacional anual</p> <p>EEM36 Compensaciones de las emisiones de carbono: 100 % de CO₂ operacional anual</p> <p>EEM37 Refrigerantes de bajo impacto</p>
---	--

AHORRO DE AGUA

Medidas de eficiencia de agua 26.94%

Cumple con la norma EDGE en materia de consumo de agua



Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Estado actual modificado

Medidas de eficiencia de agua 26.94%

WEM01 Cabezales de ducha que ahorran agua: 6 L/min

✓ WEM02* Grifos eficientes que ahorran agua para todos los baños: 0.49 L/cycle

Valor de la línea base: 1.2 L/cycle

Tipo de grifo de agua: Grifos de cierre automático

Tasa de flujo (L/min): 0.49

Provisión de agua caliente: No

✓ WEM04* Inodoros eficientes que ahorran agua para todos los baños: 6 L/descarga de alto volumen y 4 L/descarga de bajo volumen

Valor de la línea base: Descarga simple, 8 L/descarga

Tipo de inodoro: Doble descarga

Alto volumen de descarga (L/min): 6

Bajo volumen de descarga (L/min): 4

WEM06 Bidé eficiente que ahorra agua: 2 L/min

WEM07 Orinales eficientes que ahorran agua: 2 L/descarga

WEM08* Grifos de cocina que ahorran agua: 8 L/min

Medidas de eficiencia de agua 26.94%

WEM12 Cobertores de piscina: 30 % de superficie cubierta

WEM13 Sistema de riego de jardines que ahorra agua: 4 L/m²/día

WEM14 Sistema de recolección de agua de lluvia: 0 % de superficie del techo utilizada para recolección

WEM15 Sistema de tratamiento y reciclaje de aguas residuales: 100 % tratada

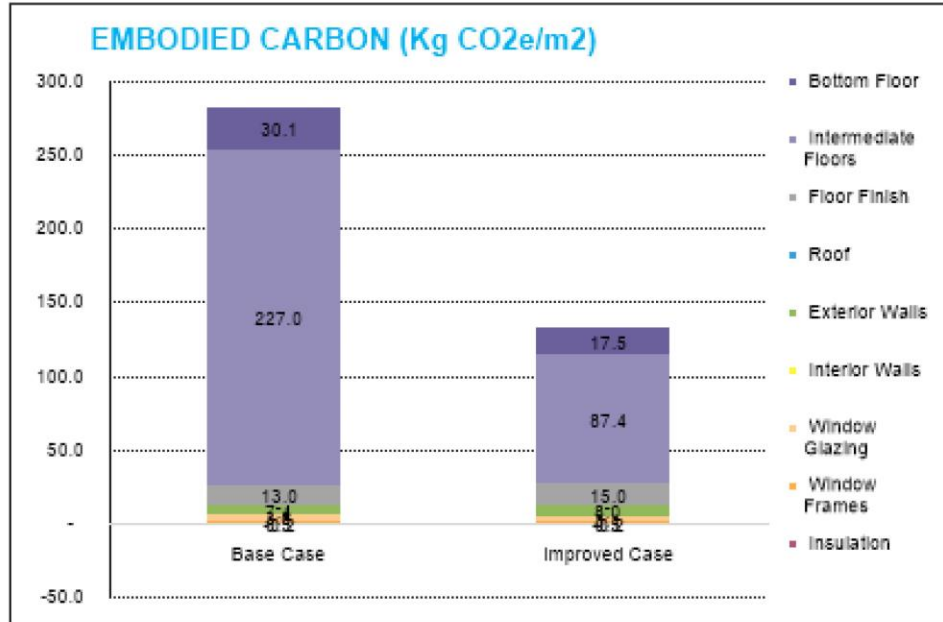
WEM16 Recuperación del agua de condensación: 100 % recuperada

WEM17 Medidores inteligentes de agua

EMBODIED CARBON SAVINGS

Medidas de eficiencia de los materiales 54.00%

Meets EDGE Material Standard



Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Estado actual modificado

Medidas de eficiencia de los materiales 54.00%

Selección de línea mejorada	Material de construcción	Proporción %	Grosor (mm)	Valor U (W/m²K)	Embodied Carbon(kg/m²)
MEM01* Construcción de planta baja Base Case Material: Concrete Slab In-situ Reinforced Conventional Slab Espesor: 100 mm & Steel : 35kg/m²	Tipo 1 Losa de hormigón Losa convencional armada in situ	100 %	200	0.45	
MEM02* Construcción del entrepiso Base Case Material: Concrete Slab In-situ Reinforced Conventional Slab Espesor: 300 mm & Steel : 35kg/m²	Tipo 1 Losa de hormigón Losa convencional armada in situ	100 %	200		
MEM03* Acabado de piso Material de la línea base: Baldosas Baldosas cerámicas Espesor: 10 mm	Tipo 1 Azulejos Baldosas de piedra	100 %	25.4		
MEM04* Construcción del techo Material de la línea base: Losa de concreto Losa convencional reforzada en obra Espesor: 300 mm & Steel : 35kg/m²	Tipo 1 Techo Metálico Láminas de acero sobre vigas de acero	100 %		0.00	
MEM05* Paredes externas Base Case Material: Concrete Blocks Solid Blocks of Dense Concrete Espesor: 150 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %		2.10	
MEM06* Paredes internas Material de la línea base: Pared de vigas de madera con placas de yeso	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %			

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Estado actual modificado

Medidas de eficiencia de los materiales 54.00%

Selección de línea mejorada	Material de construcción	Proporción %	Grosor (mm)	Valor U (W/m ² K)	Embodied Carbon(kg/m ²)
MEM07* Marcos de ventana Material de la línea base: Aluminio	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %			
MEM08* Vidrios de ventana Base Case Material: Single Glazing Espesor: 8 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %		5.72	
MEM09* Aislamiento de techo Base Case Material: X - No insulation Espesor: 0 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %			
MEM10* Aislamiento de paredes Material de la línea base: X - Sin aislamiento Espesor: 0 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %			
MEM11* Aislamiento de piso Base Case Material: Polystyrene Foam Spray or Board Insulation Espesor: 54.9 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %			

Lista de verificación de la certificación EDGE

Tipo de edificio	Etapas de certificación	Nombre del subproyecto
Office	Posconstrucción	Estado actual modificado
Medidas relativas al agua		Requisitos de auditoría de construcción
WEM02	Grifos eficientes que ahorran agua para todos los baños	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ On site test results using actual water pressure on site, which will supersede the standard design flow rate values; with average flow rate sampled from multiple locations, floors, or units, as applicable, measured at the highest flow per minute, using a timer and a measurement container; and ✓ Date-stamped photographs of the faucet(s) taken during or after installation showing the make and model; or ✓ Purchase receipts for the faucet(s) showing the make and model. ✓ Existing building projects&nbsp; If some of the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photographs can be submitted.
WEM04	Inodoros eficientes que ahorran agua para todos los baños	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Date-stamped photographs of the water closet(s) taken during or after installation showing the make and model; or ✓ Purchase receipts for the water closet(s) showing the make and model. ✓ Existing building projects&nbsp; If some of the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photographs can be submitted.
Medidas de energética		Requisitos de auditoría de construcción
EEM01	Proporción de vidrio respecto de la pared	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ As-built façade drawings; or ✓ External and internal photographs of the building showing all the elevations Date-stamped photographs of the building interior and exterior showing all the elevations. ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
EEM04	Dispositivos de protección solar externos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Date-stamped photographs of all facades showing the shading devices on site; or ✓ Purchase receipts showing the installed products.



