



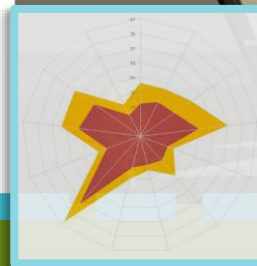
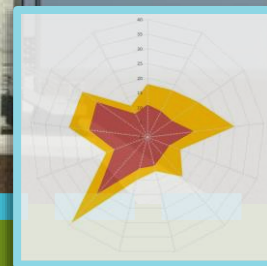
UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

ESCUELA DE
ARQUITECTURA



SEP

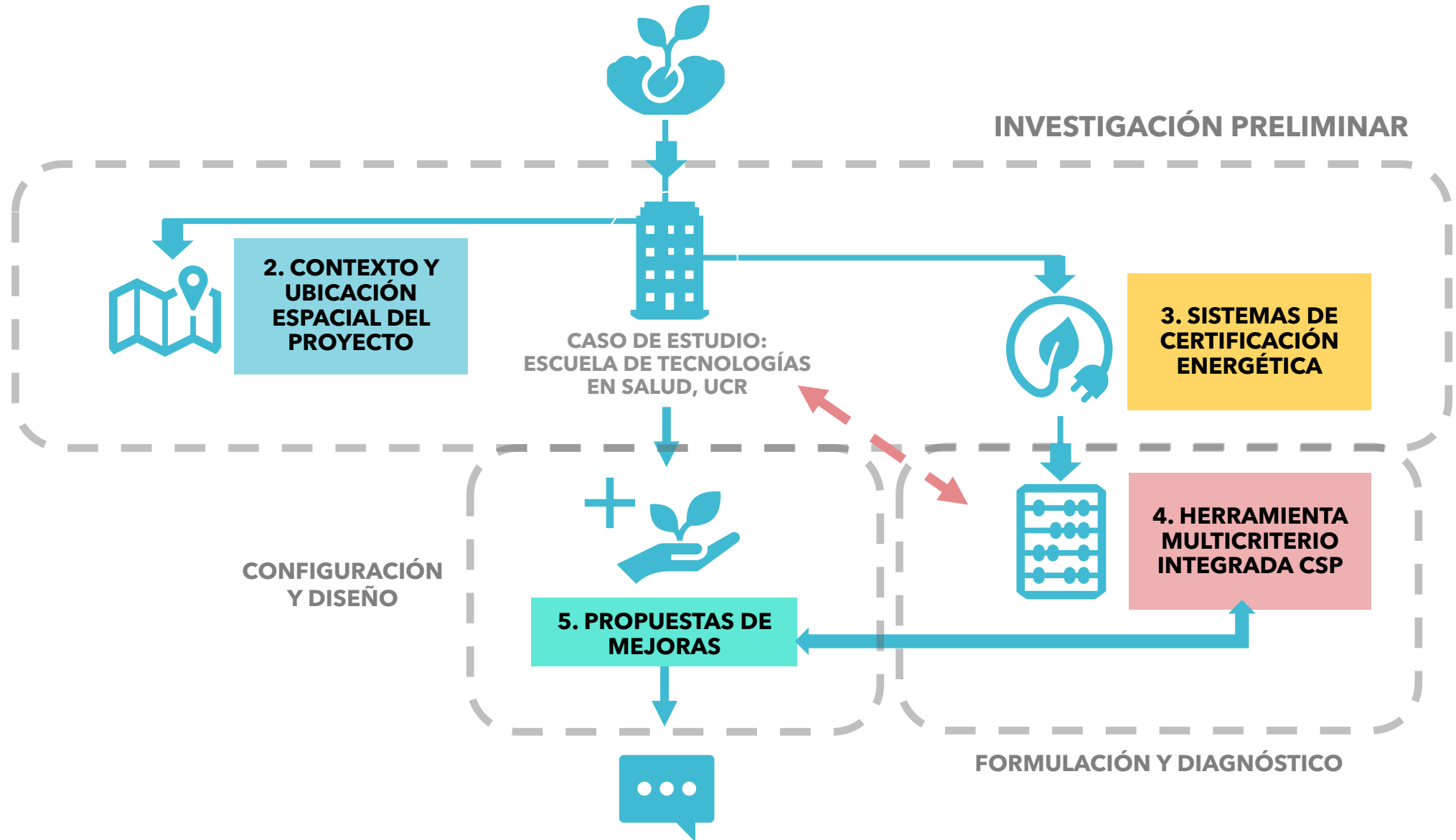
Sistema de
Estudios de Posgrado



SISTEMA MULTICRITERIO CON ESTRATEGIAS DE DISEÑO SOSTENIBLES APLICADO A UN EDIFICIO PARA ENSEÑANZA DE TECNOLOGÍAS EN SALUD

ESQUEMA DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

1. INTRODUCCIÓN



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



1

INTRODUCCIÓN



JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

- Construcción responsable
- Estandarización de criterios
- Evaluación de inmobiliarios
- Crecimiento de negocios

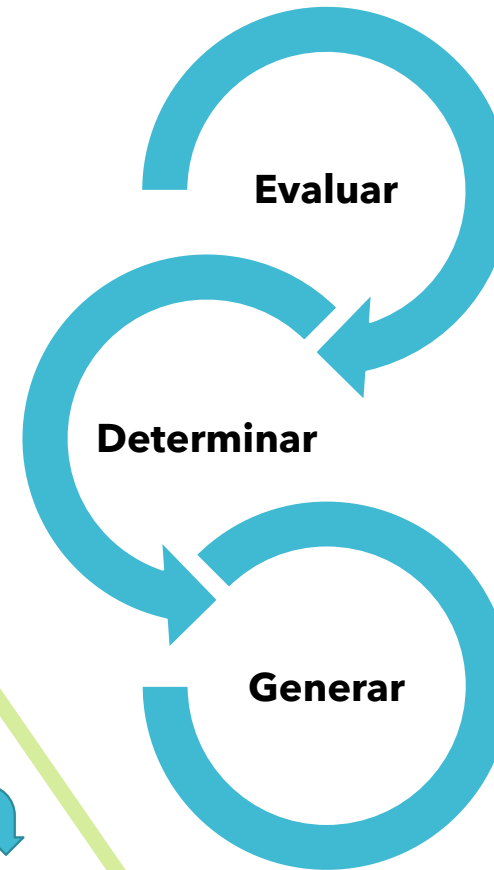
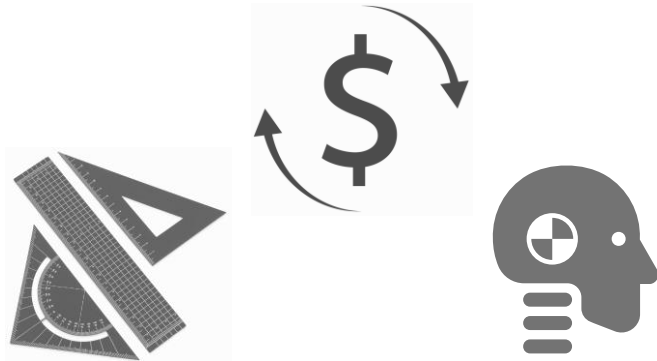
OBJETIVO GENERAL

Evaluar mediante una herramienta de toma de decisiones los tres aspectos de la sostenibilidad aplicado a un caso de estudio para determinar el grado de sostenibilidad del proyecto y generar propuestas de mejora.



LIMITACIONES

- Base de datos regional
- Variaciones económicas del costo de materiales
- Herramienta con software limitado



Caso de estudio



Clasificación de la Sostenibilidad del Proyecto



Herramienta CSP



Proyecto mejorado



ALCANCE

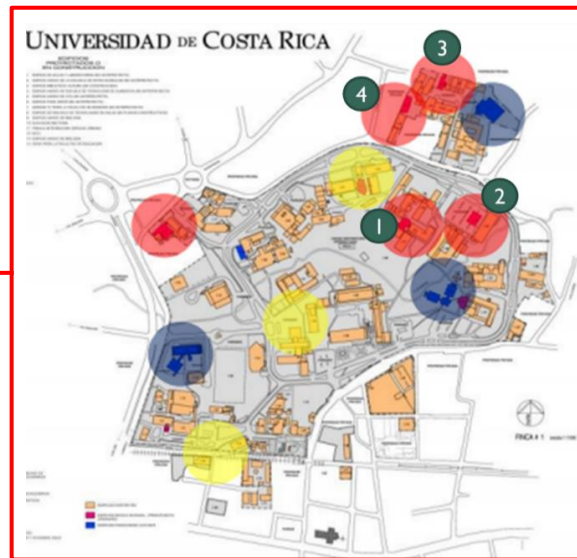




2

CONTEXTO Y UBICACIÓN ESPACIAL DEL CASO DE ESTUDIO

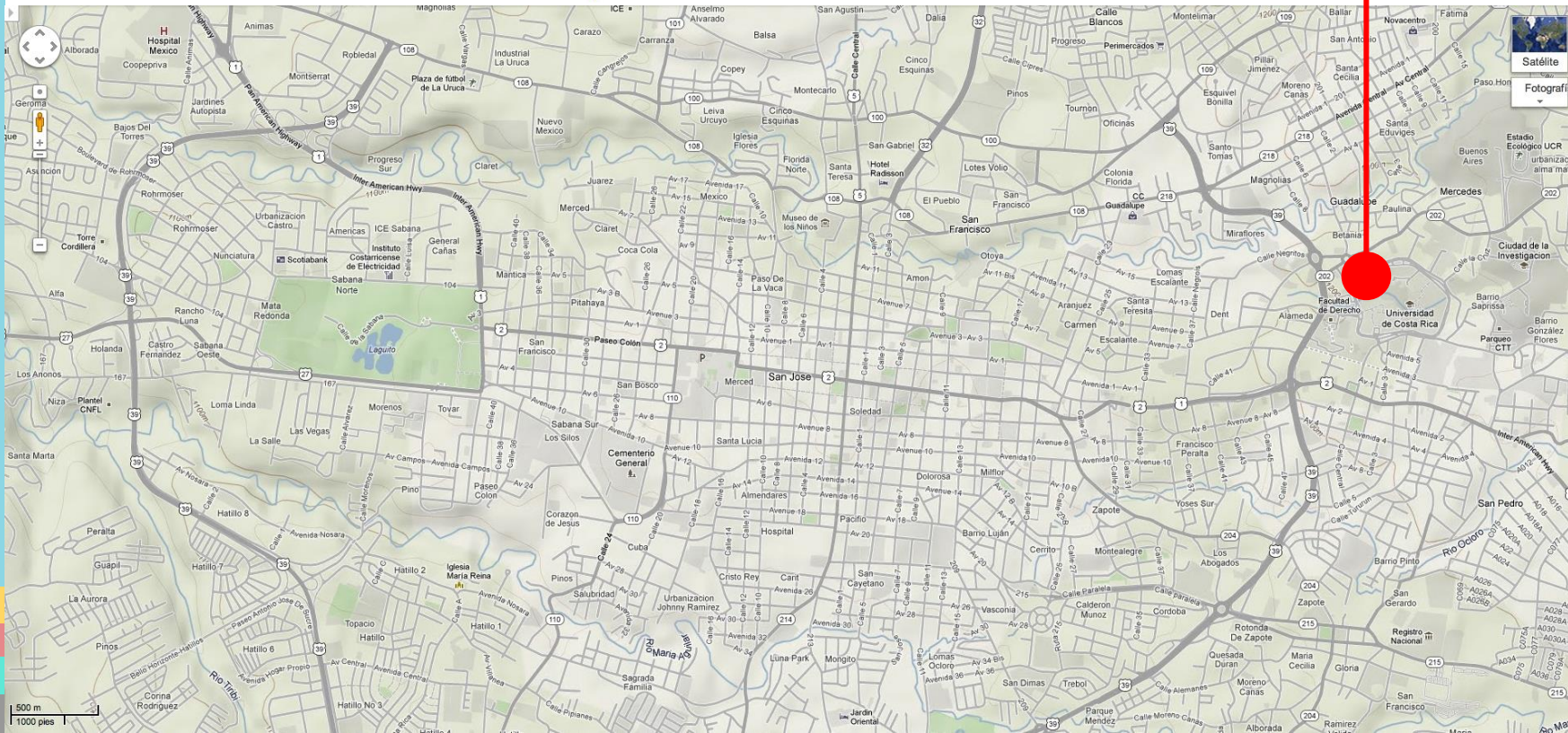
CASO DE ESTUDIO



CONTEXTO GENERAL

La **Ciudad Universitaria Rodrigo Facio** de la UCR es el recinto universitario más grande de Costa Rica.

Se ubica en el distrito San Pedro del cantón de Montes de Oca, provincia de San José.



- 31,5 hectáreas
- 200 000 m² construidos.
- Para aprovechar el espacio disponible, **se ha acentuado el crecimiento "vertical"**.
- **Óptima accesibilidad.**
- **Entorno urbano denso y desarrollado** (comercial y residencial).



CASO DE ESTUDIO

- Financiado por el Banco Mundial
- Construcción prevista para el 2013 - 2014
- La escuela estuvo ubicada originalmente en una edificación de dos niveles



ESCUELA DE TECNOLOGÍAS DE LA SALUD

DISEÑO Arq. Alfonso Leandro C.
junto con OEPI.

CONSTRUCCIÓN 2017 - 2018

CONSTRUCTORA Navarro y Avilés

ÁREA TOTAL 3 000 m²

COSTO FINAL \$3,080,000
aprox. \$1,027/ m²

USUARIOS

- ✓ Estudiantes
- ✓ Personal administrativo y docentes
- ✓ Visitantes (pacientes)



- Presupuesto original:
\$2, 900, 000
- Costo final:
+ \$180, 000 (6.2 % más)



CONFIGURACIÓN ESPACIAL



Acceso hacia sala de terapias



Plaza central



Vano central

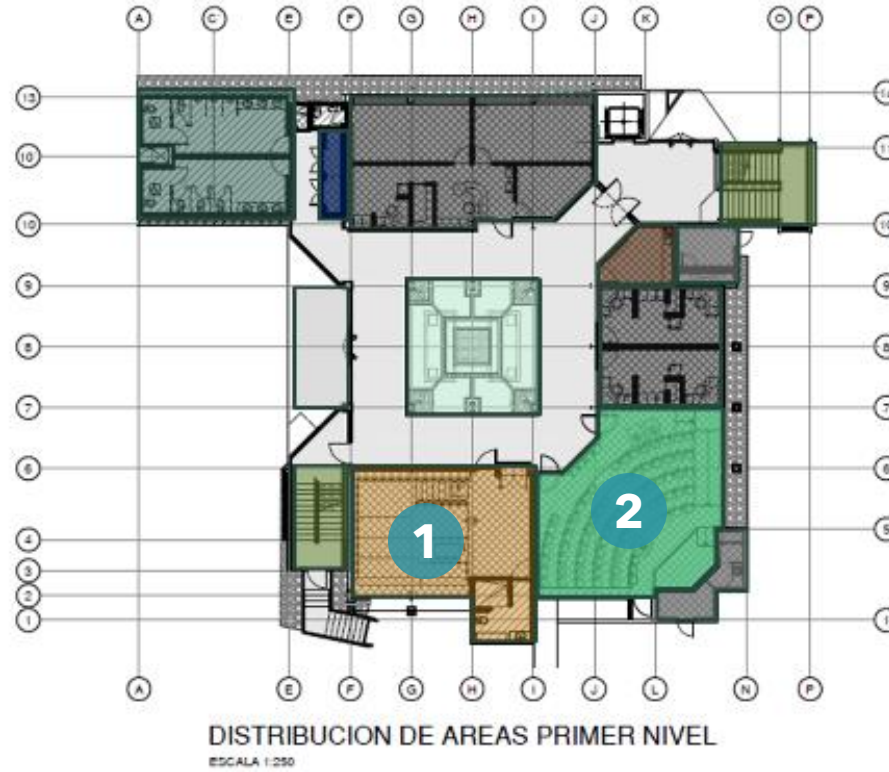
ANÁLISIS ESPACIAL

- Áreas verdes con zacate dulce y vegetación
- Acceso principal peatonal al edificio
- Acceso para vehículos especiales directo de la vía pública
- Jardín interno
- Aceras externas del edificio
- Aceras internas
- Nuevo edificio
- Limite del proyecto
- - - Conexiones peatonales con el entorno