Evaluación de EDGE: v3.0.0

Fecha y hora de la descarga: 2024-06-25 23:43

21.60% | 26.94% | 54.00%

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
 Nombre del subproyecto: Estado actual modificado

EEM04	Dispositivos de protección solar externos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
EEM11	Ventilación natural	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Date-stamped photographs showing that the plan layouts and location of openings as specified at the design stage have been constructed. ✓ Existing building projects&nbsp; If some of the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photographs can be submitted.
EEM22	Iluminación eficiente para áreas internas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the documents to clearly reflect As-Built conditions; and ✓ Date-stamped photographs of the installed lighting; it is not necessary to take photos of every single installed lamp, but the auditor is responsible for checking and verifying a reasonable proportion; or ✓ Purchase receipts for the lighting. ✓ Existing building projects&nbsp; If some of the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photographs can be submitted.
EEM31	Medidores inteligentes de energía	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Date-stamped photographs of the installed meters showing the make and model; or ✓ Purchase receipts for the meters showing the make and model; or ✓ Purchase receipts for subscription(s) to an equivalent online system. ✓ Existing building projects&nbsp; If some of the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photographs can be submitted.
EEM32	Correcciones del factor de potencia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Date-stamped photographs of the installed power factor correction devices showing the make and model; or ✓ Purchase receipts for the power factor correction devices showing the make and model. ✓ Existing building projects&nbsp; If some of the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photographs can be submitted.
EEM34	Otras medidas de ahorro de energía	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the documents to clearly reflect As-Built conditions; and ✓ Photographs of the installed system; or ✓ Purchase receipts of the system; or

EEM34	Otras medidas de ahorro de energía	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contract documents if the system is owned by a third party. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ If some of the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photographs can be submitted.
Medidas del material		Requisitos de auditoría de construcción
MEM01	Construcción de planta baja	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Date-stamped photographs of the floor slabs taken during construction showing the claimed products on site; or <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Purchase receipts showing the installed products. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM02	Construcción del entrepiso	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Date-stamped photographs of the floor slabs taken during construction showing the claimed products on site; or <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Purchase receipts showing the installed products. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM03	Acabado de piso	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Date-stamped photographs of the flooring during or after installation showing the claimed products on site; or <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Purchase receipts showing the installed products. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM04	Construcción de cubierta	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Date-stamped photographs of the roof(s) taken during construction showing the claimed products on site; or <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Purchase receipts showing the installed products. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM05	Paredes externas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Date-stamped photographs of the floor slabs taken during construction showing the claimed products on site; or

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
Nombre del subproyecto: Estado actual modificado

MEM05	Paredes externas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Purchase receipts showing the installed products. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM06	Paredes internas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Date-stamped photographs of the floor slabs taken during construction showing the claimed products on site; or ✓ Purchase receipts showing the installed products. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM07	Marcos de ventana	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Manufacturer's data sheets showing the make and model, material and U-value of the installed window frames; and ✓ Date-stamped photographs of the window frames during or after installation showing the make and model; or ✓ Purchase receipts showing the make and model of the installed window frames. ✓ This measure includes exterior glass doors. ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM08	Vidrios de ventana	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Manufacturer's data sheets showing the make and model, U-value and SHGC of the installed glass; and ✓ Date-stamped photographs of the glazing during or after installation showing the make and model; or ✓ Purchase receipts showing the make and model of the installed windows/glass. ✓ ? This measure includes exterior glass doors. ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM09	Aislamiento de techo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Manufacturer's data sheets showing the brand and product name and insulating properties of the installed insulation; and ✓ Date-stamped photographs of the insulation during construction showing the product; or

MEM09	Aislamiento de techo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Purchase receipts showing the brand and product installed. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM10	Aislamiento de paredes	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Manufacturer's data sheets showing the brand and product name and insulating properties of the installed insulation; and ✓ Date-stamped photographs of the insulation during construction showing the product; or ✓ Purchase receipts showing the brand and product installed. ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.
MEM11	Aislamiento de piso	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documents from the design stage if not already submitted. Include any updates made to the design stage documents to clearly reflect as-built conditions; and ✓ Manufacturer's data sheets showing the brand and product name and insulating properties of the installed insulation; and ✓ Date-stamped photographs of the insulation during construction showing the product; or ✓ Purchase receipts showing the brand and product installed. ✓ Existing building projects&nbsp; If the documents required above are not available, other evidence of construction details, such as existing building drawings or photos taken during renovation can be submitted.



Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
 Nombre del subproyecto: Estado actual modificado



Evaluación de EDGE: v3.0.0
 Fecha y hora de la descarga: 2024-06-25 23:43
 21.60% | 26.94% | 54.00%

Subproyecto(s) asociado(s)

N.o de serie	Nombre del subproyecto asociado	País	Ciudad
1	Estado actual modificado	Costa Rica	San José
2	Estado actual	Costa Rica	San José
3	Condición Anteproyecto	Costa Rica	San José
4	Anteproyecto	Costa Rica	San José

Anexo 4. Documento de evaluación EDGE v3.0.0 para la propuesta de anteproyecto en el Edificio Cronos, primera corrida.



Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Anteproyecto

Evaluación de EDGE: v3.0.0

Fecha y hora de la descarga: 2024-06-26 22:12

4.42% | 16.67% | **71.00%**

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
Nombre del subproyecto: Anteproyecto

Detalles del Proyecto

Nombre del Proyecto Edificio Cronos	Dirección línea1 Distrito El Carmen
Cantidad de edificios distintos 1	Dirección línea2 Avenida O, calle O
Cantidad de subproyectos EDGE asociados 5	Ciudad San José
Superficie total del proyecto (m ²) 6,902.3	Estado/Provincia San José
Nombre del titular del Proyecto Luis Castro Boschini	Código postal 10101
Email del titular del Proyecto lcastrob2016@gmail.com	País Costa Rica
Teléfono del titular del Proyecto Móvil 506 - 83714617	Número del Proyecto 1001521623
Share project name and basic information to potential investors or banks? No	¿Desea certificar? No
¿Este proyecto se creó con fines de capacitación? Sí	

Subproyecto(s) asociado(s)

Total de subproyectos asociados: 5

La lista completa de subproyectos asociados está disponible en la última sección de este documento.

Detalles del subproyecto

Nombre del subproyecto Anteproyecto	Dirección línea1 San José, El Carmen
Nombre del edificio Edificio Cronos	Dirección línea2 Diagonal a Plaza de la Cultura
Multiplicador del subproyecto para el proyecto 1	Ciudad San José
Etapas de certificación Posconstrucción	Estado/Provincia San José
Estado Self-Review	Código postal 10101
Auditoría	País Costa Rica
Certificador	Tipo de subproyecto Existing Building
Número de archivo 24060410199515	Año de construcción 2004

Datos de servicios públicos del edificio

Consumo anual medido de electricidad (kWh/año) 56975.00	Índice de rendimiento energético de edificio existente (kWh/m ² /año) 67.53
Consumo anual medido de agua (m ³ /año) 475.90	Índice de consumo de agua de edificio existente 0.05
Consumo anual medido de gas natural (m ³ /año) 0	Emisiones de GEI de edificios existentes (tCO ₂ /año) 4.47
Consumo anual medido de diésel (m ³ /año) 0	
Consumo anual medido de GLP (Kg/año) 84.23	

Datos de ubicación





Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
Nombre del subproyecto: Anteproyecto

Apartamentos 
Evaluación de EDGE: v3.0.0
Fecha y hora de la descarga: 2024-06-26 22:12
4.42% | 16.67% | **71.00%**

Tipo de edificio

Tipo de edificio principal
Apartamentos

Subtipo
De bajos ingresos

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Anteproyecto

Datos del edificio

Tipología única

<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>
Superficie interna bruta (m ²)	
860	
N.o de dormitorios	
1	3
Cant. total de apartamentos	
20	8
Superficie promedio del apartamento (m ² /apartamento)	
60	107.50
Cant. total de apartamentos	20
Cant. de pisos en altura	
8	6
Cant. de pisos subterráneos	
2	0
Altura entre piso y piso (metros)	
3.0	3
Aggregate Roof Area (m ²)	
143	0

Detalles operativos

<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>
Ocupación (m ² /persona)	
3	3
Costos de construcción	
Costo de construcción (CRC/m ²)	
154,989.4	416,010
Valor estimado de venta (CRC/m ²)	
220,085.0	679,950

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Anteproyecto

Desglose de superficies y cargas

Superficie interna bruta/apartamento (m ²)		Por defecto	Entrada de usuario
107.5			
<i>Por defecto (m²/apartamento)</i>	<i>Entrada de usuario (m²/apartamento)</i>	Área con iluminación exterior (m ²)	
		144	14.4
Dormitorio		Área de estacionamiento externa (m ²)	
26.9	32	-	
Cocina		Water End Uses	
10.8	20	Área irrigada (m ²)	
Comedor		48	0
10.8	7	Tipo de piscina (m ²)	
Sala		Piscina interior climatizada y piscina exterior no climatizada	Ninguno
16.1	1.5		
Baño		Piscina (m ²)	
5.4	14	20	0
Cuarto de servicio		Car Washing	
2.2	0	Sí	No
Balcón		Washing Clothes	
1.1	6	Sí	Sí
Estacionamiento cubierto		Process Water	
32.3	0	No	No
Pasillo, escalera, vestíbulo del ascensor		Dishwasher	
2.2	27	Sí	Sí
		Pre Rinse Spray Valve	
		Sí	No

Dimensiones del edificio

<i>Por defecto Longitud del edificio (metros)</i>	<i>Entrada de usuario (metros)</i>	<i>Superficie de fachada expuesta al aire exterior (%)</i>
Norte 6.1	15.30	50
Noreste 6.1	0	0
Este 6.1	23.95	100
Sureste 6.1	0	0
Sur 6.1	15.30	100
Suroeste 6.1	0	0
Oeste 6.1	23.95	50
Noroeste 6.1	0	0



Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
 Nombre del subproyecto: Anteproyecto

Fecha y hora de la descarga: 2024-06-26 22:12
 4.42% | 16.67% | **71.00%**

Sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado del edificio

Seleccionar tipo de entrada

Entradas simplificadas

¿El diseño del edificio incluye sistema de A/A?
No

¿El diseño del edificio incluye sistema de calefacción de espacios?
No

¿El diseño del edificio incluye suministro de refrigeración con agua fría y calefacción adquirido (refrigeración o calefacción urbana)?
Ninguno

Punto de referencia aplicable
EDGE

<i>Período de enfriamiento</i>		<i>Período de calefacción</i>		<i>Período de enfriamiento</i>		<i>Período de calefacción</i>	
Ene.	Sí	Ene.	Sí	Jul.	Sí	Jul.	Sí
Feb.	Sí	Feb.	Sí	Ago.	Sí	Ago.	Sí
Mar.	Sí	Mar.	Sí	Sept.	Sí	Sept.	Sí
Abr.	Sí	Abr.	Sí	Oct.	Sí	Oct.	Sí
	Sí		Sí	Nov.	Sí	Nov.	Sí
Jun.	Sí	Jun.	Sí	Dic.	Sí	Dic.	Sí



Evaluación de EDGE: v3.0.0

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
 Nombre del subproyecto: Anteproyecto

Fecha y hora de la descarga: 2024-06-26 22:12

4.42% | 16.67% | **71.00%**

Consumo de combustible

		Factor de costo	
<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>	<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>
Agua caliente		Electricidad (CRC/kWh)	
Electricidad	Electricidad	34.20	144.92
Calefacción de ambientes		Diésel (CRC/Lt)	
Electricidad	Electricidad	324.90	624.00
Generador		Gas natural (CRC/kg)	
Diésel	Diésel	547.20	
% de generación de electricidad mediante el uso de diésel		GLP (CRC/kg)	
1.00%		547.20	539.65
Combustible utilizado para cocinar		Carbón (CRC/kg)	
Electricidad	GLP	46.2	
Factor de emisiones de CO₂		Petróleo diésel (CRC/Lt)	
<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>	174.0	
Electricidad (Kg de CO ₂ /kWh)		Agua (CRC/KL)	
0.04	0.075	313.50	3,925.92
Diésel (Kg de CO ₂ /kWh)		Conversión a partir de USD (CRC/USD)	
0.25	0.965	570.00	513.21
Gas natural (Kg de CO ₂ /kWh)			
0.18			
GLP (Kg de CO ₂ /kWh)			
0.24			
Carbón (Kg de CO ₂ /kWh)			
0.32			
Petróleo diésel (Kg de CO ₂ /kWh)			
0.25			



Evaluación de EDGE: v3.0.0

Fecha y hora de la descarga: 2024-06-26 22:12

4.42% | 16.67% | **71.00%**

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
 Nombre del subproyecto: Anteproyecto

Datos climáticos

Por defecto	Entrada de usuario	Por defecto	Entrada de usuario
Elevación (metros) 1,172	1,160	Latitud (grados) 10	9.934
Precipitaciones (mm/año) 1,301		Zona climática de ASHRAE 3A	3A

Temperatura (°C)

Por defecto (Máx. mensual)	Entrada de usuario (Máx. mensual)	Por defecto (Máx. mensual)	Entrada de usuario (Máx. mensual)
Ene. 27.3	Ene. 29.1	Jul. 33.0	Jul. 30.5
Feb. 28.7	Feb. 31.3	Ago. 31.1	Ago. 30.6
Mar. 31.9	Mar. 32.6	Sept. 31.5	Sept. 31.0
Abr. 33.0	Abr. 31.9	Oct. 29.5	Oct. 29.8
34.2	30.1	Nov. 27.0	Nov. 30.3
Jun. 34.3	Jun. 31.1	Dic. 26.4	Dic. 30.0
Por defecto (Mín. mensual)	Entrada de usuario (Mín. mensual)	Por defecto (Mín. mensual)	Entrada de usuario (Mín. mensual)
Ene. 13.8	Ene. 13.2	Jul. 18.7	Jul. 15.3
Feb. 15.0	Feb. 13.2	Ago. 18.8	Ago. 15.3
Mar. 17.3	Mar. 13.0	Sept. 17.9	Sept. 14.9
Abr. 19.4	Abr. 14.6	Oct. 16.5	Oct. 14.5
19.1	14.5	Nov. 15.3	Nov. 13.8
Jun. 19.0	Jun. 16.0	Dic. 14.2	Dic. 12.8

Datos climáticos

Humedad relativa (%)

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
 Nombre del subproyecto: Anteproyecto

<i>Por defecto (Prom. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Prom. mensual)</i>	<i>Por defecto (Prom. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Prom. mensual)</i>
Ene. 72.3%	Ene. 72.1	Jul. 79.8%	Jul. 76.4
Feb. 75.3%	Feb. 71.0	Ago. 81.8%	Ago. 76.5
Mar. 76.7%	Mar. 70.4	Sept. 83.3%	Sept. 78.3
Abr. 80.2%	Abr. 71.2	Oct. 78.7%	Oct. 80.1
78.2%	76.5	Nov. 78.0%	Nov. 77.5
Jun. 82.5%	Jun. 77.8	Dic. 76.4%	Dic. 74.5

Velocidad del viento (m/seg)

<i>Por defecto (Prom. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Prom. mensual)</i>	<i>Por defecto (Prom. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Prom. mensual)</i>
Ene. 3.3	Ene. 3.9	Jul. 5.8	Jul. 2.7
Feb. 3.0	Feb. 3.9	Ago. 5.0	Ago. 2.4
Mar. 2.6	Mar. 4.0	Sept. 3.7	Sept. 2.0
Abr. 2.4	Abr. 3.3	Oct. 2.8	Oct. 2.0
3.9	2.5	Nov. 3.0	Nov. 2.7
Jun. 5.0	Jun. 2.3	Dic. 3.4	Dic. 3.5



Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
 Nombre del subproyecto: Anteproyecto

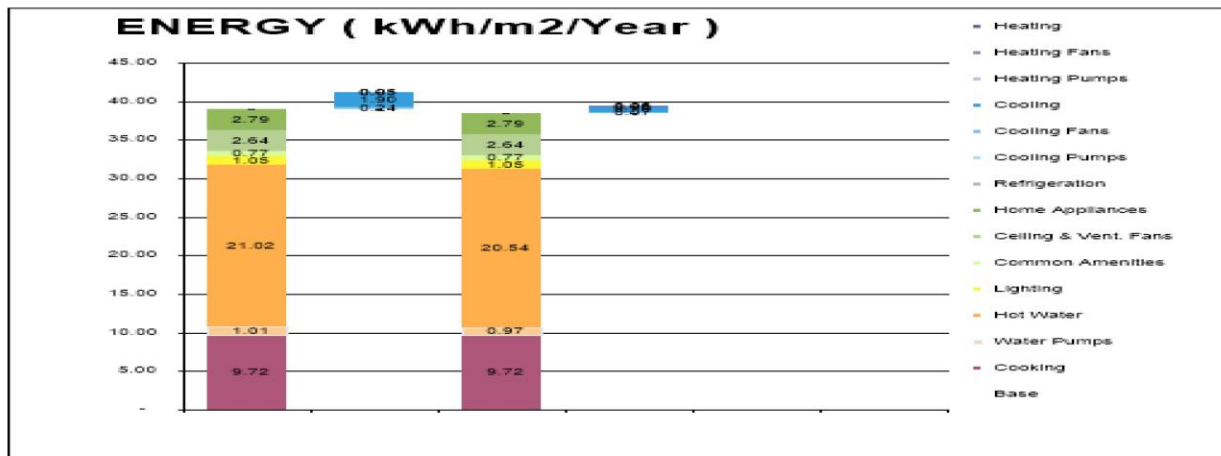
Fecha y hora de la descarga: 2024-06-26 22:12
 4.42% | 16.67% | **71.00%**