Escuela de Tecnologías en Salud Áreas por nivel

Nivel 1	675 m ²
Nivel 2	640 m ²
Nivel 3	640 m ²
Nivel 4	640 m ²
Nivel 5	405 m ²
Área total	3,000 m²

ANÁLISIS ESPACIAL



Primer NIVEL

- ✓ Áreas administrativas, secretarías
- ✓ Expendio de alimentos tipo merienda
- ✓ Auditorio para 78 personas.
- ✓ Una sala de hidroterapia, que contará con su respectivo tanque de hidroterapia
- ✓ Acceso posterior por el cual se dará la conexión hacia la sala de terapia existente por conservar








HALLAZGOS

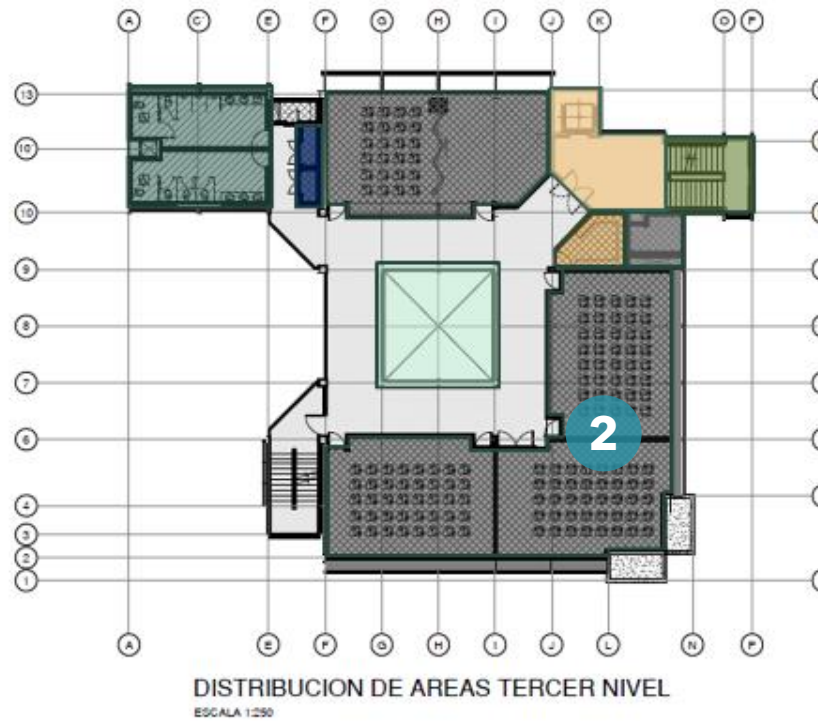
- La **morfología** de la planta arquitectónica es **similar** en sus cinco niveles, con la diferencia que en el quinto nivel, se proyectaron áreas de bodegas y varios espacios vacíos para una futura expansión.
- En su fachada noroeste, se utilizó un **vidrio laminado** de 13.5 mm **inclinado** a 10° para reducir reflexión directa, prevenir el choque de aves y amortiguar parte de la contaminación acústica.

ANÁLISIS ESPACIAL






Segundo NIVEL

-  ✓ Este nivel albergará departamentos y direcciones de las distintas carreras
-  ✓ Sala de sesiones
-  ✓ Archivo administrativo,
-  ✓ Comedor administrativo
-  ✓ Sala de cómputo con capacidad para 18 personas.



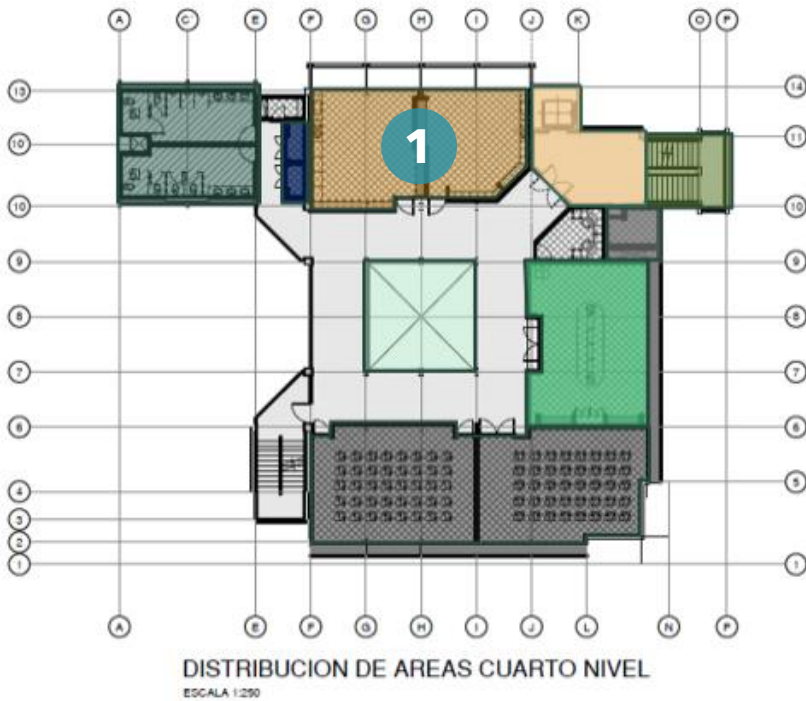
Tercer NIVEL

-  ✓ Este nivel contará con 3 aulas tipo magistral con capacidad para 40 personas cada uno
-  ✓ 2 espacios tipo taller con capacidad para 24 personas cada uno aproximadamente
-  ✓ Una bodega para materiales y equipos





VISTAS

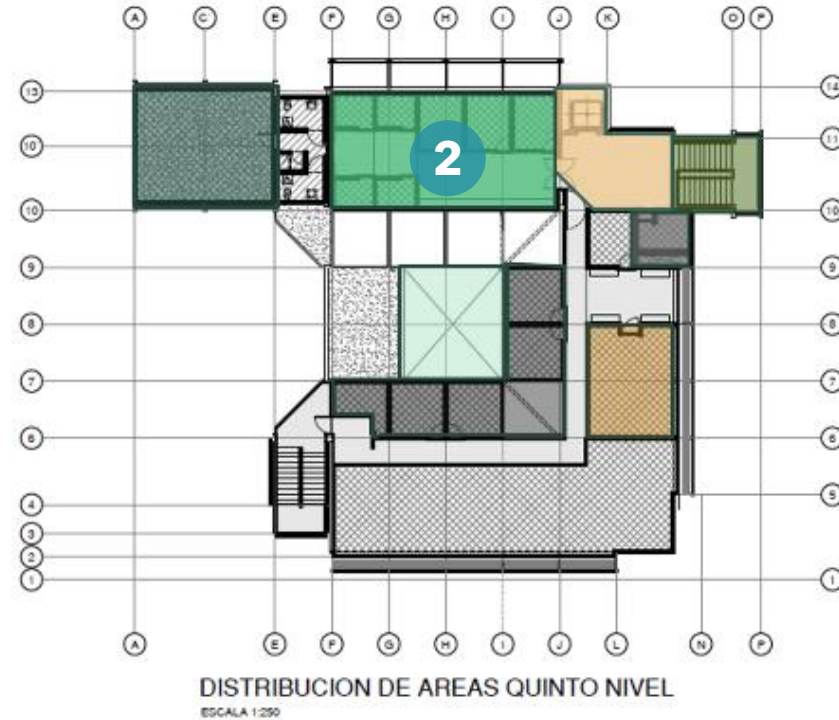


ANÁLISIS ESPACIAL






Cuarto NIVEL

-  ✓ Este nivel contará con 2 aulas tipo magistral con capacidad para 40 personas
-  ✓ Un laboratorio de salud ambiental con capacidad para 10 personas
-  ✓ 2 laboratorios de emergencias médicas con capacidad para 14 personas
-  ✓ Una oficina para 2 asistentes de laboratorios



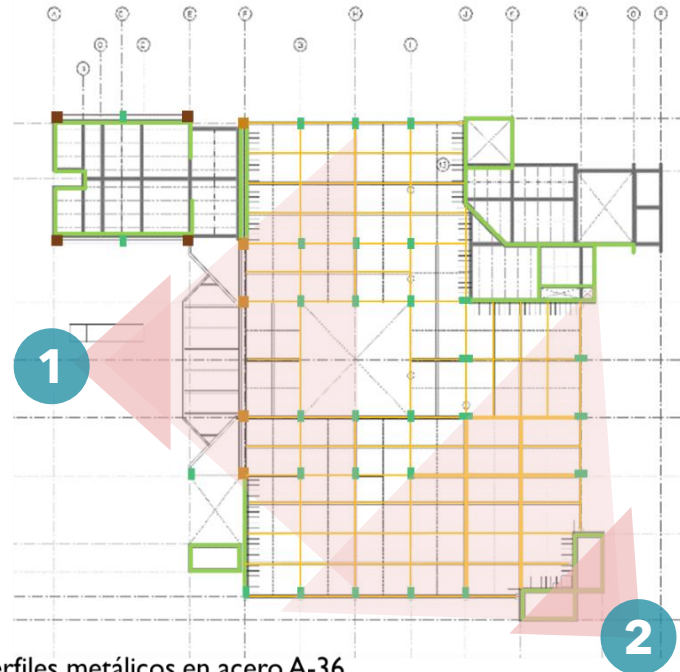
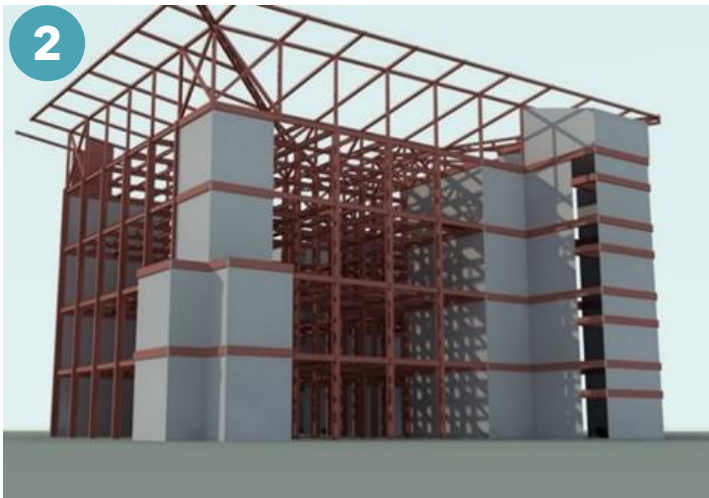
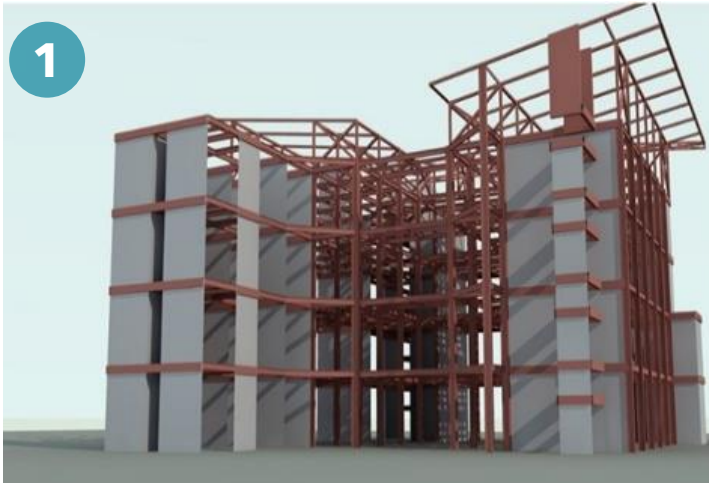
Quinto NIVEL

-  ✓ Este nivel estará destinado mayormente a áreas de bodegas y archivos
-  ✓ 7 cubículos para profesores
-  ✓ Un espacio que se dedicará a las Asociaciones de Estudiantes

VISTAS



CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL



- ✓ Perfiles metálicos en acero A-36
- ✓ Muros estructurales de concreto reforzado

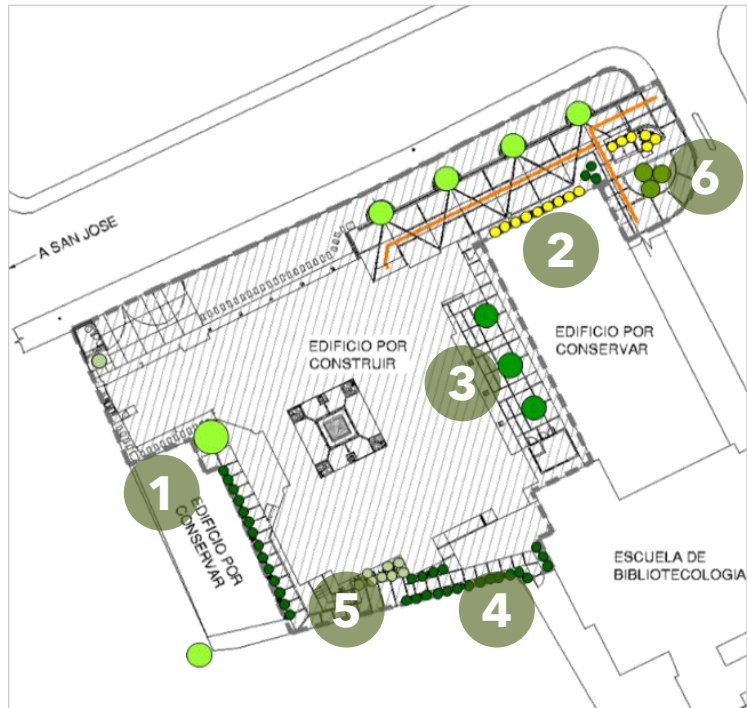


HALLAZGOS

- Sistema constructivo mixto, con **perfiles metálicos en acero A-36** y **muros estructurales de concreto** reforzado, con cerramientos livianos de tableros de cemento y ventanería de aluminio y vidrio.
- El edificio cumple con los parámetros de diseño que establece el Código Sísmico de Costa Rica, por lo cual **no se modificará el diseño estructural**. Para efectos de esta investigación, la propuesta se centrará en la redistribución espacial.