Resultados

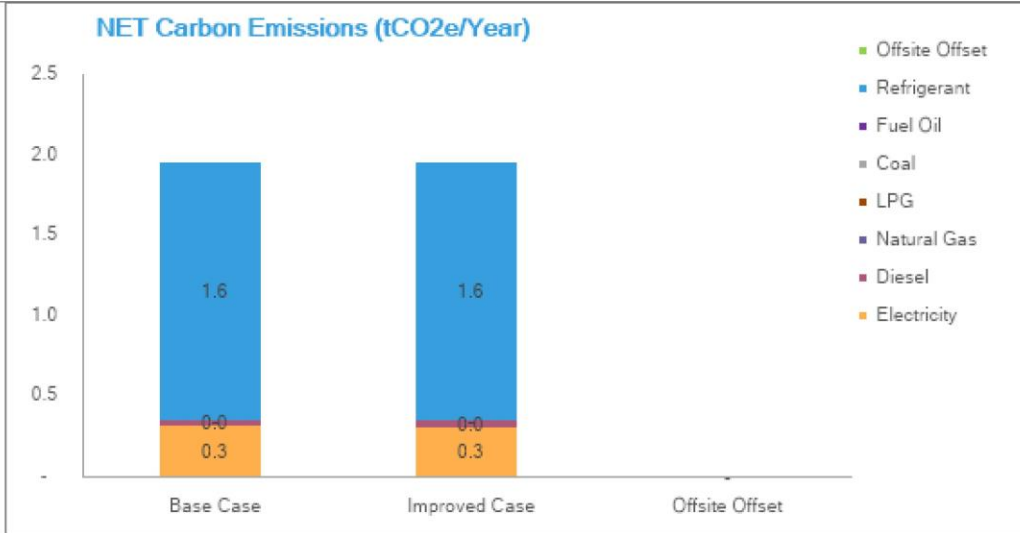
Consumo final de energía (kWh/mes/apartamento) 345	EPI de la línea mejorada (kWh/m ² /año) 39.0
Consumo final de agua (m ³ /mes/apartamento) 12	Costo total de construcción del edificio (Million CRC/Apartment) 44.7
Emisiones de CO ₂ operacionales finales (tCO ₂ /mes/apartamento) 0.03	Costo incremental (Million CRC/Apartment) 1.13
Final Embodied Carbon (Kg CO ₂ e/m ²) 94	Porcentaje de aumento en el costo 2.52%
Costo final de los servicios públicos (CRC/Month/Apartment) 97,684	Retorno en años (Años) 9.1
Superficie del subproyecto (m ²) 860	Cantidad de personas impactadas (N.o/año) 24
Ahorros de energía (MWh/Año) 0.52	Base Case - Refrigerant Global Warming Potential (tCO ₂ e/Year/Apartment) 1.6
Ahorros de agua (m ³ /año) 233.37	Improved Case - Refrigerant Global Warming Potential (tCO ₂ e/Year/Apartment) 1.6
Ahorro de CO ₂ durante el uso (tCO ₂ /Año) 0.04	
Embodied Carbon Savings (tCO ₂ e) 189.18	
Ahorros en los costos de servicios públicos en USD (USD/año/Apartment) 241.34	
Ahorros en los costos de servicios públicos en moneda local (Million CRC/Year/Apartment) 0.124	
EPI de la línea base (kWh/m ² /año) 40.0	

AHORROS DE ENERGÍA

Medidas de eficiencia energética 4.42%



Emisiones netas de carbono: 1.9
tCO₂e/Year/Apartment



Medidas de eficiencia energética 4.42%

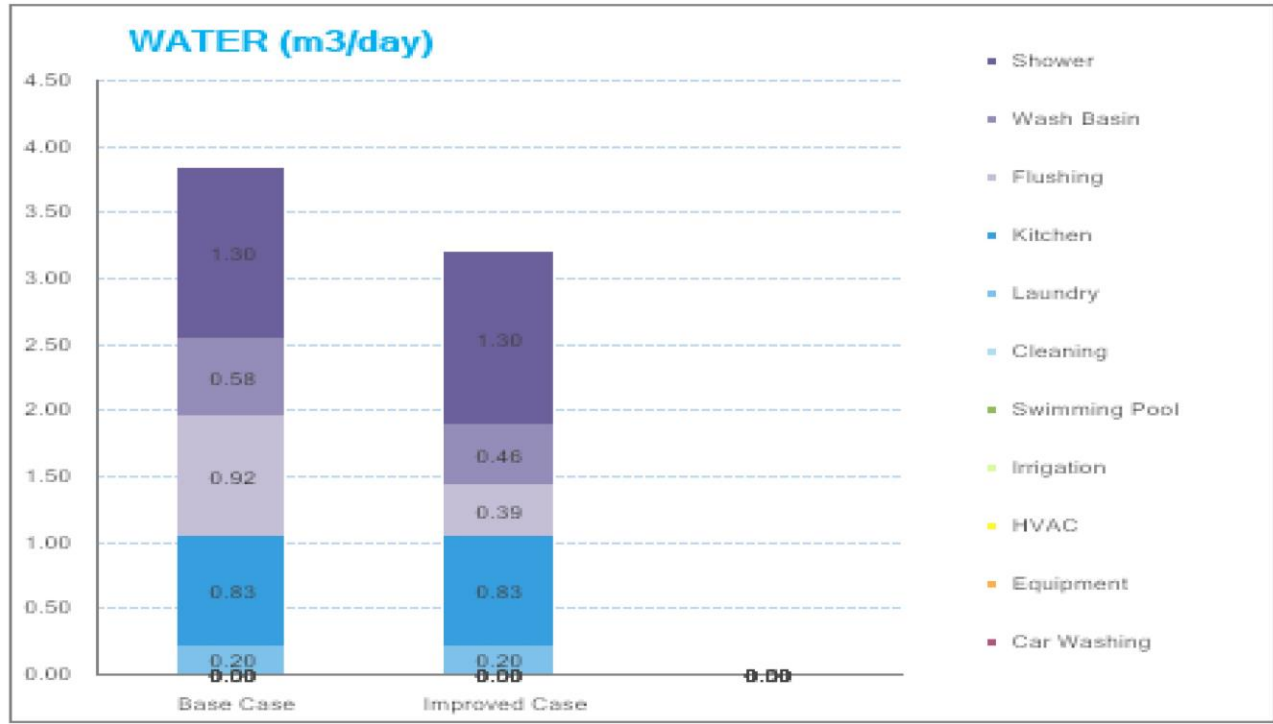
- EEM01* Proporción de vidrio respecto de la pared: 16%
- EEM02 Techo reflectante: Índice de reflectancia solar 85
- EEM03 Paredes exteriores reflectantes: Índice de reflectancia solar 85
- ✓ EEM04 Dispositivos de protección solar externos: Factor de sombreado anual promedio (AASF) 0.4
 Valor de la línea base: Sin protección solar
 AASF: 0.40
- EEM05* Aislamiento del techo: Valor U 0.47 W/m²K
- EEM06* Aislamiento del suelo/losa de piso y entrepiso elevada: Valor U 0.26 W/m²K
- EEM07 Techo verde
- EEM08* Aislamiento de paredes exteriores: Valor U 0.47 W/m²K
- EEM09* Eficiencia del vidrio: Valor U 4.46 W/m²K, SHGC 0.57 y TV 0.45
- EEM10 Infiltración de aire de la envolvente del edificio: 50 % de reducción
- ✓ EEM11 Ventilación natural
 Abertura de la fachada de la línea base: 0 %
- EEM12 Ventiladores de techo

Medidas de eficiencia energética 4.42%

EEM15 Sistema de preconditionamiento de aire fresco: Eficiencia 65 %	EEM26 Ventilación con control de demanda para estacionamiento mediante sensores de CO ₂
	EEM29 Refrigeradores y lavadoras de ropa eficientes
EEM18 Sistema de agua caliente sanitaria (ACS) : Energía solar 50%, Bomba de calor 50%, Caldera 0%	EEM30 Submedidores para sistemas de calefacción/refrigeración
EEM19 Sistema de precalentamiento de agua caliente sanitaria	EEM31 Medidores inteligentes de energía
	EEM32 Correcciones del factor de potencia
	EEM33 Energía renovable en el emplazamiento: 25% del Consumo anual de energía
EEM22 Iluminación eficiente para áreas internas	EEM34 Otras medidas de ahorro de energía
EEM23 Iluminación eficiente para áreas externas	EEM35 Adquisición de energía renovable externa: 100 % de CO ₂ operacional anual
EEM24 Controles de iluminación	EEM36 Compensaciones de las emisiones de carbono: 100 % de CO ₂ operacional anual
	EEM37 Refrigerantes de bajo impacto

AHORRO DE AGUA

Medidas de eficiencia de agua 16.67%



Medidas de eficiencia de agua 16.67%

WEM01 Cabezales de ducha que ahorran agua: 6 L/min

✓ WEM02* Grifos eficientes que ahorran agua para todos los baños: 9.68 L/min

Valor de la línea base: 12 L/min

Tipo de grifo de agua: Faucets with Aerators

Tasa de flujo (L/min): 9.68

Provisión de agua caliente: Sí

✓ WEM04* Inodoros eficientes que ahorran agua para todos los baños: 6 L/descarga de alto volumen y 4 L/descarga de bajo volumen