VEGETACIÓN CONSIDERADA EN EL PROYECTO PROPUESTO POR OEPI



- Árbol muy popular en CR, especial para plazas, sirve para dar sombra y barrera visual
- Arbusto, de 90 cm a 100 cm, si requiere riego intenso en verano
- Árbol de poco tamaño, especial para aceras
- Hierba. Poco mantenimiento, poco riego, barrera visual y acústica.
- No requiere mucho riego solo humedad ambiental
- No endémica, resiste bien la sequia

	Nombre común	Nombre Científico	Tipo	Cantidad (Unidades)
1	Árbol de "Vainillo	<i>Tecoma Stants Bignoniaceae</i>	Nativa	4
2	Camarón amarillo	<i>Pachystachys Lutena Nees</i>	Nativa	16
3	Casco de venado	<i>Bahuinia Pauletia</i>	Exótica	4
4	Vetiver Grass	<i>Chrysopogon Zizaniodes</i>	Exótica	46
5	Monstera deliciosa	<i>Philodendron Pertusum</i>	Nativa	9
6	Palmeras "Fenix	<i>Phoenix Roebelenii</i>	Exótica	4

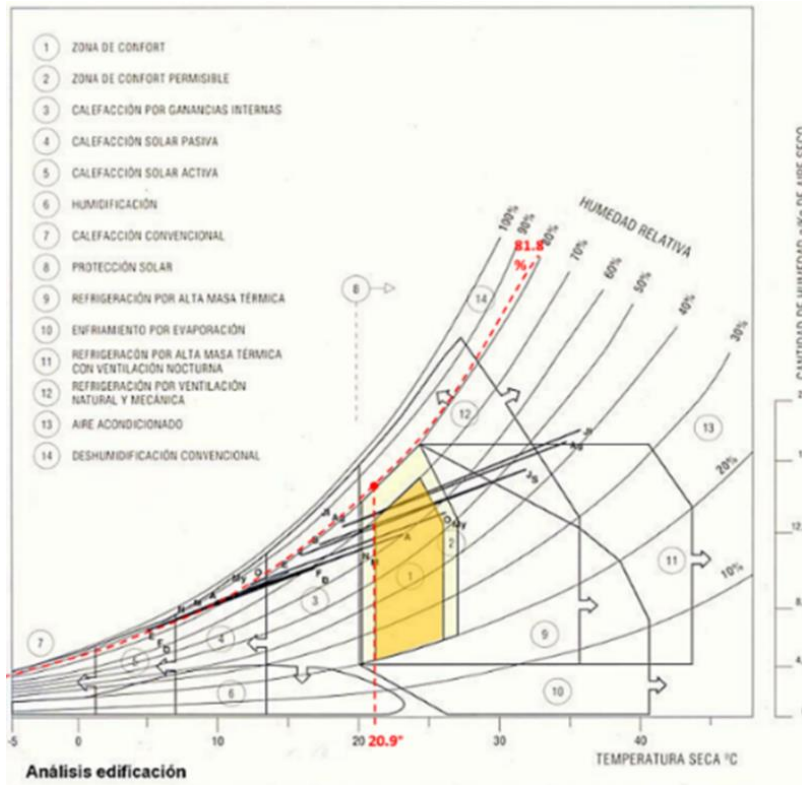
HALLAZGOS



- El 50 % de la especies contempladas son nativas y la vegetación exótica no es invasiva.
- Las áreas verdes del proyecto requieren poco esfuerzo para su mantenimiento.

ANÁLISIS CLIMÁTICO

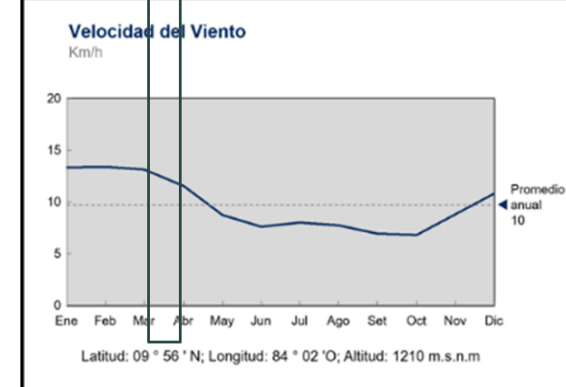
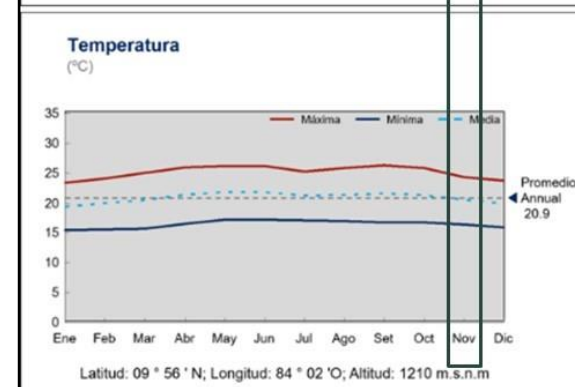
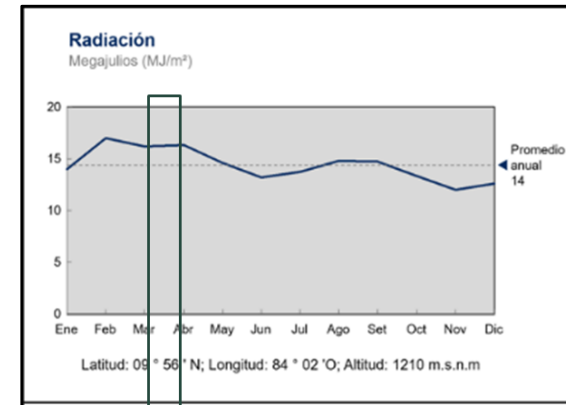
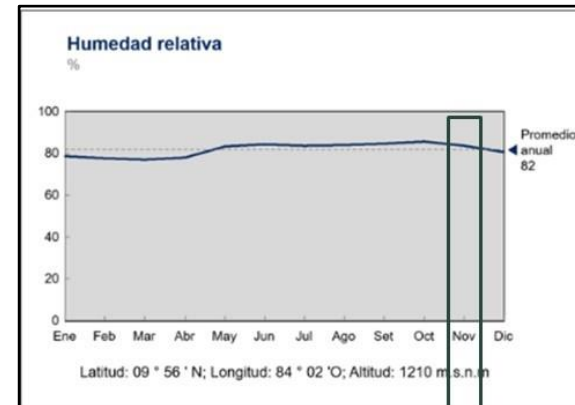
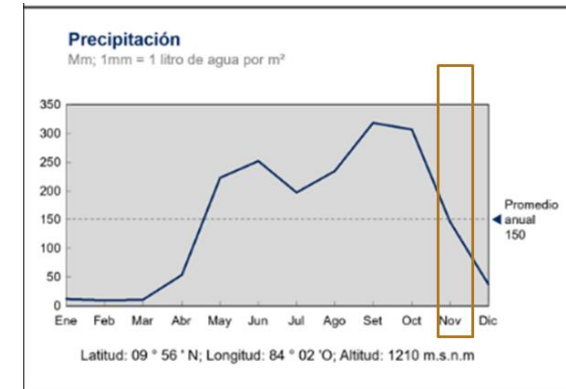
Temperatura (C°)											
Temperatura media											
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
19.4	19.9	20.5	21.3	21.8	21.8	21.2	21.4	21.6	21.3	20.5	19.9



Según el diagrama de Givoni, el proyecto se encuentra en la zona 12.

La recomendación para mantener el confort térmico es la **refrigeración por medio de ventilación natural y mecánica**.

Septiembre y octubre son los meses de mayor **temperatura** y de mayor nivel de **precipitaciones**. Estos dos factores se ven también afectados por un aumento en la **humedad relativa**, ya que alcanza hasta un 86%.





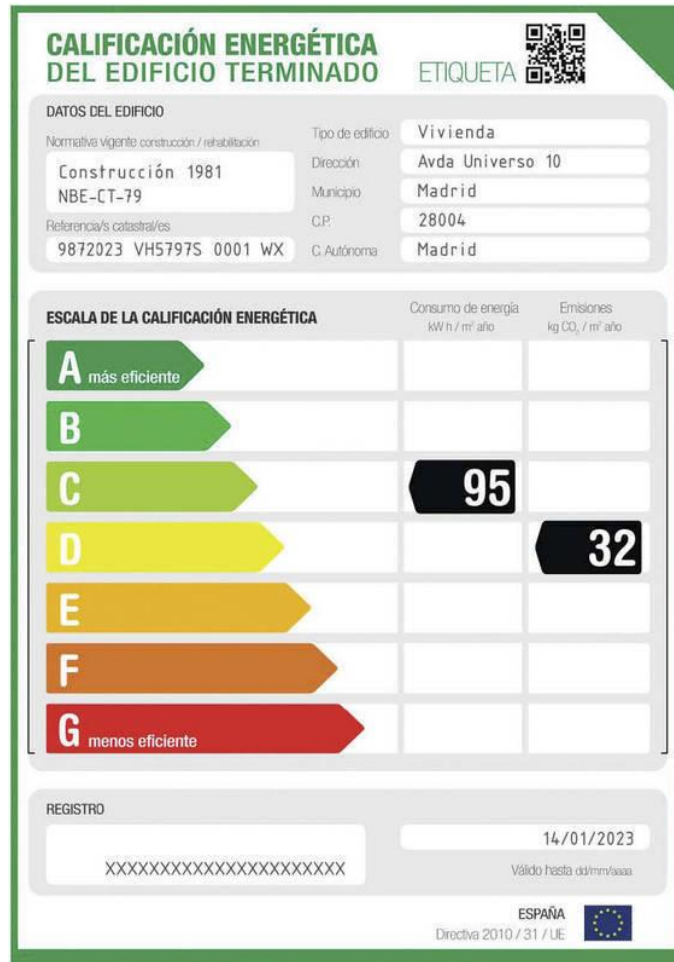
3

**SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN
ENERGÉTICA**

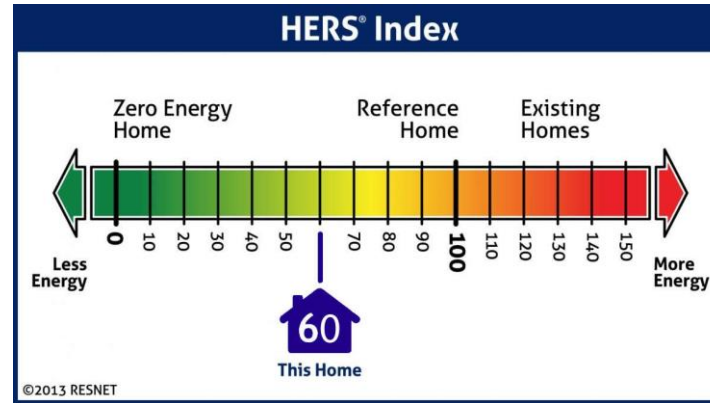
CERTIFICADOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA A NIVEL INTERNACIONAL

Un certificado energético incluye información objetiva sobre las características energéticas de un inmueble, el objetivo principal es gestionar y promover la construcción responsable.

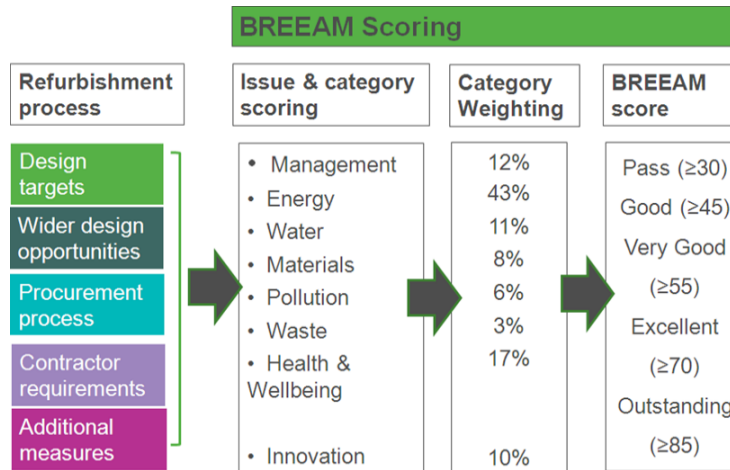
Calificación Energética de Edificios - España



Home Energy Rating System (HERS) - Estados Unidos



Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) - Reino Unido y Europa



Sistema DGNB - Alemania

Total-Performance Index	Minimum Performance Index	Awards	DGNB
from 35 %	— %	Bronze*	DGNB
from 50 %	35 %	Silver	DGNB
from 65 %	50 %	Gold	DGNB
from 80 %	65 %	Platinum	DGNB

* This award is valid only for existing buildings

Certificación Green Globes - Canadá y Estados Unidos

> GREEN GLOBES RATINGS

Once an assessment is verified by a third party, properties achieving a score of 35% or more receive a Green Globes rating based on the percentage of total points (up to 1000) achieved.

85-100% (FOUR GREEN GLOBES)

Demonstrates national leadership and excellence in the practice of water, energy and environmental efficiency to reduce environmental impacts.



70-84% (THREE GREEN GLOBES)

Demonstrates leadership in applying the best practices regarding energy, water, and environmental efficiency.



55-69% (TWO GREEN GLOBES)

Demonstrates excellent progress in achieving reduction of environmental impacts and use of environmental efficiency practices.



35-54% (ONE GREEN GLOBES)

Demonstrates a commitment to environmental efficiency practices



DOCUMENTACIÓN EN COSTA RICA SOBRE TEMÁTICAS AMBIENTALES

Ley N° 7554 Orgánica del Ambiente

- 1995. Se establecen los principios ambientales y se crea la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA)

Ley N° 7447 Regulación del Uso Racional de la Energía

- 1994. Se establecen mecanismos para alcanzar el uso eficiente de energía. Se procura la mejora en la fabricación e importación de equipos que sean eficientes energéticamente

VII Plan Nacional de Energía 2015 - 2030

- Usar eficiente y racionalmente la energía
- Mitigar responsablemente el crecimiento de la demanda y emisión de gases
- Modernizar y renovar equipos (más eficientes y bajos en emisiones de CO₂)
- Implementar una estrategia de ahorro y uso eficiente de la energía

Plan GAM 2013 - 2030

- Menor huella ecológica
- Equilibrio natural, agro productivo y urbanizado
- Valoración del paisaje turístico

Estrategia Nacional de Cambio Climática (ENCC)

- Incentivar el diseño bioclimático, reducir la intensidad de carbono de los materiales de construcción, producir más diseños modulares para la reducción de desechos constructivos

Norma INTE C170:2014: RESET - Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico

- Creada por el Instituto de Arquitectura Tropical (IAT), con el fin de ampliar los requisitos de sostenibilidad en las edificaciones priorizando la capacidad del diseño y el potencial de sostenibilidad.

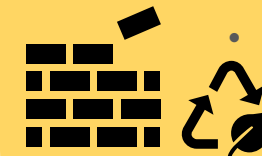
CONSIDERACIONES



- Uso eficiente de la energía



- Uso eficiente del agua



- Reducción de la huella de carbono



- Calidad espacial



- Costo / beneficio



CERTIFICADOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN COSTA RICA

El consejo de construcción verde de Costa Rica (GBC-CR) es una organización que apoya la construcción sostenible y que pertenece a World Green Building Council. En Costa Rica se pueden utilizar certificaciones como LEED y EDGE.



REQUISITOS PARA EDIFICIOS SOSTENIBLES EN EL TROPICO



CONSIDERACIONES

- Existen proyectos que trabajan bajo los estándares de la construcción sostenible, sin embargo **no se cuenta con un sistema de certificación propio** que valide dicha condición.
- Se cuentan para el 2019 con al menos **55 acreditados en LEED y 53 en EDGE.**
- Costa Rica cuenta con la norma RESET, respaldada con al menos **60 profesionales** acreditados para el 2019.



CERTIFICADOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN COSTA RICA - LEED

Evalúa los proyectos siguiendo un proceso de asignación de **puntaje** según desempeño para diversas medidas.