Valor de la línea base: Descarga simple, 12 L/descarga

Tipo de inodoro: Doble descarga

Alto volumen de descarga (L/min): 6

Bajo volumen de descarga (L/min): 4

WEM06 Bidé eficiente que ahorra agua: 2 L/min

WEM08* Grifos de cocina que ahorran agua: 8 L/min

Medidas de eficiencia de agua 16.67%

WEM09 Lavavajillas que ahorran agua: 10 L/Cycle

WEM11 Lavadoras que ahorran agua: 35 L/ciclo

WEM12 Cobertores de piscina: 30 % de superficie cubierta

WEM13 Sistema de riego de jardines que ahorra agua: 4 L/m²/día

WEM14 Sistema de recolección de agua de lluvia: 0 % de superficie del techo utilizada para recolección

WEM15 Sistema de tratamiento y reciclaje de aguas residuales: 100 % tratada

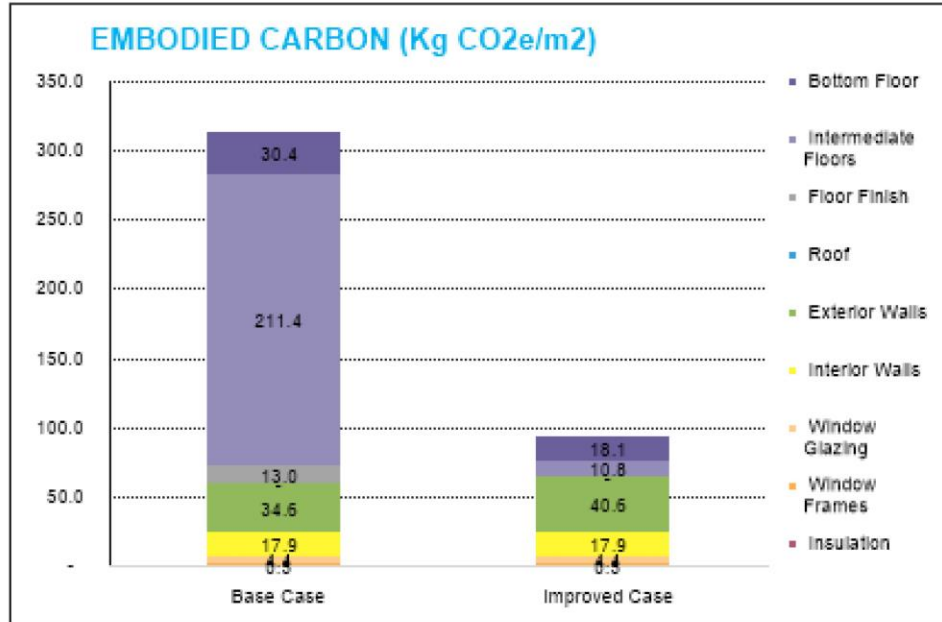
WEM16 Recuperación del agua de condensación: 100 % recuperada

WEM17 Medidores inteligentes de agua

EMBODIED CARBON SAVINGS

Medidas de eficiencia de los materiales 71.00%

Meets EDGE Material Standard



Medidas de eficiencia de los materiales 71.00%

Selección de línea mejorada	Material de construcción	Proporción %	Grosor (mm)	Valor U (W/m²K)	Embodied Carbon(kg/m²)
MEM01* Construcción de planta baja Base Case Material: Concrete Slab In-situ Reinforced Conventional Slab Espesor: 100 mm & Steel : 35kg/m²	Tipo 1 Losa de hormigón Losa convencional armada in situ	100 %	200	0.45	
MEM02* Construcción del entrepiso Base Case Material: Concrete Slab In-situ Reinforced Conventional Slab Espesor: 250 mm & Steel : 35kg/m²	Tipo 1 X - Reutilización de losa de piso existente	100 %	200		
MEM03* Acabado de piso Material de la línea base: Baldosas Baldosas cerámicas Espesor: 10 mm	Tipo 1 X - Reutilización de pisos existentes	100 %	8		
MEM04* Construcción del techo Material de la línea base: Losa de concreto Losa convencional reforzada en obra Espesor: 250 mm & Steel : 35kg/m²	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %	150	2.00	
MEM05* Paredes externas Base Case Material: Concrete Blocks Solid Blocks of Dense Concrete Espesor: 150 mm	Tipo 1 Paneles de pared de ferrocemento	100 %	100	3.79	
MEM06* Paredes internas Base Case Material: Concrete Blocks Solid Blocks of Dense Concrete	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %			

Medidas de eficiencia de los materiales 71.00%

Selección de línea mejorada	Material de construcción	Proporción %	Grosor (mm)	Valor U (W/m ² K)	Embodied Carbon(kg/m ²)
MEM07*	Marcos de ventana Material de la línea base: Aluminio	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %		
MEM08*	Vidrios de ventana Base Case Material: Single Glazing Espesor: 8 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %	6.29	
MEM09*	Aislamiento de techo Base Case Material: X - No insulation Espesor: 0 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %		
MEM10*	Aislamiento de paredes Material de la línea base: X - Sin aislamiento Espesor: 0 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %		
MEM11*	Aislamiento de piso Base Case Material: Polystyrene Foam Spray or Board Insulation Espesor: 54.9 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %		



Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
 Nombre del subproyecto: Anteproyecto

Apartamentos 

Evaluación de EDGE: v3.0.0
 Fecha y hora de la descarga: 2024-06-26 22:12

4.42% | 16.67% | 71.00%

Subproyecto(s) asociado(s)

N.o de serie	Nombre del subproyecto asociado	País	Ciudad
1	Anteproyecto	Costa Rica	San José
2	Anteproyecto modificado	Costa Rica	San José
3	Estado actual modificado	Costa Rica	San José
4	Estado actual	Costa Rica	San José
5	Condición Anteproyecto	Costa Rica	San José

Anexo 5. Documento de evaluación EDGE v3.0.0 para la propuesta de anteproyecto en el Edificio Cronos, segunda corrida.



Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Anteproyecto modificado

Evaluación de EDGE: v3.0.0

Fecha y hora de la descarga: 2024-06-26 22:08

54.61% | 21.68% | 71.00%

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Anteproyecto modificado

Detalles del Proyecto

Nombre del Proyecto Edificio Cronos	Dirección línea1 Distrito El Carmen
Cantidad de edificios distintos 1	Dirección línea2 Avenida O, calle O
Cantidad de subproyectos EDGE asociados 5	Ciudad San José
Superficie total del proyecto (m ²) 6,902.3	Estado/Provincia San José
Nombre del titular del Proyecto Luis Castro Boschini	Código postal 10101
Email del titular del Proyecto lcastrob2016@gmail.com	País Costa Rica
Teléfono del titular del Proyecto Móvil 506 - 83714617	Número del Proyecto 1001521623
Share project name and basic information to potential investors or banks? No	¿Desea certificar? No
¿Este proyecto se creó con fines de capacitación? Sí	

Subproyecto(s) asociado(s)

Total de subproyectos asociados: 5

La lista completa de subproyectos asociados está disponible en la última sección de este documento.

Detalles del subproyecto

Nombre del subproyecto Anteproyecto modificado	Dirección línea1 San José, El Carmen
Nombre del edificio Edificio Cronos	Dirección línea2 Diagonal a Plaza de la Cultura
Multiplicador del subproyecto para el proyecto 1	Ciudad San José
Etapas de certificación Posconstrucción	Estado/Provincia San José
Estado Self-Review	Código postal 10101
Auditoría	País Costa Rica
Certificador	Tipo de subproyecto Existing Building
Número de archivo 24062610201635	Año de construcción 2004

Datos de servicios públicos del edificio

Consumo anual medido de electricidad (kWh/año) 56975.00	Índice de rendimiento energético de edificio existente (kWh/m ² /año) 67.53
Consumo anual medido de agua (m ³ /año) 475.90	Índice de consumo de agua de edificio existente 0.05
Consumo anual medido de gas natural (m ³ /año) 0	Emisiones de GEI de edificios existentes (tCO ₂ /año) 4.47
Consumo anual medido de diésel (m ³ /año) 0	
Consumo anual medido de GLP (Kg/año) 84.23	

Datos de ubicación





Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
Nombre del subproyecto: Anteproyecto modificado

Apartamentos 

Evaluación de EDGE: v3.0.0

Fecha y hora de la descarga: 2024-06-26 22:08

54.61% | 21.68% | 71.00%

Tipo de edificio

Tipo de edificio principal
Apartamentos

Subtipo
De bajos ingresos

Datos del edificio

Tipología única

<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>
Superficie interna bruta (m ²)	
860	
N.o de dormitorios	
1	3
Cant. total de apartamentos	
20	8
Superficie promedio del apartamento (m ² /apartamento)	
60	107.50
Cant. total de apartamentos	20
Cant. de pisos en altura	
8	6
Cant. de pisos subterráneos	
2	0
Altura entre piso y piso (metros)	
3.0	3
Aggregate Roof Area (m ²)	
143	0