 Sitios sostenibles (24 puntos)

 Eficiencia del uso del Agua (11 puntos)

 Energía y atmósfera (33 puntos)

 Materiales y recursos (13 puntos)

 Calidad ambiental Interior (19 puntos)

 Innovación en el diseño (6 puntos)



**LEED
CERTIFIED**

40 - 49
PUNTOS



**LEED
SILVER**

50-59
PUNTOS



**LEED
GOLD**

60-79
PUNTOS



**LEED
PLATINUM**

80+ PUNTOS



LEED Gold **Centro Corporativo el Tobogán**

OPB Arquitectos.
-40% costos energéticos
-35% reducción de emisiones CO2
-35% en consumo hídrico

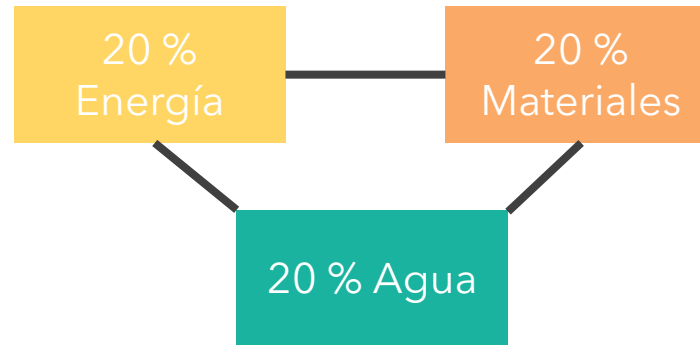


LEED Platino
Banco de Costa Rica
Constructora Navarro y Avilés
Nicoya, Guanacaste.



CERTIFICADOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN COSTA RICA - EDGE

Certifica proyectos, tanto en **fase de diseño** como de **post construcción**, en seis tipologías (residencias, hoteles, hospitales, comercio, oficinas y educativa). Se certifican nuevas construcciones y proyectos existentes o remodelaciones. **Los proyectos se certifican a partir de una autoevaluación** realizada en la plataforma EDGE por el cliente o un consultor.



CONSIDERACIONES

- La Corporación Financiera Internacional (IFC) del Banco Mundial crea un sistema de certificación de construcción sustentable a nivel internacional, llamado EDGE.
- Enlace a EDGE App: <https://app.edgebuildings.com/project/homes>

Edge Excellence In Design For Greater Efficiencies

IFC International Finance Corporation
Creating Markets, Creating Opportunities

RESULTS

Final Energy Use	14,717.23 kWh/Month	Operational CO ₂ Savings	0.00 tCO ₂ /Year	Base Case Utility Cost	2,775,051.52 CRC/Month	Incremental Cost	777,729.27 CRC
Final Water Use	390.91 m ³ /Month	Embodied Energy Savings	499.71 MJ/m ²	Utility Costs Reduction	54,750.39 CRC/Month	Payback in Years	1.10 Yrs.

Save | Dashboard | Version 2.1.4

Design | Energy: 17.51% | Water: 8.18% | Materials: 14.82%

Project Details

Project Name*	Escuela de Tecnologías en salud
Number of Distinct Buildings*	1
Number of EDGE Subproject(s) associated	1
Total Project Floor Area	3,000 m ²
Project Owner Name*	
Project Owner Email*	
Project Owner Phone*	

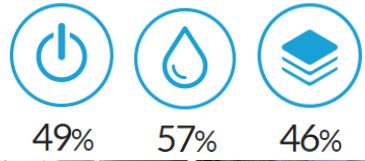
Address Line1: Sede Rodrigo Facio
Address Line2:
City: San Jose
State/ Province:
Postal Code:
Country: Costa Rica
Project Number: 1000293491

Upload project-level documents.
Download project audit documents.

Register Project

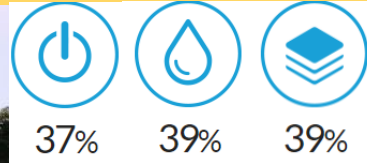
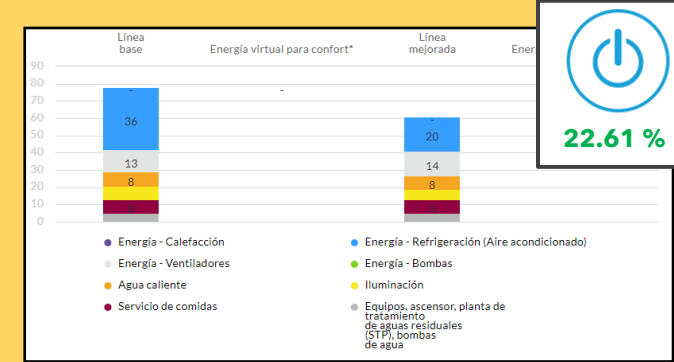
No image uploaded



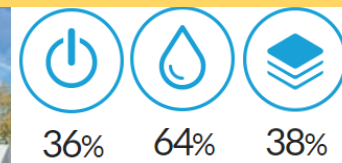
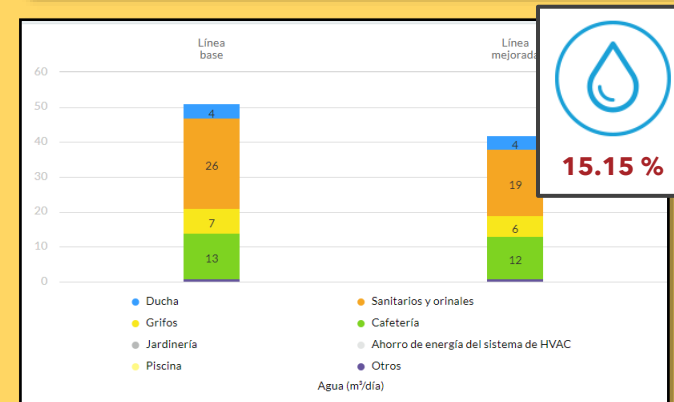


Centro de Convenciones de Costa Rica

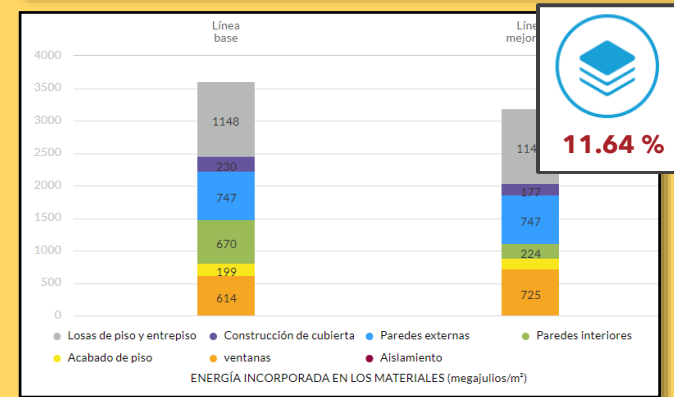
RESULTADOS DE EDGE PARA EL CASO DE ESTUDIO:

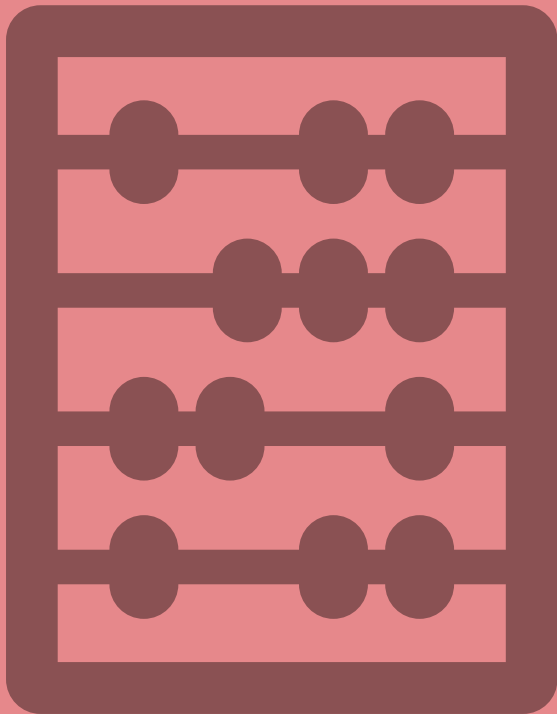


Sede de EBAIS de La Ribera de Belén



Tribunales de Justicia de Jicaral

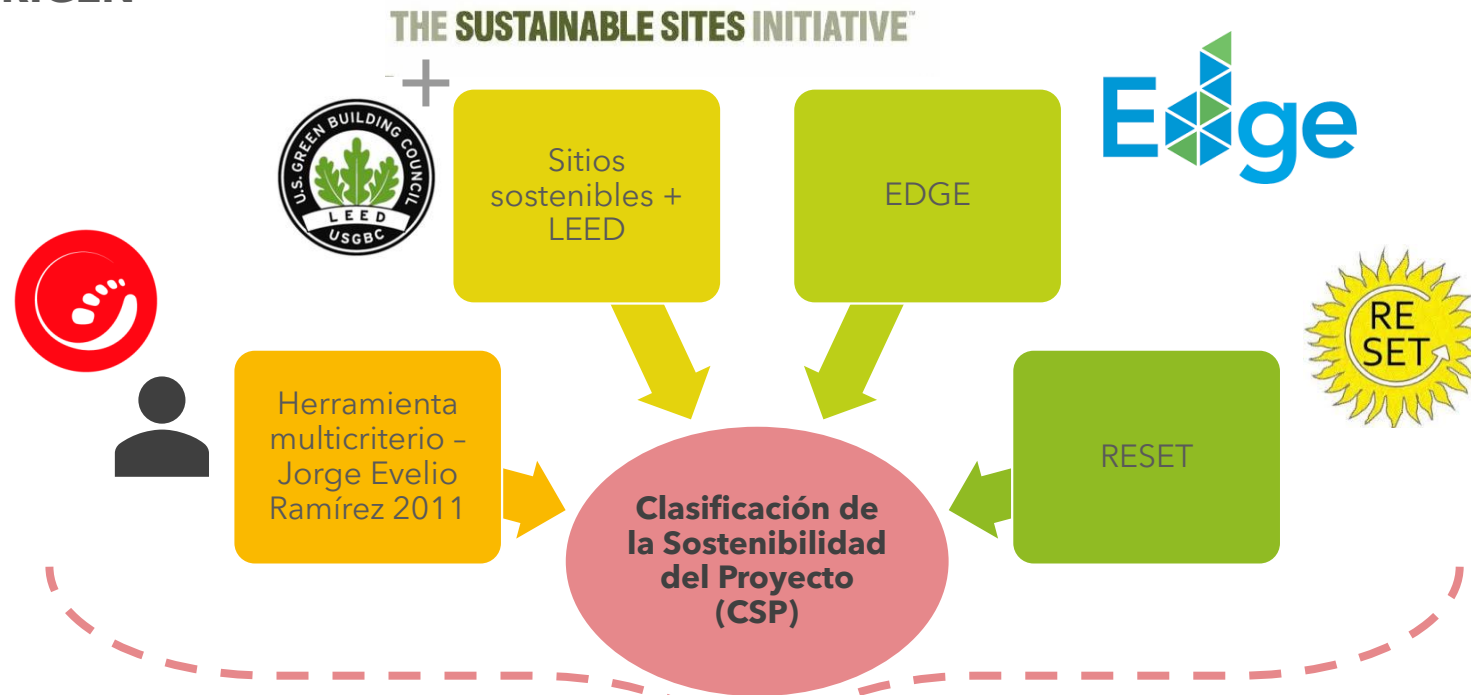




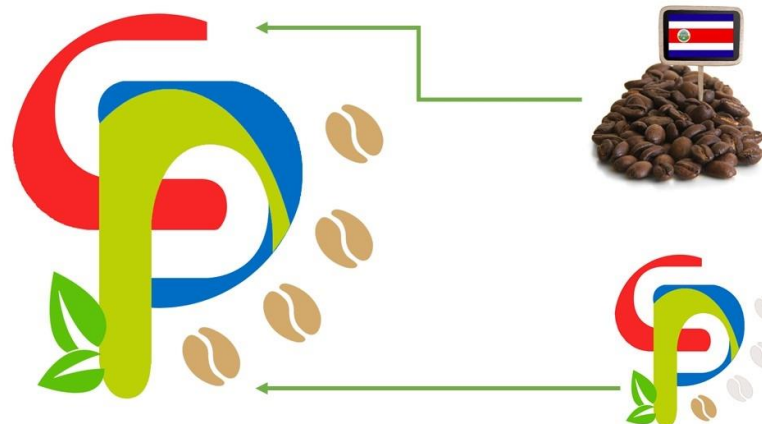
4

HERRAMIENTA CSP

CSP - ORIGEN



Clasificación de la Sostenibilidad del Proyecto



Colores alusivos a la bandera de Costa Rica y el puntaje en forma de grano de café.

Cada grano de café será asignado dependiendo del puntaje:

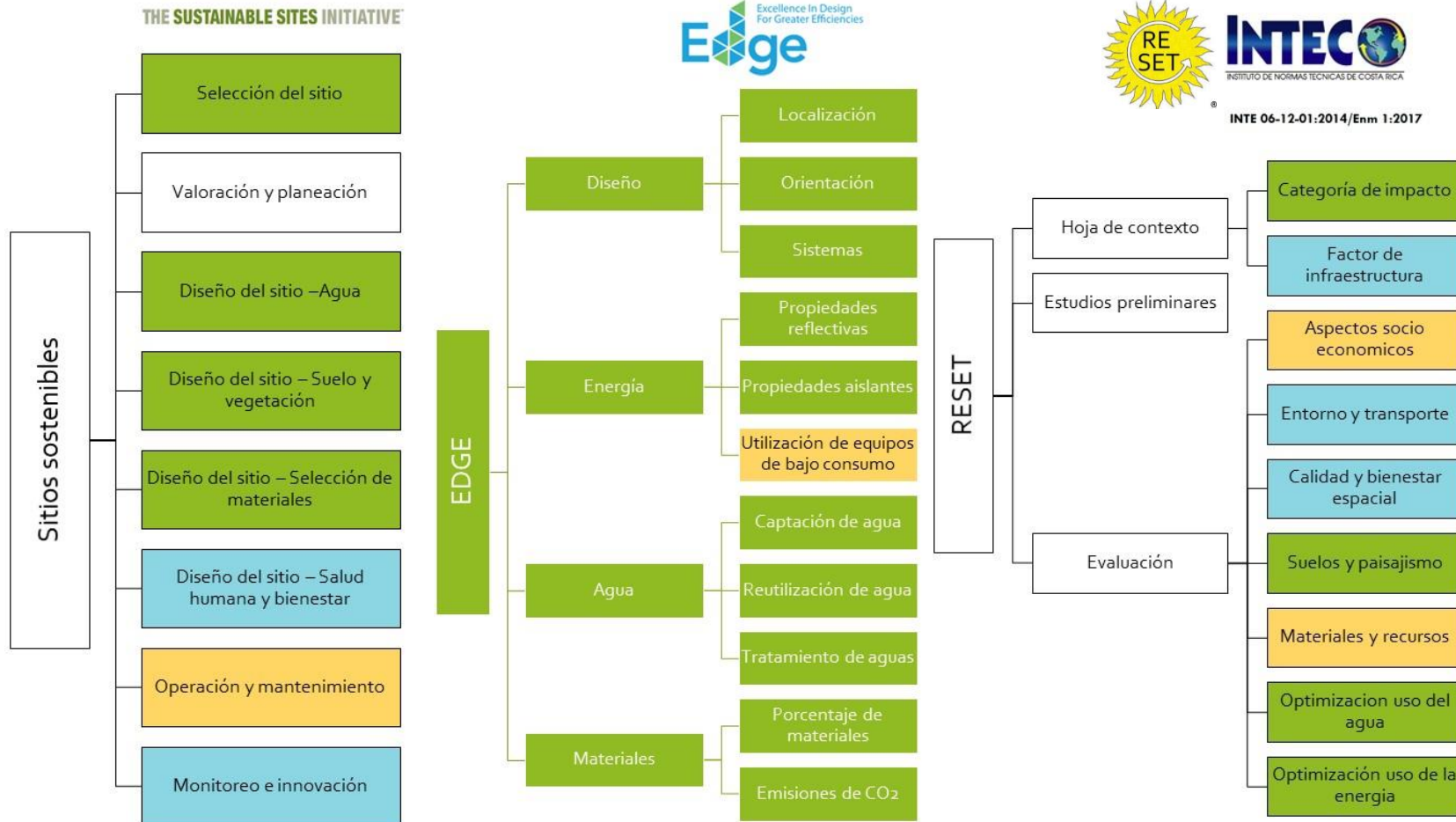
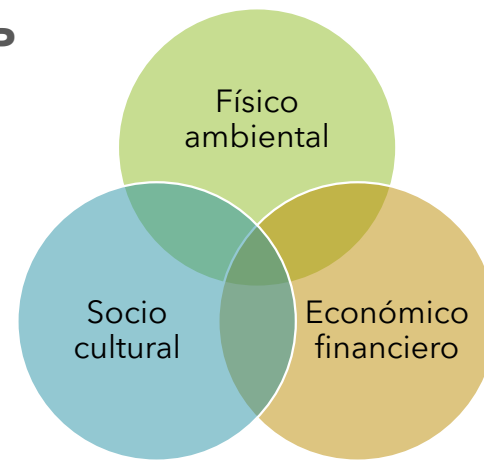
- 1 grano = 60 % - 69 %
- 2 granos = 70 % - 75 %
- 3 granos = 76 % - 85 %
- 4 granos = 85 % - 100 %

HALLAZGOS

- La herramienta CSP es el resultado de la **compilación y adaptación** de documentación referente a la sostenibilidad de los proyectos.
- La iniciativa de **Sitios sostenibles** es considerada como un **LEED** paisajista.