Detalles operativos

<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>
Ocupación (m ² /persona)	
3	3
Costos de construcción	
Costo de construcción (CRC/m ²)	
154,989.4	416,010
Valor estimado de venta (CRC/m ²)	
220,085.0	679,950

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Anteproyecto modificado

Desglose de superficies y cargas

Superficie interna bruta/apartamento (m ²)		Por defecto	Entrada de usuario
107.5			
<i>Por defecto (m²/apartamento)</i>	<i>Entrada de usuario (m²/apartamento)</i>	Área con iluminación exterior (m ²)	
		144	14.4
Dormitorio		Área de estacionamiento externa (m ²)	
26.9	32	-	
Cocina		Water End Uses	
10.8	20	Área irrigada (m ²)	
Comedor		48	0
10.8	7	Tipo de piscina (m ²)	
Sala		Piscina interior climatizada y piscina exterior no climatizada	Ninguno
16.1	1.5		
Baño		Piscina (m ²)	
5.4	14	20	0
Cuarto de servicio		Car Washing	
2.2	0	Sí	No
Balcón		Washing Clothes	
1.1	6	Sí	Sí
Estacionamiento cubierto		Process Water	
32.3	0	No	No
Pasillo, escalera, vestíbulo del ascensor		Dishwasher	
2.2	27	Sí	Sí
		Pre Rinse Spray Valve	
		Sí	No

Dimensiones del edificio

<i>Por defecto Longitud del edificio (metros)</i>	<i>Entrada de usuario (metros)</i>	<i>Superficie de fachada expuesta al aire exterior (%)</i>
Norte 6.1	15.30	50
Noreste 6.1	0	0
Este 6.1	23.95	100
Sureste 6.1	0	0
Sur 6.1	15.30	100
Suroeste 6.1	0	0
Oeste 6.1	23.95	50
Noroeste 6.1	0	0



Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
 Nombre del subproyecto: Anteproyecto modificado

Sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado del edificio

Seleccionar tipo de entrada

Entradas simplificadas

¿El diseño del edificio incluye sistema de A/A?
No

¿El diseño del edificio incluye sistema de calefacción de espacios?
No

¿El diseño del edificio incluye suministro de refrigeración con agua fría y calefacción adquirido (refrigeración o calefacción urbana)?
Ninguno

Punto de referencia aplicable
EDGE

<i>Período de enfriamiento</i>	<i>Período de calefacción</i>	<i>Período de enfriamiento</i>	<i>Período de calefacción</i>
Ene. Sí	Ene. Sí	Jul. Sí	Jul. Sí
Feb. Sí	Feb. Sí	Ago. Sí	Ago. Sí
Mar. Sí	Mar. Sí	Sept. Sí	Sept. Sí
Abr. Sí	Abr. Sí	Oct. Sí	Oct. Sí
Sí	Sí	Nov. Sí	Nov. Sí
Jun. Sí	Jun. Sí	Dic. Sí	Dic. Sí

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Anteproyecto modificado

Consumo de combustible

		Factor de costo	
<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>	<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>
Agua caliente		Electricidad (CRC/kWh)	
Electricidad	Electricidad	34.20	144.92
Calefacción de ambientes		Diésel (CRC/Lt)	
Electricidad	Electricidad	324.90	624.00
Generador		Gas natural (CRC/kg)	
Diésel	Diésel	547.20	
% de generación de electricidad mediante el uso de diésel		GLP (CRC/kg)	
1.00%		547.20	539.65
Combustible utilizado para cocinar		Carbón (CRC/kg)	
Electricidad	GLP	46.2	
Factor de emisiones de CO₂		Petróleo diésel (CRC/Lt)	
<i>Por defecto</i>	<i>Entrada de usuario</i>	174.0	
Electricidad (Kg de CO ₂ /kWh)		Agua (CRC/KL)	
0.04	0.075	313.50	3,925.92
Diésel (Kg de CO ₂ /kWh)		Conversión a partir de USD (CRC/USD)	
0.25	0.965	570.00	513.21
Gas natural (Kg de CO ₂ /kWh)			
0.18			
GLP (Kg de CO ₂ /kWh)			
0.24			
Carbón (Kg de CO ₂ /kWh)			
0.32			
Petróleo diésel (Kg de CO ₂ /kWh)			
0.25			

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Anteproyecto modificado

Datos climáticos

Por defecto	Entrada de usuario	Por defecto	Entrada de usuario
Elevación (metros) 1,172	1,160	Latitud (grados) 10	9.934
Precipitaciones (mm/año) 1,301		Zona climática de ASHRAE 3A	3A

Temperatura (°C)

Por defecto (Máx. mensual)	Entrada de usuario (Máx. mensual)	Por defecto (Máx. mensual)	Entrada de usuario (Máx. mensual)
Ene. 27.3	Ene. 29.1	Jul. 33.0	Jul. 30.5
Feb. 28.7	Feb. 31.3	Ago. 31.1	Ago. 30.6
Mar. 31.9	Mar. 32.6	Sept. 31.5	Sept. 31.0
Abr. 33.0	Abr. 31.9	Oct. 29.5	Oct. 29.8
34.2	30.1	Nov. 27.0	Nov. 30.3
Jun. 34.3	Jun. 31.1	Dic. 26.4	Dic. 30.0
Por defecto (Mín. mensual)	Entrada de usuario (Mín. mensual)	Por defecto (Mín. mensual)	Entrada de usuario (Mín. mensual)
Ene. 13.8	Ene. 13.2	Jul. 18.7	Jul. 15.3
Feb. 15.0	Feb. 13.2	Ago. 18.8	Ago. 15.3
Mar. 17.3	Mar. 13.0	Sept. 17.9	Sept. 14.9
Abr. 19.4	Abr. 14.6	Oct. 16.5	Oct. 14.5
19.1	14.5	Nov. 15.3	Nov. 13.8
Jun. 19.0	Jun. 16.0	Dic. 14.2	Dic. 12.8

Datos climáticos

Humedad relativa (%)

Nombre del Proyecto: Edificio Cronos

Nombre del subproyecto: Anteproyecto modificado

54.61% | 21.68% | 71.00%

<i>Por defecto (Prom. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Prom. mensual)</i>	<i>Por defecto (Prom. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Prom. mensual)</i>
Ene. 72.3%	Ene. 72.1	Jul. 79.8%	Jul. 76.4
Feb. 75.3%	Feb. 71.0	Ago. 81.8%	Ago. 76.5
Mar. 76.7%	Mar. 70.4	Sept. 83.3%	Sept. 78.3
Abr. 80.2%	Abr. 71.2	Oct. 78.7%	Oct. 80.1
78.2%	76.5	Nov. 78.0%	Nov. 77.5
Jun. 82.5%	Jun. 77.8	Dic. 76.4%	Dic. 74.5

Velocidad del viento (m/seg)

<i>Por defecto (Prom. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Prom. mensual)</i>	<i>Por defecto (Prom. mensual)</i>	<i>Entrada de usuario (Prom. mensual)</i>
Ene. 3.3	Ene. 3.9	Jul. 5.8	Jul. 2.7
Feb. 3.0	Feb. 3.9	Ago. 5.0	Ago. 2.4
Mar. 2.6	Mar. 4.0	Sept. 3.7	Sept. 2.0
Abr. 2.4	Abr. 3.3	Oct. 2.8	Oct. 2.0
3.9	2.5	Nov. 3.0	Nov. 2.7
Jun. 5.0	Jun. 2.3	Dic. 3.4	Dic. 3.5



Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
 Nombre del subproyecto: Anteproyecto modificado

Fecha y hora de la descarga: 2024-06-26 22:08

54.61% | 21.68% | 71.00%

Resultados

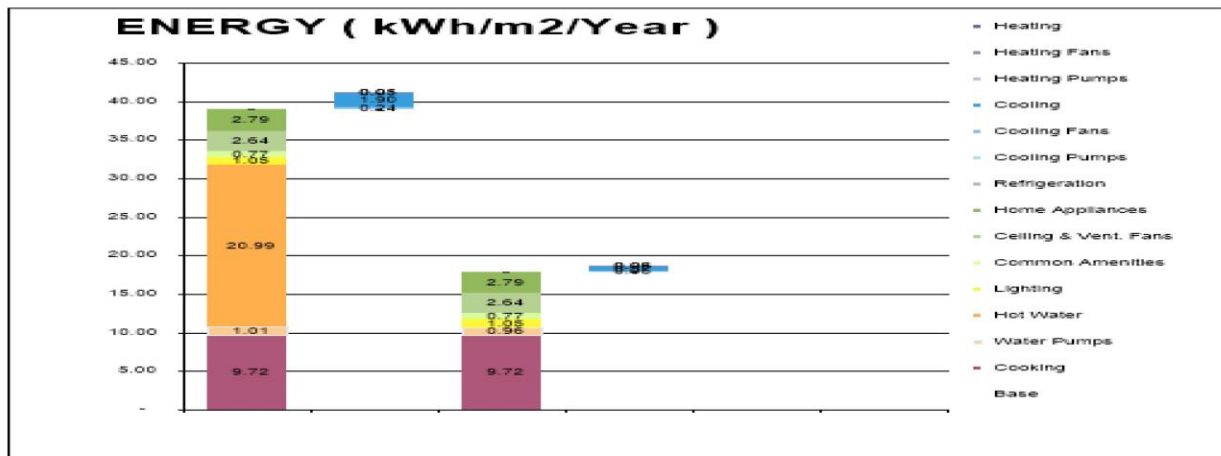
Consumo final de energía (kWh/mes/apartamento) 161	EPI de la línea mejorada (kWh/m ² /año) 18.0
Consumo final de agua (m ³ /mes/apartamento) 11	Costo total de construcción del edificio (Million CRC/Apartment) 44.7
Emisiones de CO ₂ operacionales finales (tCO ₂ /mes/apartamento) 0.01	Costo incremental (Million CRC/Apartment) 1.69
Final Embodied Carbon (Kg CO ₂ e/m ²) 94	Porcentaje de aumento en el costo 3.77%
Costo final de los servicios públicos (CRC/Month/Apartment) 68,174	Retorno en años (Años) 3.5
Superficie del subproyecto (m ²) 860	Cantidad de personas impactadas (N.o/año) 24
Ahorros de energía (MWh/Año) 18.06	Base Case - Refrigerant Global Warming Potential (tCO ₂ e/Year/Apartment) 1.6
Ahorros de agua (m ³ /año) 303.27	Improved Case - Refrigerant Global Warming Potential (tCO ₂ e/Year/Apartment) 1.6
Ahorro de CO ₂ durante el uso (tCO ₂ /Año) 1.52	
Embodied Carbon Savings (tCO ₂ e) 189.18	
Ahorros en los costos de servicios públicos en USD (USD/año/Apartment) 927.51	
Ahorros en los costos de servicios públicos en moneda local (Million CRC/Year/Apartment) 0.476	
EPI de la línea base (kWh/m ² /año) 39.0	

AHORROS DE ENERGÍA

EDGE ADVANCED

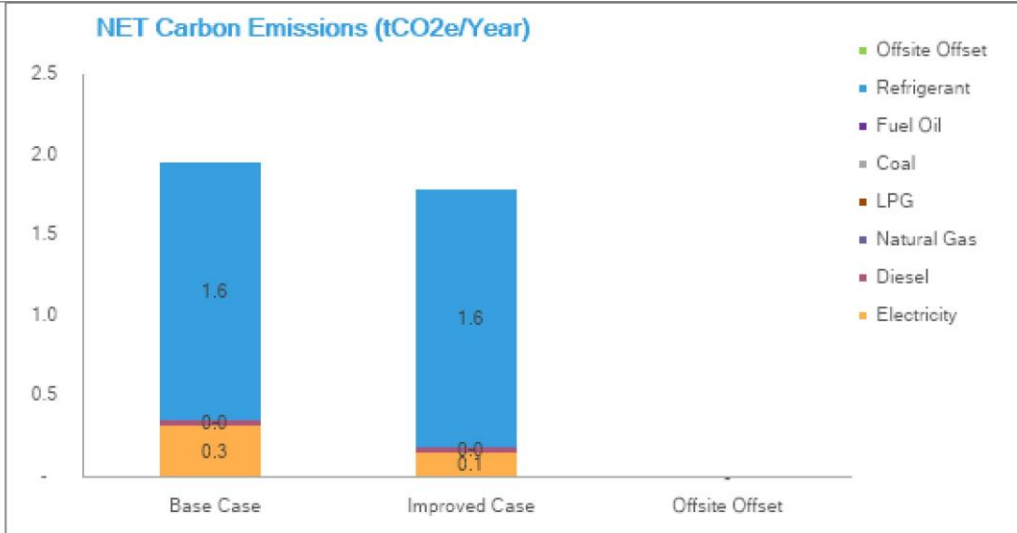
Medidas de eficiencia energética 54.61%

Cumple con la norma EDGE en materia de energía



Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
 Nombre del subproyecto: Anteproyecto modificado

Emisiones netas de carbono: 1.8
tCO₂e/Year/Apartment



Medidas de eficiencia energética 54.61%

- EEM01* Proporción de vidrio respecto de la pared: 16%
- EEM02 Techo reflectante: Índice de reflectancia solar 85
- EEM03 Paredes exteriores reflectantes: Índice de reflectancia solar 85
- ✓ EEM04 Dispositivos de protección solar externos: Factor de sombreado anual promedio (AASF) 0.4
 Valor de la línea base: Sin protección solar
 AASF: 0.40
- EEM05* Aislamiento del techo: Valor U 0.47 W/m²K
- EEM06* Aislamiento del suelo/losa de piso y entrepiso elevada: Valor U 0.26 W/m²K
- EEM07 Techo verde
- EEM08* Aislamiento de paredes exteriores: Valor U 0.47 W/m²K
- EEM09* Eficiencia del vidrio: Valor U 4.46 W/m²K, SHGC 0.57 y TV 0.45
- EEM10 Infiltración de aire de la envolvente del edificio: 50 % de reducción
- ✓ EEM11 Ventilación natural
 Abertura de la fachada de la línea base: 0 %
- EEM12 Ventiladores de techo