ADAPTACIÓN DE LOS CRITERIOS A LA HERRAMIENTA CSP

La herramienta CSP **evalúa la sostenibilidad de un proyecto** a través del estudio de tres aspectos; físico ambiental, socio cultural y económico financiero.



HALLAZGOS

Ambiental



Social



Financiero

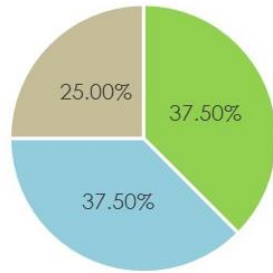


HERRAMIENTA CSP - PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN



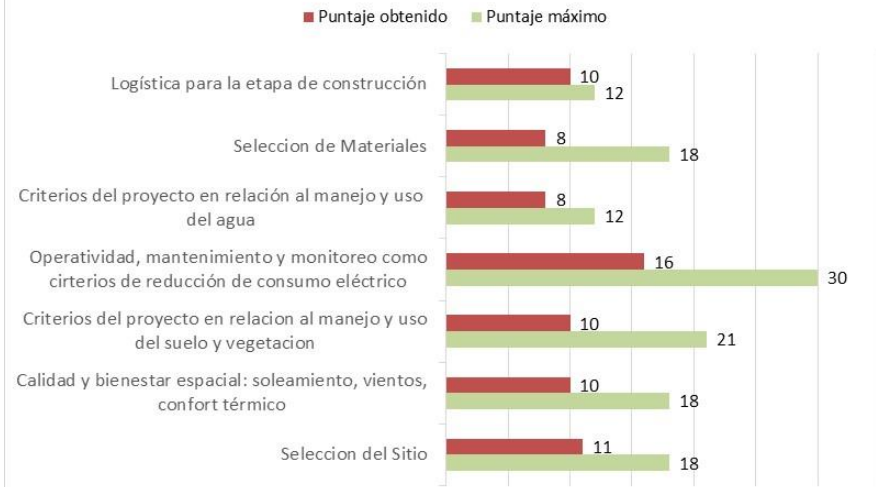
RESULTADOS CSP - ASPECTO FÍSICO AMBIENTAL

- En este caso de estudio se le asignó un 25 % al aspecto económico financiero y un 37.50 % a los aspectos físico ambiental y socio cultural.

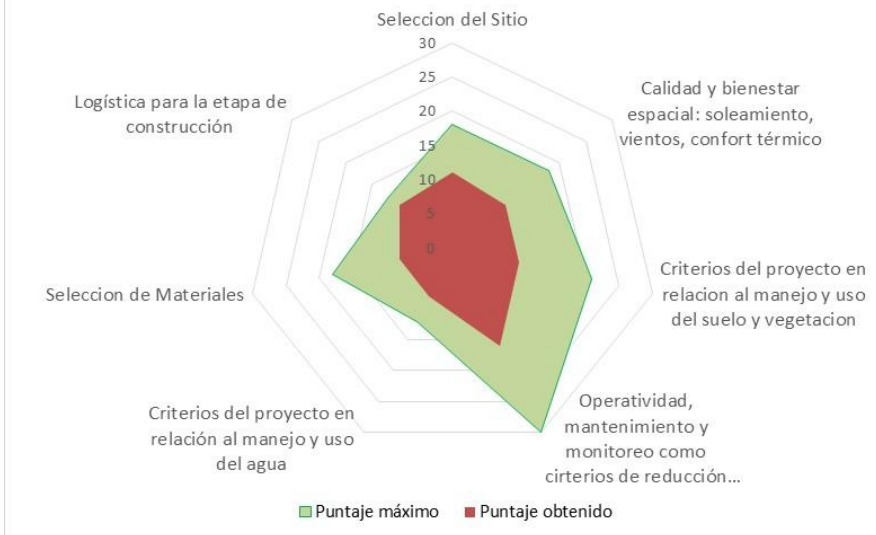


■ Físico ambiental ■ Socio cultural ■ Económico financiero

Puntaje máximo vs puntaje obtenido



Puntaje máximo vs puntaje obtenido - Aspecto Físico Ambiental



HALLAZGOS



- Es el aspecto de la sostenibilidad que evalúan más temáticas.



MEJORAS:

- Evaluar y darle tratamiento a la fachada más crítica del proyecto.



RESULTADOS CSP - ASPECTO FÍSICO AMBIENTAL - PUNTAJES EXTRAS



Puntaje extra: consumo energético

Iluminación exterior

Aire acondicionado

Iluminación interior

Otros equipos



Línea base:
25 KWh/m²



Línea mejorada
(- 20 %):
20 KWh/m²



3

13.22
kWh/m²

Puntos extra



Puntaje extra: consumo de agua

Agua potable

Hidroterapia

Agua de lluvia para S.S

Otros equipos



Línea base:
1,800 m³
mensuales o
menos



Línea mejorada
(- 20 %):
1,440 m³
mensuales o
menos

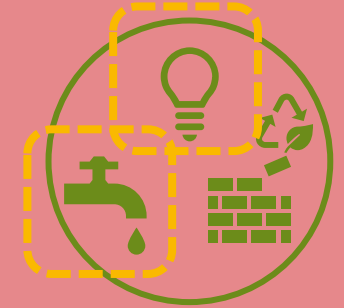


3

1,302.6 m³
mensuales

Puntos extra

HALLAZGOS



- Se utilizan luminarias LED en áreas comunes.
- Se utiliza agua de lluvia para los servicios sanitarios



MEJORAS:

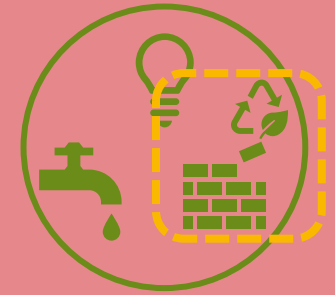
- Implementar espacios para el uso de paneles fotovoltaicos.
- Emplear llaves economizadoras para los servicios sanitarios.

RESULTADOS CSP - ASPECTO FÍSICO AMBIENTAL - PUNTAJES EXTRAS

- Los datos de factor de Huella de Carbono y Energía incorporada se obtuvieron de la base de datos de la **Universidad de Bath**, versión 3.0, 2019 y versión 2.0, 2011, también **Branz CO2NSTRUCT** versión 2019
- Los factores abarcan el ciclo de vida "**Cradle to Gate**"



HALLAZGOS



- Las estructuras de acero, piso vinílico, marcos de aluminio en ventanas y louvers de aluminio representan un alto índice de energía incorporada.



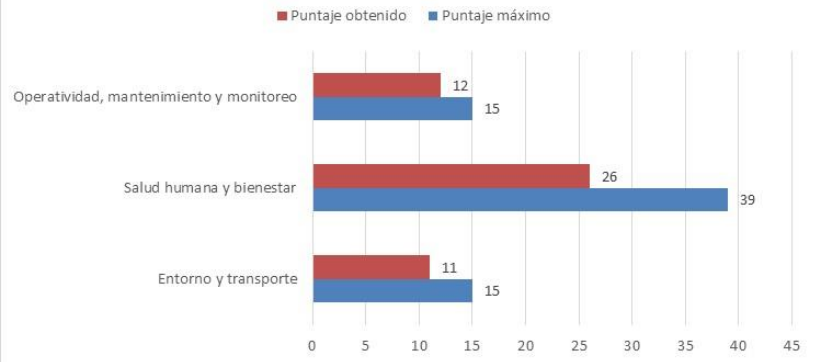
MEJORAS:

- Evaluar y sustituir algunos materiales para reducir las emisiones de CO₂e del proyecto.

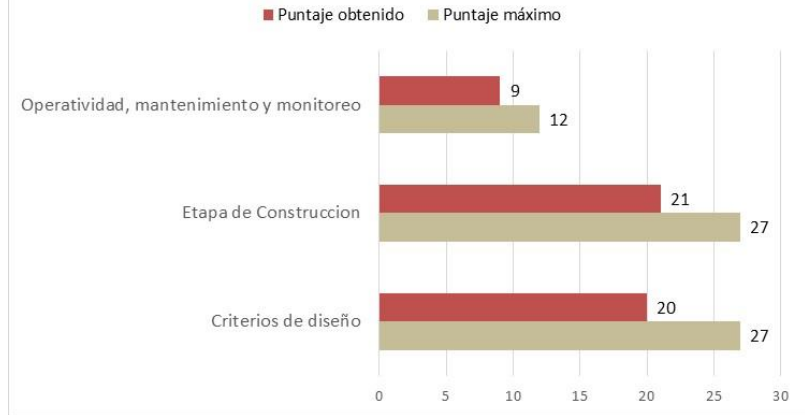
RESULTADOS CSP - ASPECTO SOCIO CULTURAL Y ASPECTO ECONÓMICO FINANCIERO

HALLAZGOS

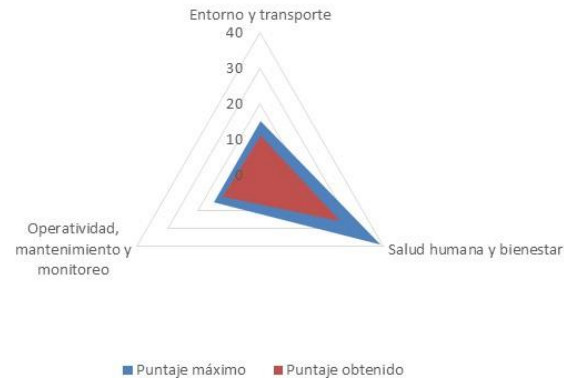
Puntaje máximo vs puntaje obtenido - Aspecto socio cultural



Puntaje máximo vs puntaje obtenido - Aspecto económico financiero



Puntaje máximo vs puntaje obtenido - Aspecto socio cultural



Puntaje máximo vs puntaje obtenido - Aspecto económico financiero



- Los puntajes obtenidos se acercan bastante al puntaje máximo por obtener



MEJORAS:

- Proponer espacios de convivencia estudiantil.
- Evaluar financieramente los incrementos y reducciones con el proyecto mejorado.



RESULTADOS CSP - ASPECTO SOCIO CULTURAL - PUNTAJE EXTRA

- Los datos para estimar si el área de circulación era eficiente se tomaron de la base de datos para **planeación Gensler, 2012**
- **CF:** Factor de circulación
 $\text{área de circulación} / \text{área útil (USF)} = \text{factor de circulación (CF)}$
- **CM:** Multiplicador de circulación
 $\text{área neta (NSF)} / \text{área de circulación} = \text{multiplicador de circulación (CM)}$

CIRCULATION COMPARISON BETWEEN PLAN TYPES			
CASE STUDY #1			
OPEN 0%	ENCLOSED 100%	CIRCULATION 28%	1.39 MULTIPLIER
CASE STUDY #2			
OPEN 33%	ENCLOSED 67%	CIRCULATION 29%	1.41 MULTIPLIER
CASE STUDY #3			
OPEN 80%	ENCLOSED 20%	CIRCULATION 38%	1.61 MULTIPLIER
CASE STUDY #4			
OPEN 100%	ENCLOSED 0%	CIRCULATION 38%	1.62 MULTIPLIER

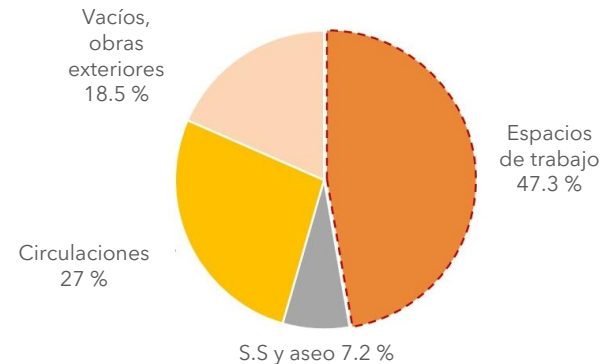
RECOMMENDED RANGES	
CIRCULATION MULTIPLIER (CM)	
1.4 - 1.6 RANGE	1.5 AVERAGE
CIRCULATION FACTOR (CF)	
28 - 38% RANGE	33% AVERAGE



Gensler



Puntaje extra: área y circulación



HALLAZGOS



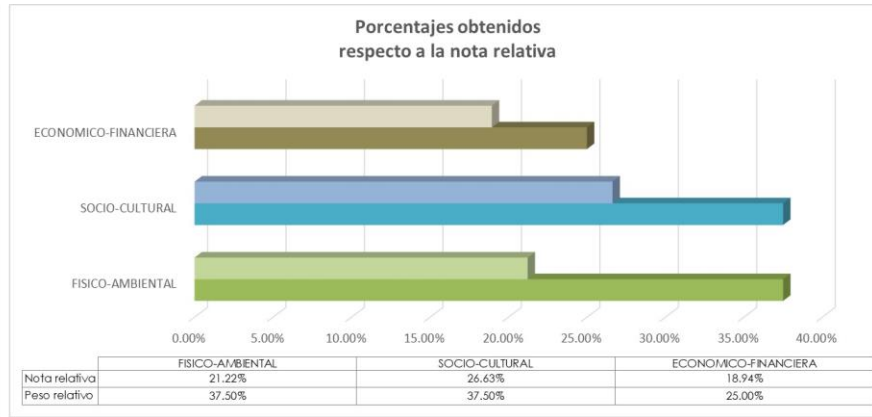
- Configuración del caso de estudio: **0 % abierto, 100 % cerrado**



MEJORAS:

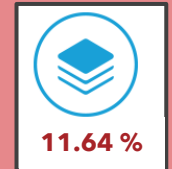
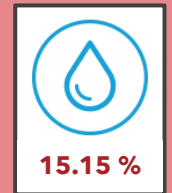
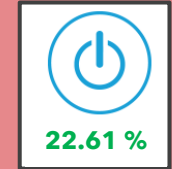
- Inclusión de espacios de integración, para que el área no sea utilizada únicamente como circulación, sino que también dé lugar a la convivencia estudiantil

HERRAMIENTA CSP - RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN CSP CON EL PROYECTO ORIGINAL DE OEPI



CONSIDERACIONES

- Resultados EDGE:



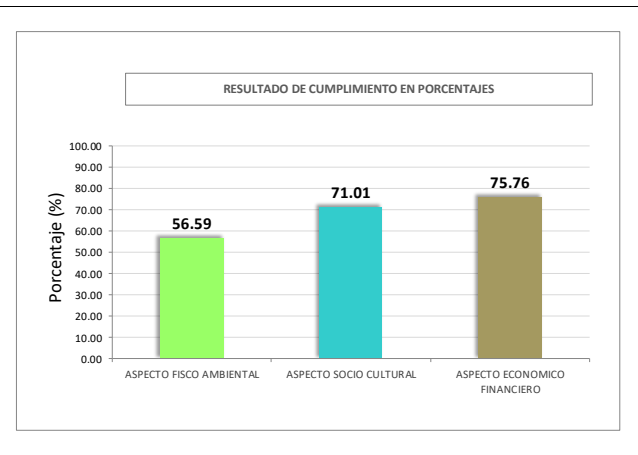
- Resultado CSP:



ASPECTO FISICO AMBIENTAL	CUADRO RESUMEN		Unidad	Resultado
	Total de variables Físico Ambientales	43	variables	56.59%
	Total de puntos alcanzables	129	puntos	
	Total de puntos obtenidos	73	puntos	
	Valor porcentual de cumplimiento	56.59	%	

ASPECTO SOCIO CULTURAL	CUADRO RESUMEN		Unidad	Resultado
	Total de variables Socio Culturales	23	variables	71.01%
	Total de puntos alcanzables	69	puntos	
	Total de puntos obtenidos	49	puntos	
	Valor porcentual de cumplimiento	71.01	%	

ASPECTO ECONOMICO FINANCIERO	CUADRO RESUMEN		Unidad	Resultado
	Total de variables Económico Financieras	22	variables	75.76%
	Total de puntos alcanzables	66	puntos	
	Total de puntos obtenidos	50	puntos	
	Valor porcentual de cumplimiento	75.76	%	



SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO:	71.44%
Rango de 1 % a 59 %, el proyecto no es sostenible, no tiene posibilidades de certificarse	
Rango de 60 % a 69 %, el proyecto es poco sostenible, pocas posibilidades de certificarse	
Rango de 70 % a 75 %, el proyecto es regularmente sostenible, es posible que logre certificarse si mejora algunos aspectos	
Rango de 76 % a 85 %, el proyecto es potencialmente sostenible, puede llegar a obtener algunas certificaciones vigentes	
Rango de 86 % a 100 %, el proyecto tiene altas posibilidades de ser sostenible, además de lograr certificaciones energéticas	



5

PROPUESTAS DE MEJORAS
Y RESULTADOS DE
HERRAMIENTA CSP

HERRAMIENTA CSP - APARTADOS GUÍAS - ORIENTACIÓN DEL PROYECTO



IMPLEMENTACIONES

- Mediante la información de las cuatro fachadas se obtuvo el porcentaje de ventana respecto a la pared (**WWR**) y un porcentaje promedio de sombra, de esta manera se pueden tomar las medidas necesarias para disminuir la incidencia solar al proyecto.

Vista de la herramienta CSP

FACHADA SUROESTE		1	35.3 m ²	0 m ²	52 m ²	67.9%	Vestíbulo que da hacia la sala de terapia del edificio existente	Vidrio Barrera	Vidrio tipo "Evergreen" Pérgola techada con pilocarbonato	30	%	
		CONCLUSIÓN										
		VISTA										
		FACHADA CONTROL SOLAR (%)										
		FACHADA NORESTE 30 %										
		FACHADA NOROESTE 30 %										
FACHADA SUROESTE 18.75 %												
FACHADA SURESTE 45 %												
La fachadas más críticas son la Noreste y Suroeste. Debido a que la suroeste posee un 18.75% de control solar es la que debe recibir más tratamiento												
Control de la incidencia solar del: 18.75 %												
TOTAL		35.3 m ²										

FACHADA SUROESTE		1	35.3 m ²	0 m ²	52 m ²	67.9%	Vestíbulo que da hacia la sala de terapia del edificio existente	Vidrio Barrera	Vidrio tipo "Evergreen" Pérgola techada con pilocarbonato	30	%	
		2						Laboratorio de computo				%
		CONCLUSIÓN										
		VISTA										
		FACHADA CONTROL SOLAR (%)										
		FACHADA NORESTE 27 %										
FACHADA NOROESTE 30 %												
FACHADA SUROESTE 48.75 %												
FACHADA SURESTE 45 %												
Control de la incidencia solar del: 48.75 %												
TOTAL		56.62 m ²										

- Se propuso en el proyecto mejorado el uso de una **pared vegetal en la fachada suroeste** utilizando la planta trepadora nativa "Choreque" (*Petrea volubilis*)
- Se sugiere el uso de "Guachipelín" (*Diphysa Americana*) en la fachada principal para agregar un elemento visual e icónico al proyecto.



HERRAMIENTA CSP - APARTADOS GUÍAS - MATERIALES DE PISO

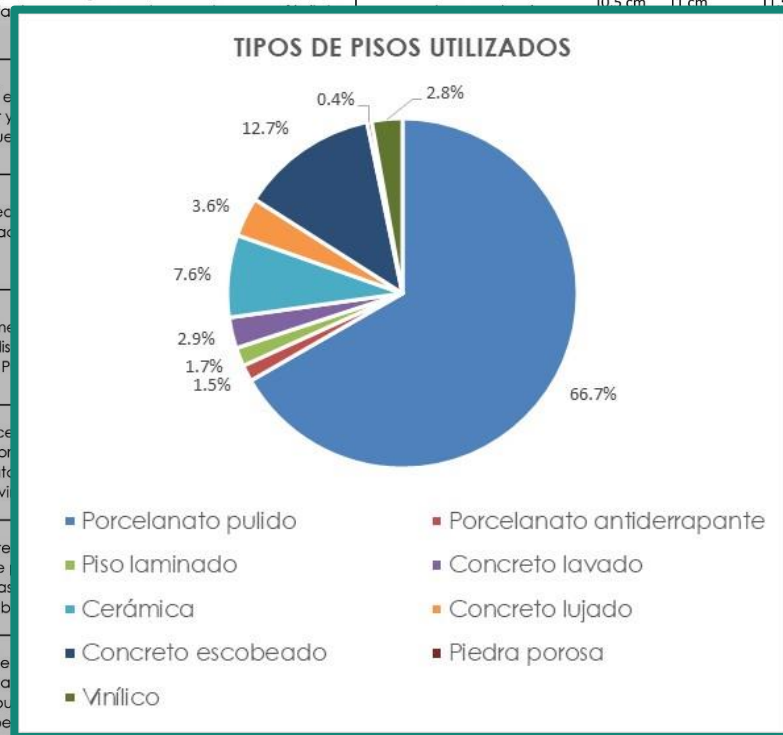


IMPLEMENTACIONES

- El porcelanato representa un 66.7 % de los materiales de piso utilizados

Vista de la herramienta CSP

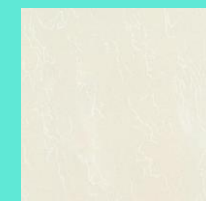
PARTE I: TABLA COMPARATIVA DE TIPOS DE PISOS									
No	TIPO	VISUAL	DESCRIPCIÓN	COMPONENTES	GROSOR			ENERGÍA EMBIBIDA	
					Mínimo	Por defecto	Máximo		
1	Piso de cerámica		Las baldosas de cerámica son resistentes, lo cual minimiza el costo de mantenimiento. La energía embebida es alta debido al proceso de manufactura.	Baldosas de cerámica,	0.5 cm	1 cm	1.5 cm	199	MJ/m2
2	Piso vinílico		El acabado de vinilo es resistente y fácil de limpiar. Es fácil de instalar y la energía embebida es baja.					164	MJ/m2
3	Piso con baldosas de piedra		Las baldosas de piedra natural son resistentes y duraderas. Su proceso de extracción y pulido consume mucha energía.					264	MJ/m2
4	Piso de concreto acabado		El acabado de cemento pulido es duradero y permite diseños personalizados. Requiere un mantenimiento regular.					70	MJ/m2
5	Linóleo		Compuesto de aceites de linaza, polvo de corcho y otros materiales naturales. Similar al piso de vinilo en apariencia.					143	MJ/m2
6	Piso de terrazo		El terrazo es muy resistente y duradero. Los pisos de terrazo se fabrican con una resina con esquirlas de piedra colocadas en la superficie.					99	MJ/m2
7	Alfombra de nylon		Las alfombras de nylon son duraderas y fáciles de limpiar. La energía embebida es alta debido a los procesos de fabricación.					235	MJ/m2
8	Piso de madera laminada		Es dimensionalmente más estable que los pisos de madera sólida, por lo cual se comporta mejor en ambientes con cambios de humedad. Aunque por su reducido espesor no se puede volver a pulir tantas veces como la madera sólida.	Placas de madera laminada, lamina base, contrapiso	1 cm	1 cm	2.5 cm	277	MJ/m2



- Se sugiere **sustituir el piso de porcelanato por "terrazo marmolit"**, además ha sido utilizado en otros proyectos de la UCR como la Facultad de Derecho (4 600 m2 de terrazo), Facultad de Ingeniería (18,700 m2 de terrazo), y Facultad de odontología



284.5 T de CO2e



Porcelanato

38.1 T de CO2e



Terrazo



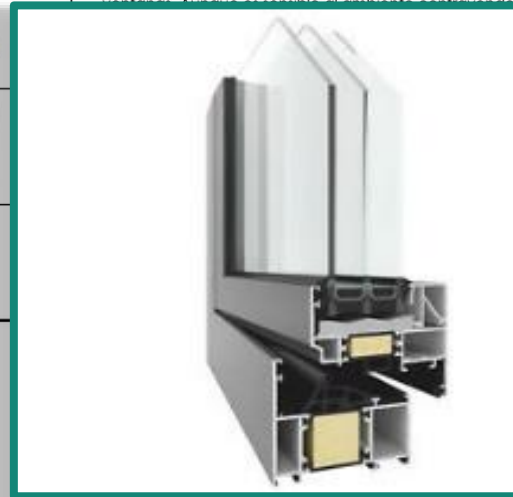


- Se recomienda sustituir los marcos de aluminio por perfiles de PVC ya que térmica y acústicamente, funciona mejor que el aluminio, tienen mayor resistencia a la corrosión y no se deforman.

Vista de la herramienta CSP

PARTE I: TABLA COMPARATIVA DEL TIPOS DE MARCOS PARA VENTANA									
No	TIPO	VISUAL	DESCRIPCIÓN	COMPONENTES	GROSOR			ENERGÍA EMBIBIDA	
					Mínimo	Por defecto	Máximo		
1	Marcos de aluminio		Los marcos de aluminio son fuertes, livianos y requieren mucho menos mantenimiento que otros tipos de marcos. Aunque tiene mayor conductividad térmica, la cual se evita con roturas de puentes térmicos. No se oxida como otros metales.	Marco de aluminio extruido				1636	MJ/m ²
2	Marcos de acero		Los marcos de acero son fuertes y resistentes, requieren poco mantenimiento aunque se les debe dar protección contra el óxido. Al ser buen conductor térmico, se debe implementar roturas de puentes térmicos en estos marcos.	Marco de acero				763	MJ/m ²
3	Marcos de madera		La madera es un buen aislante térmico, cualidad útil en marcos de ventanas. Aunque es susceptible al ambiente exterior, se puede tratar con productos que la protegen.					360	MJ/m ²
4	Marcos UPVC		El UPVC es un material que ofrece un buen aislamiento térmico y acústico. Se debe elegir un perfil con roturas de puentes térmicos.					829	MJ/m ²
5	Aluminio y madera		Este tipo de marcos combina las ventajas de la madera y el aluminio, ofreciendo un buen aislamiento térmico y acústico.					615	MJ/m ²

12.4 T de CO₂e

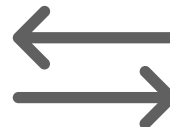


Marcos de aluminio



1.8 T de CO₂e

Marcos de PVC



HERRAMIENTA CSP - APARTADOS GUÍAS - PAREDES Y AISLAMIENTO EN CIELOS



CONSIDERACIONES

Vista de la herramienta CSP

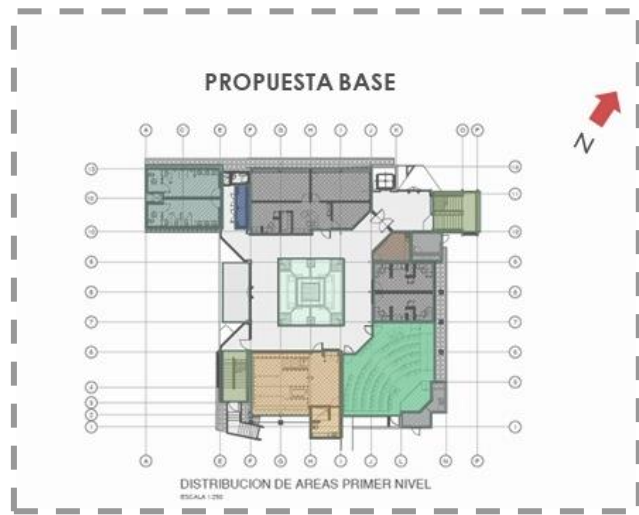
PARTE I: TABLA COMPARATIVA DE TIPOS DE PAREDES									
No	TIPO	VISUAL	DESCRIPCIÓN	COMPONENTES	GROSOR			ENERGÍA EMBIBIDA	
					Mínimo	Por defecto	Máximo		
1	Bloques de concreto hueco		Los bloques huecos son más livianos y fáciles de trabajar que los bloques o ladrillos sólidos. Los huecos no solo reducen la carga muerta de una edificación sino también mejoran el aislamiento térmico y acústico del bloque.	Acabado de repello en ambas caras, bloque de concreto hueco, no mencionada sobre el mortero en juntas	10 cm	10 cm	32.4 cm	128	MJ/m2

PARTE I: TABLA COMPARATIVA DE TIPOS DE AISLAMIENTO						
No	TIPO	VISUAL	DESCRIPCIÓN	COMPONENTES	Mínimo	
1	Poliestireno		Tiene el nivel más alto de energía embebida en comparación con otros materiales aislantes. Hay dos tipos: Poliestireno expandido y poliestireno extruido.	Aislante de poliestireno expandido		1 cm
2	Poliuretano		Hecho de celdas cerradas, formado por poliuretano en presencia de un catalizador (polimerización).			
3	Fibra o lana mineral		Se producen con la fundición de minerales y acero reciclado, convirtiéndolos en fibras. Este aislante se consigue en distintas densidades dependiendo del requerimiento. A mayor densidad se obtiene mejor aislamiento acústico aunque menor aislamiento térmico. Resistencia a la humedad.	Aislante de fibra mineral		1 cm
4	Fibra o lana de vidrio		La lana de vidrio es una lana mineral, aunque varía la materia prima. Está fabricada a partir de arena, cenizas, caliza y ceniza de sodio (óxido de sodio).	Aislante de lana de vidrio		
5	Poliuretano					
6	Celulosa		Hecho de residuos de uso existencial como: paja, celulosa proyectada, celulosa de bajo peso molecular.			
7	Corcho		Se produce a partir de la corteza del árbol de corcho. Tiene una energía embebida y se considera un material renovable. Puede ser extraído del mismo árbol cada 9-12 años. Se realiza con un impacto mínimo en el medio ambiente. Se cortan árboles para fabricar productos de corcho.			