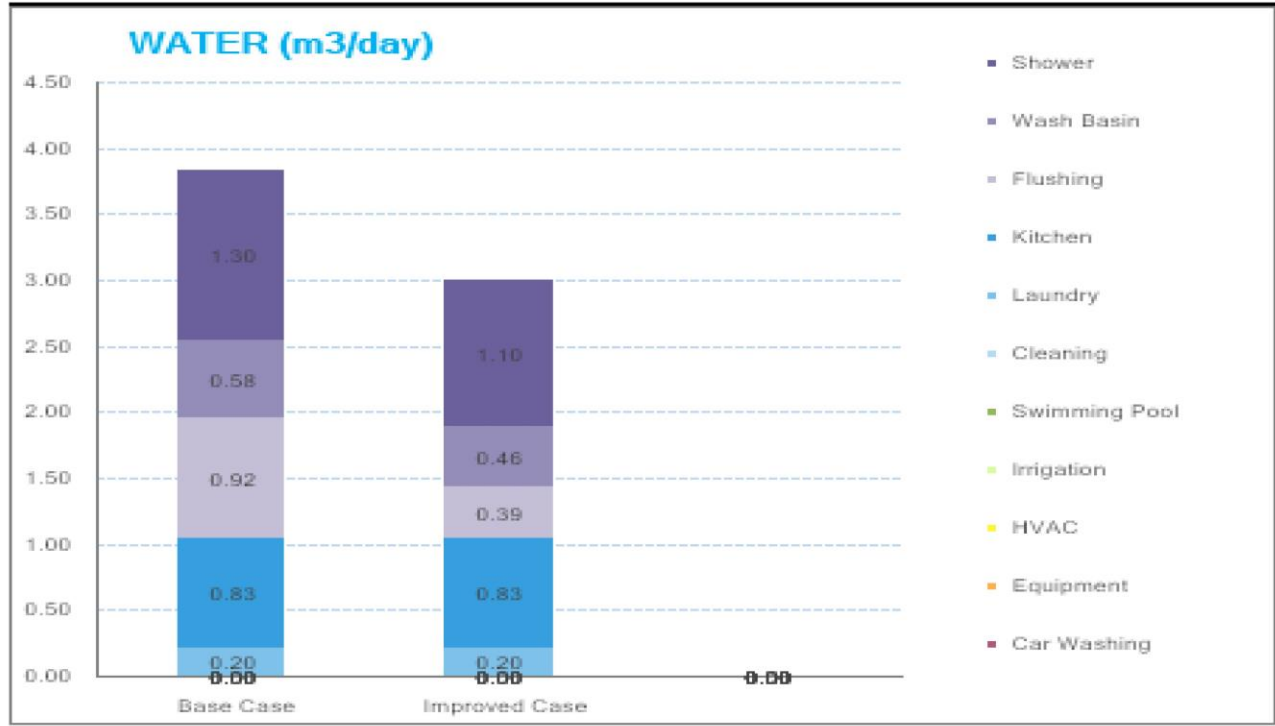
Medidas de eficiencia energética 54.61%

EEM15 Sistema de preacondicionamiento de aire fresco: Eficiencia 65 %	EEM26 Ventilación con control de demanda para estacionamiento mediante sensores de CO ₂																
	EEM29 Refrigeradores y lavadoras de ropa eficientes																
✓ EEM18 Sistema de agua caliente sanitaria (ACS) : Energía solar 100%, Bomba de calor 0%, Caldera 0% Uso de agua caliente solar de la línea base: 0 % Base Case Hot Water Heater Usage: 0% Base Case Hot Water Heater Efficiency: 100%	EEM30 Submedidores para sistemas de calefacción/refrigeración																
<table border="0"> <thead> <tr> <th>Consumo de agua caliente predeterminado (%)</th> <th>Consumo de agua caliente ingresado por el usuario (%)</th> <th>Por defecto</th> <th>Entrada de usuario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Energía solar 50%</td> <td>100</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bomba de calor 50%</td> <td>0</td> <td>3.00</td> <td>COP</td> </tr> <tr> <td>Caldera 0%</td> <td>0</td> <td>100%</td> <td>Eficiencia (%)</td> </tr> </tbody> </table>	Consumo de agua caliente predeterminado (%)	Consumo de agua caliente ingresado por el usuario (%)	Por defecto	Entrada de usuario	Energía solar 50%	100			Bomba de calor 50%	0	3.00	COP	Caldera 0%	0	100%	Eficiencia (%)	EEM31 Medidores inteligentes de energía
Consumo de agua caliente predeterminado (%)	Consumo de agua caliente ingresado por el usuario (%)	Por defecto	Entrada de usuario														
Energía solar 50%	100																
Bomba de calor 50%	0	3.00	COP														
Caldera 0%	0	100%	Eficiencia (%)														
	EEM32 Correcciones del factor de potencia																
EEM19 Sistema de precalentamiento de agua caliente sanitaria	EEM33 Energía renovable en el emplazamiento: 25% del Consumo anual de energía																
	EEM34 Otras medidas de ahorro de energía																
	EEM35 Adquisición de energía renovable externa: 100 % de CO ₂ operacional anual																
EEM22 Iluminación eficiente para áreas internas	EEM36 Compensaciones de las emisiones de carbono: 100 % de CO ₂ operacional anual																
EEM23 Iluminación eficiente para áreas externas	EEM37 Refrigerantes de bajo impacto																
EEM24 Controles de iluminación																	

AHORRO DE AGUA

Medidas de eficiencia de agua 21.68%

Cumple con la norma EDGE en materia de consumo de agua



Medidas de eficiencia de agua 21.68%

- ✓ WEM01 Cabezales de ducha que ahorran agua: 7.67 L/min
 Valor de la línea base: 9 L/min
 Tipo de baño: Cabezales de ducha Tasa de flujo (L/min): 7.67 Provisión de agua caliente: Sí Bath Tub : No
- ✓ WEM02* Grifos eficientes que ahorran agua para todos los baños: 9.68 L/min
 Valor de la línea base: 12 L/min
 Tipo de grifo de agua: Faucets with Aerators Tasa de flujo (L/min): 9.68 Provisión de agua caliente: Sí
- ✓ WEM04* Inodoros eficientes que ahorran agua para todos los baños: 6 L/descarga de alto volumen y 4 L/descarga de bajo volumen
 Valor de la línea base: Descarga simple, 12 L/descarga
 Tipo de inodoro: Doble descarga Alto volumen de descarga (L/min): 6 Bajo volumen de descarga (L/min): 4
- WEM06 Bidé eficiente que ahorra agua: 2 L/min
- WEM08* Grifos de cocina que ahorran agua: 8 L/min

Medidas de eficiencia de agua 21.68%

WEM09 Lavavajillas que ahorran agua: 10 L/Cycle

WEM11 Lavadoras que ahorran agua: 35 L/ciclo

WEM12 Cobertores de piscina: 30 % de superficie cubierta

WEM13 Sistema de riego de jardines que ahorra agua: 4 L/m²/día

WEM14 Sistema de recolección de agua de lluvia: 0 % de superficie del techo utilizada para recolección

WEM15 Sistema de tratamiento y reciclaje de aguas residuales: 100 % tratada

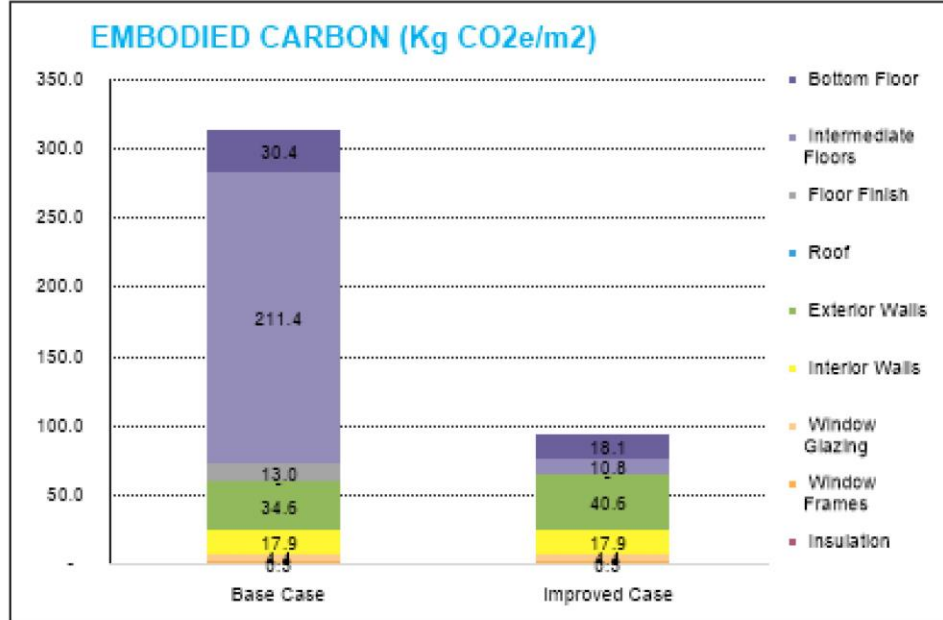
WEM16 Recuperación del agua de condensación: 100 % recuperada

WEM17 Medidores inteligentes de agua

EMBODIED CARBON SAVINGS

Medidas de eficiencia de los materiales 71.00%

Meets EDGE Material Standard



Medidas de eficiencia de los materiales 71.00%

Selección de línea mejorada	Material de construcción	Proporción %	Grosor (mm)	Valor U (W/m²K)	Embodied Carbon(kg/m²)
MEM01* Construcción de planta baja Base Case Material: Concrete Slab In-situ Reinforced Conventional Slab Espesor: 100 mm & Steel : 35kg/m²	Tipo 1 Losa de hormigón Losa convencional armada in situ	100 %	200	0.45	
MEM02* Construcción del entrepiso Base Case Material: Concrete Slab In-situ Reinforced Conventional Slab Espesor: 250 mm & Steel : 35kg/m²	Tipo 1 X - Reutilización de losa de piso existente	100 %	200		
MEM03* Acabado de piso Material de la línea base: Baldosas Baldosas cerámicas Espesor: 10 mm	Tipo 1 X - Reutilización de pisos existentes	100 %	8		
MEM04* Construcción del techo Material de la línea base: Losa de concreto Losa convencional reforzada en obra Espesor: 250 mm & Steel : 35kg/m²	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %	150	2.00	
MEM05* Paredes externas Base Case Material: Concrete Blocks Solid Blocks of Dense Concrete Espesor: 150 mm	Tipo 1 Paneles de pared de ferrocemento	100 %	100	3.79	
MEM06* Paredes internas Base Case Material: Concrete Blocks Solid Blocks of Dense Concrete	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %			

Medidas de eficiencia de los materiales 71.00%

Selección de línea mejorada	Material de construcción	Proporción %	Grosor (mm)	Valor U (W/m ² K)	Embodied Carbon(kg/m ²)
MEM07*	Marcos de ventana Material de la línea base: Aluminio	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %		
MEM08*	Vidrios de ventana Base Case Material: Single Glazing Espesor: 8 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %	6.29	
MEM09*	Aislamiento de techo Base Case Material: X - No insulation Espesor: 0 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %		
MEM10*	Aislamiento de paredes Material de la línea base: X - Sin aislamiento Espesor: 0 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %		
MEM11*	Aislamiento de piso Base Case Material: Polystyrene Foam Spray or Board Insulation Espesor: 54.9 mm	Tipo 1 Material de caso base predeterminado	100 %		



Nombre del Proyecto: Edificio Cronos
 Nombre del subproyecto: Anteproyecto modificado

Apartamentos 

Evaluación de EDGE: v3.0.0
 Fecha y hora de la descarga: 2024-06-26 22:08

54.61% | 21.68% | 71.00%

Subproyecto(s) asociado(s)

N.o de serie	Nombre del subproyecto asociado	País	Ciudad
1	Anteproyecto modificado	Costa Rica	San José
2	Estado actual modificado	Costa Rica	San José
3	Estado actual	Costa Rica	San José
4	Condición Anteproyecto	Costa Rica	San José
5	Anteproyecto	Costa Rica	San José