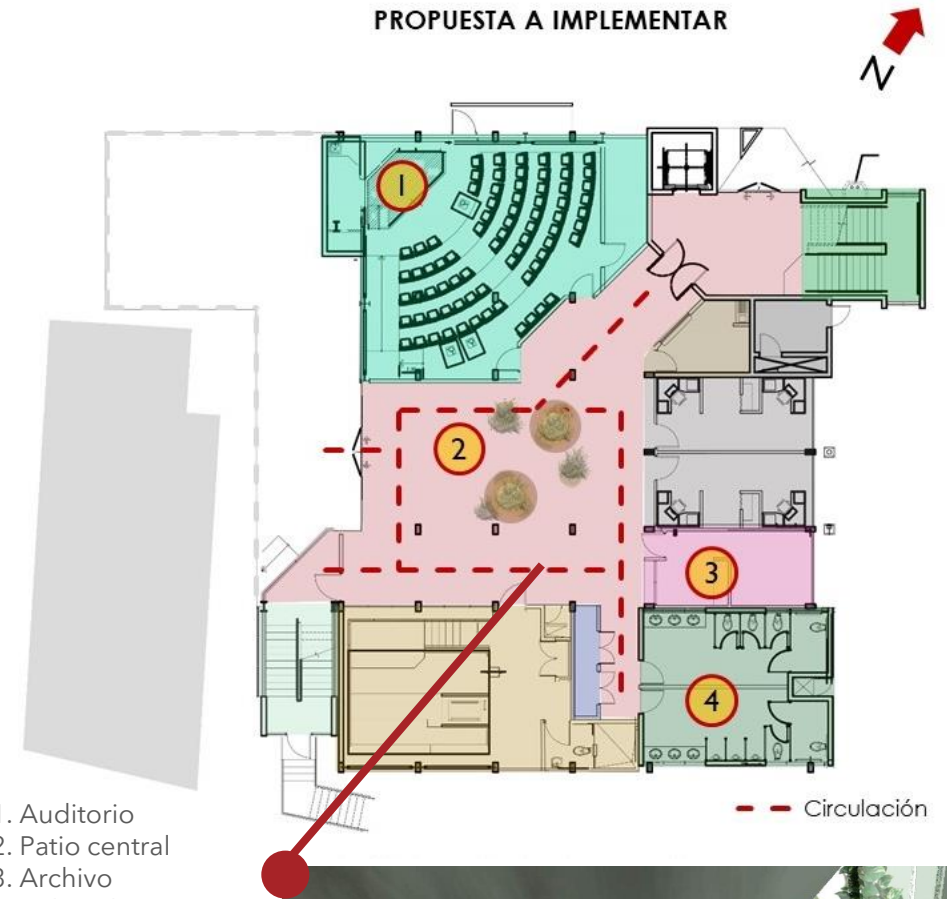
- La cubierta de techo posee el aislante Prodex de 10 mm, el cual es un producto regulado por normas como la INTE C172:2016 e INTE C289:2017, por lo cual decide no sustituirse este material.
- La estructura del proyecto original de OEPI en cuanto a fundaciones, paredes y techos, no se modificó, ya que cumple con los estándares y normas constructivas.



IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS PARA EL PRIMER NIVEL

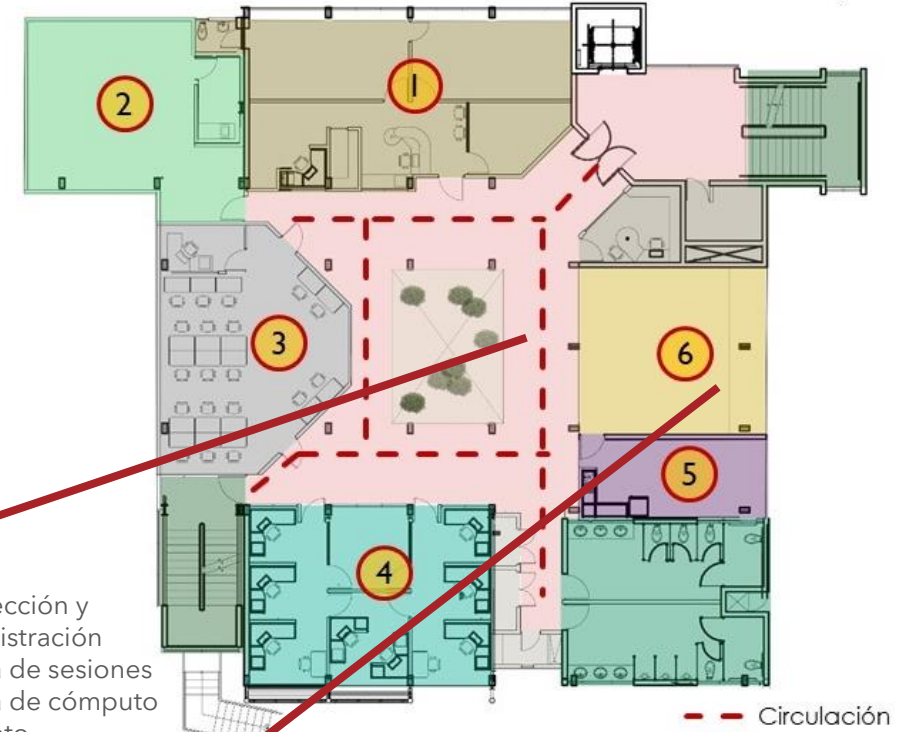


PROPUESTA A IMPLEMENTAR



IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS PARA EL SEGUNDO NIVEL

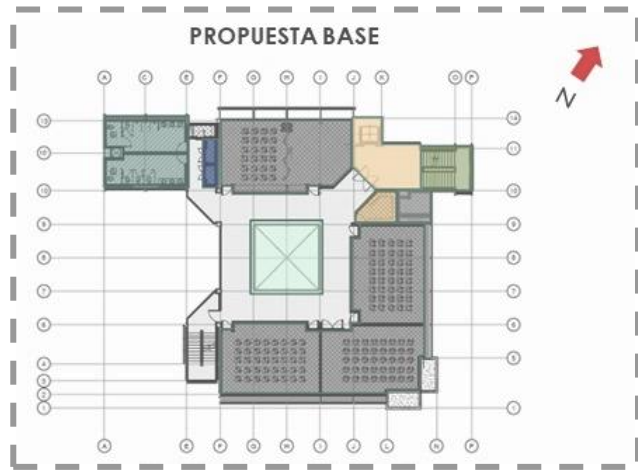
PROPUESTA A IMPLEMENTAR



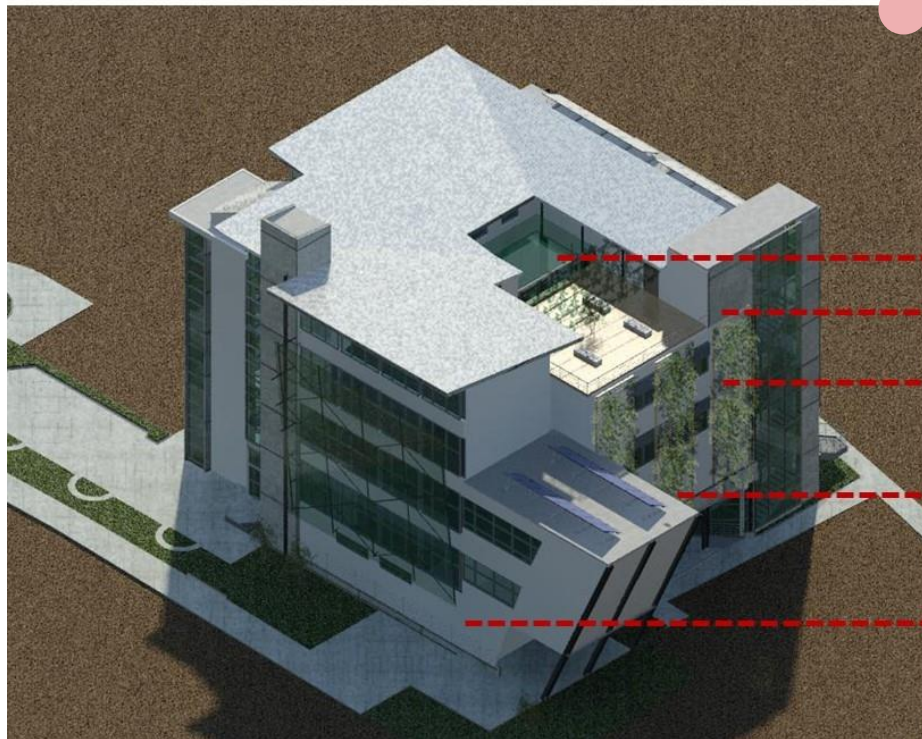
- 1. Dirección y administración
- 2. Sala de sesiones
- 3. Sala de cómputo
- 4. Depto. Imagenología
- 5. Comedor
- 6. Terraza



IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS PARA EL TERCER NIVEL



VISTA ISOMÉTRICA- NOROESTE/SUROESTE



Vano central

Azotea

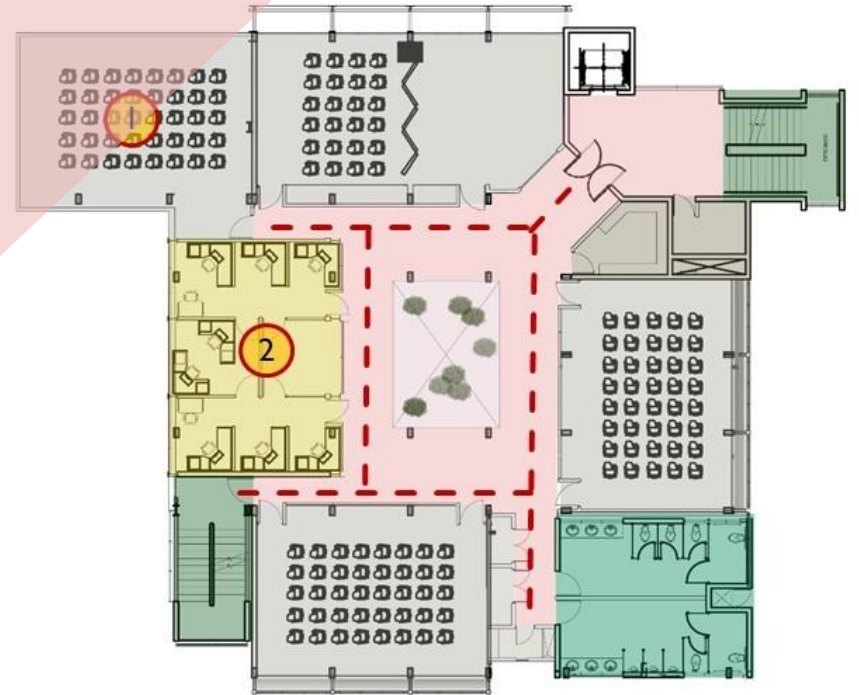
Fachada vegetal

Paneles solares

Auditorio



PROPUESTA A IMPLEMENTAR

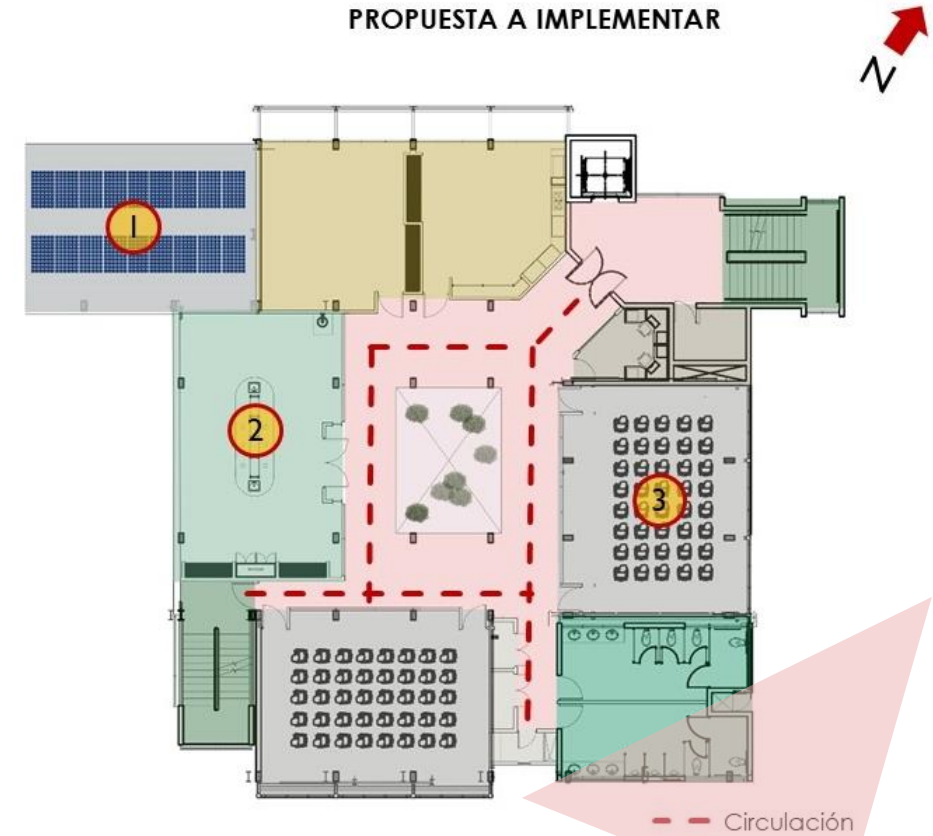


--- Circulación

1. Aula en fachada noroeste (originalmente en el quinto nivel)
2. Departamento de salud ambiental en fachada suroeste



IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS PARA EL CUARTO NIVEL



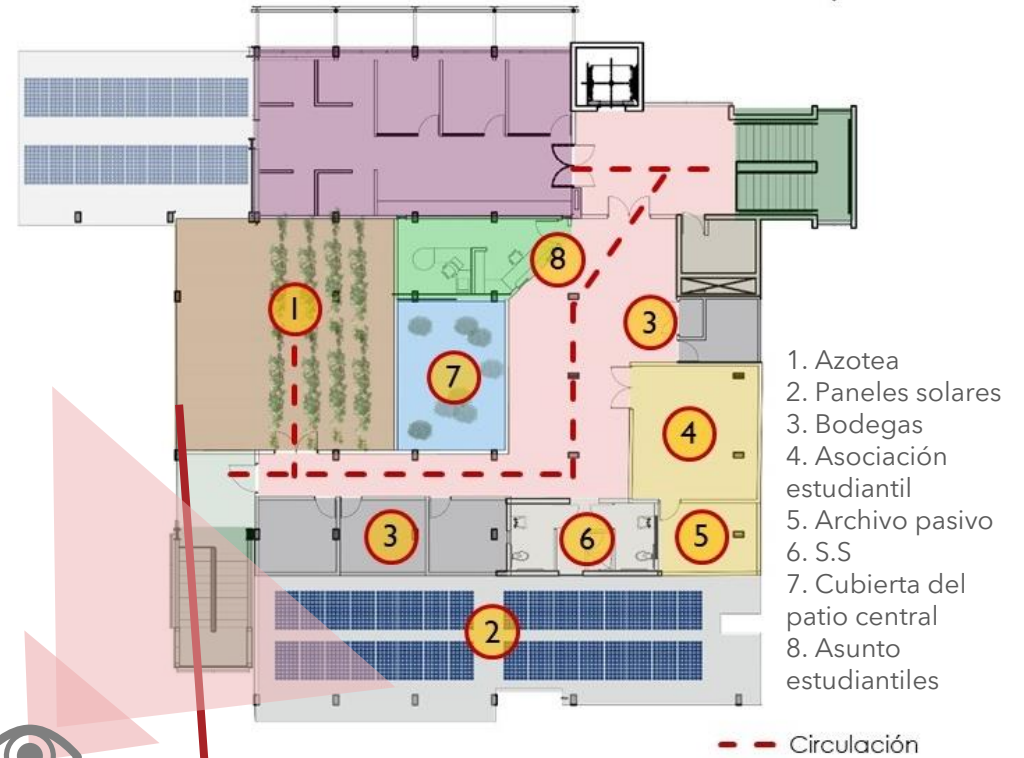
VISTA ISOMÉTRICA- NORESTE/SUROESTE



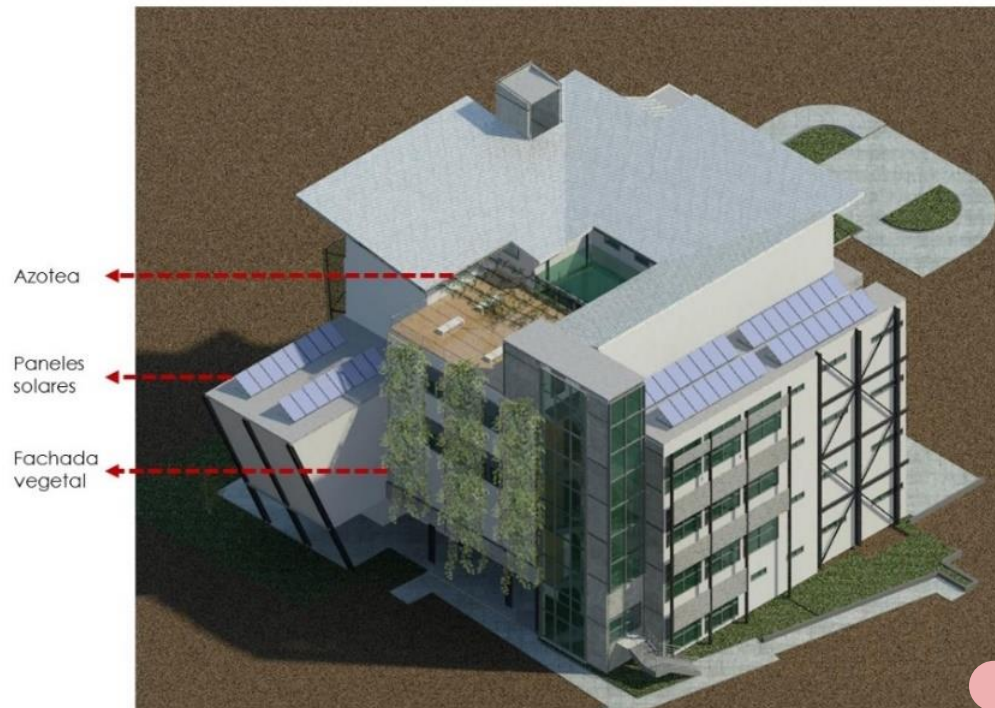
IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS PARA EL QUINTO NIVEL



PROPUESTA A IMPLEMENTAR



VISTA ISOMÉTRICA- SUROESTE/SURESTE



PROYECTO ORIGINAL – FACHADA NOROESTE



PROPUESTA A IMPLEMENTAR – FACHADA NOROESTE



PROYECTO ORIGINAL – FACHADA NORESTE



PROPUESTA A IMPLEMENTAR – FACHADA NORESTE



RESULTADOS



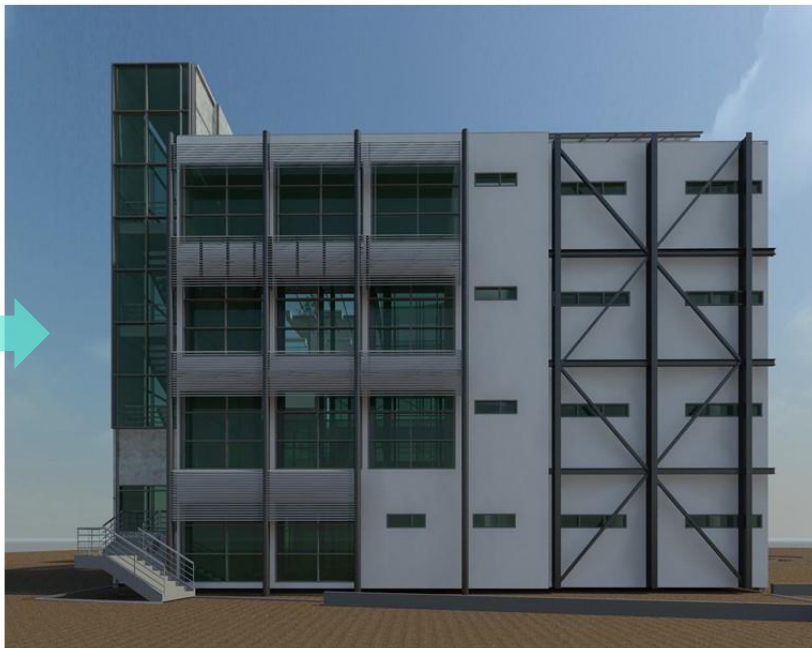
- **2 %** menos de área de **construcción**
- **42 %** menos de área de **cubierta**
- **25 %** menos de área de **ventanas**
- **28.5 %** menos de **louvers** de aluminio.



PROYECTO ORIGINAL – FACHADA SURESTE



PROPUESTA A IMPLEMENTAR – FACHADA SURESTE



PROYECTO ORIGINAL – FACHADA SUROESTE



PROPUESTA A IMPLEMENTAR – FACHADA SUROESTE



RESULTADOS



- **23.6 %** menos toneladas de **CO₂e**
- **25 %** menos de **energía incorporada**
- Se le otorgó un **1 punto extra** en la herramienta en cuanto a huella de carbono

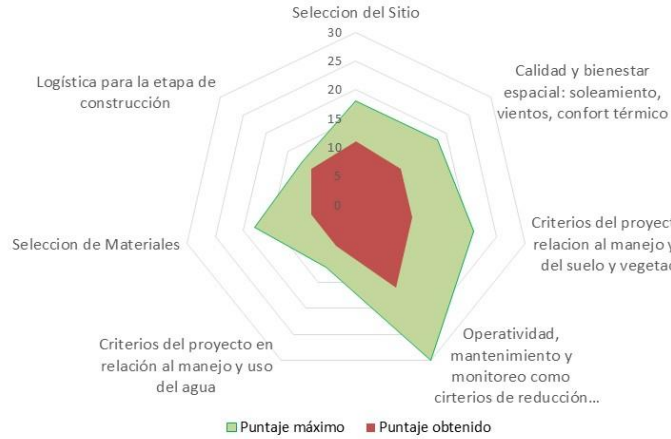


RESULTADOS

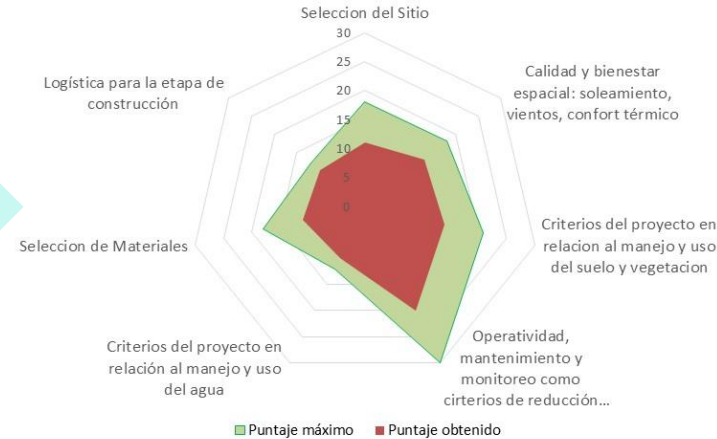
- Las mejoras involucraron el **tratamiento de la fachada** más crítica, la implementación de **paneles fotovoltaicos**, el empleo de **llaves economizadoras** para los servicios sanitarios, la **sustitución** de algunos **materiales** de pisos y la reducción de las emisiones de CO2 del proyecto al reducir materiales como louvers de aluminio.



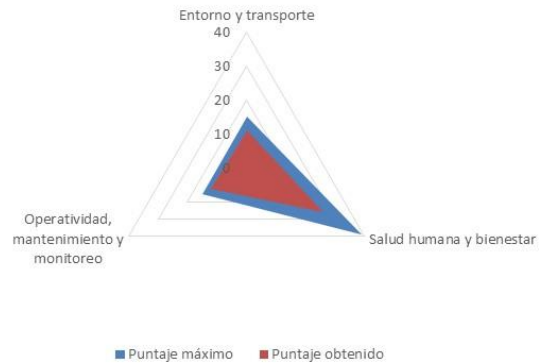
Puntaje máximo vs puntaje obtenido - Aspecto Físico Ambiental



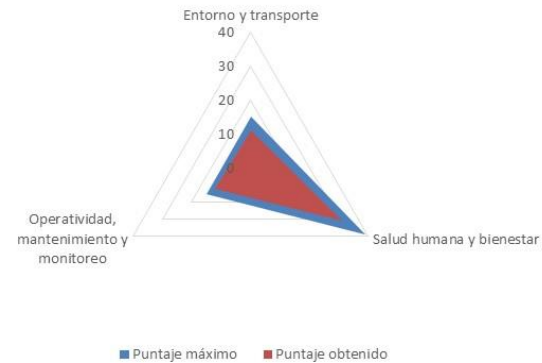
Puntaje máximo vs puntaje obtenido - Aspecto Físico Ambiental



Puntaje máximo vs puntaje obtenido - Aspecto socio cultural



Puntaje máximo vs puntaje obtenido - Aspecto socio cultural



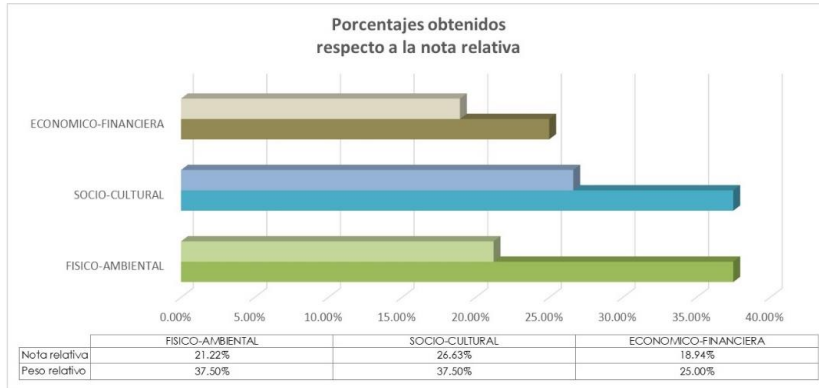
Puntaje máximo vs puntaje obtenido - Aspecto económico financiero



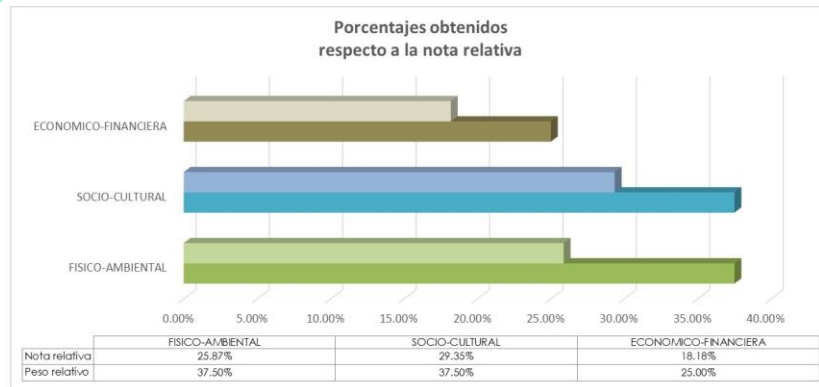
Puntaje máximo vs puntaje obtenido - Aspecto económico financiero



COMPARATIVA DE RESULTADOS Y PUNTUACIONES

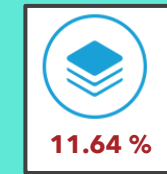
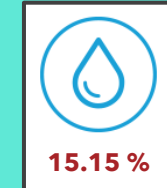
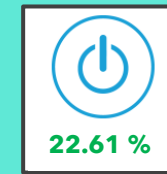


SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO:	71.44%
Rango de 1 % a 59 %, el proyecto no es sostenible, no tiene posibilidades de certificarse	
Rango de 60 % a 69 %, el proyecto es poco sostenible, pocas posibilidades de certificarse	
Rango de 70 % a 75 %, el proyecto es regularmente sostenible, es posible que logre certificarse si mejora algunos aspectos	
Rango de 76 % a 85 %, el proyecto es potencialmente sostenible, puede llegar a obtener algunas certificaciones vigentes	
Rango de 86 % a 100 % el proyecto tiene altas posibilidades de ser sostenible, además de lograr certificaciones energéticas	

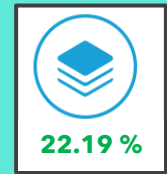
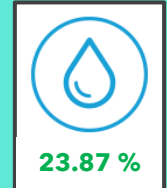
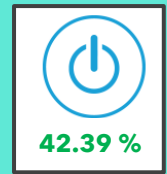


SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO:	78.83%
Rango de 1 % a 59 %, el proyecto no es sostenible, no tiene posibilidades de certificarse	
Rango de 60 % a 69 %, el proyecto es poco sostenible, pocas posibilidades de certificarse	
Rango de 70 % a 75 %, el proyecto es regularmente sostenible, es posible que logre certificarse si mejora algunos aspectos	
Rango de 76 % a 85 %, el proyecto es potencialmente sostenible, puede llegar a obtener algunas certificaciones vigentes	
Rango de 86 % a 100 % el proyecto tiene altas posibilidades de ser sostenible, además de lograr certificaciones energéticas	

- Resultados EDGE - original:



- Resultados EDGE - mejorado:



COMPARATIVA DE COSTOS

COMPARATIVA DE LOS COSTOS DEL PROYECTO ORIGINAL Y PROPUESTO									
PROPUESTA OEPI				PROPUESTA MEJORADA				DIFERENCIA	
Detalle	Unidad	Costo/u	Costo (\$)	Espacio	Unidad	Costo/u	Costo (\$)	Costo (\$)	
Piso de porcelanato en áreas generales	1,888 m2	\$53.50	\$101,008.00	Piso de terrazo en áreas generales	1,843 m2	\$50	\$92,170	(\$8,838.00)	
n/a				Piso de madera estilo deck en azotea	72.3 m2	\$67	\$4,844.10	\$4,844.10	
Paredes livianas de Gypsum	1,265 m2	\$21.00	\$26,565.00	Paredes livianas de Gypsum	1,205 m2	\$21.00	\$25,305.00	(\$1,260.00)	
n/a				Vegetación interna (16 ml de cables de acero y de plantas trepadoras en el patio central)	10 u	\$10.40	\$104.00	\$104.00	
n/a				Pared vegetal (malla ciclónica y planta trepadora)	85 m2	\$35.00	\$2,985.50	\$2,985.50	
Ventanas con marco de aluminio	672.6 m2	\$121.30	\$81,586.38	Ventanas con marco de PVC	496.4 m2	\$145.60	\$72,275.84	(\$9,310.54)	
Aislante de polietileno	733 m2	\$5.50	\$4,031.50	Aislante de polietileno	420 m2	\$5.50	\$2,310.00	(\$1,721.50)	
Laminas de acero galvanizado calibre 26 para la cubierta de techo	773 m2	\$18.95	\$14,648.35	Laminas de acero galvanizado calibre 26 para la cubierta de techo	420 m2	\$18.95	\$7,959.00	(\$6,689.35)	
Louvers de aluminio	\$185 m2	\$78	\$14,430.00	Louvers de aluminio	132.2 m2	\$78	\$10,311.60	(\$4,118.40)	
n/a				Paneles solares	50 u	\$870.24	\$43,512.00	\$43,512.00	
								\$19,507.81	

RESULTADOS:



- Piso para terraza
- Vegetación interna
- Pared vegetal
- Paneles solares

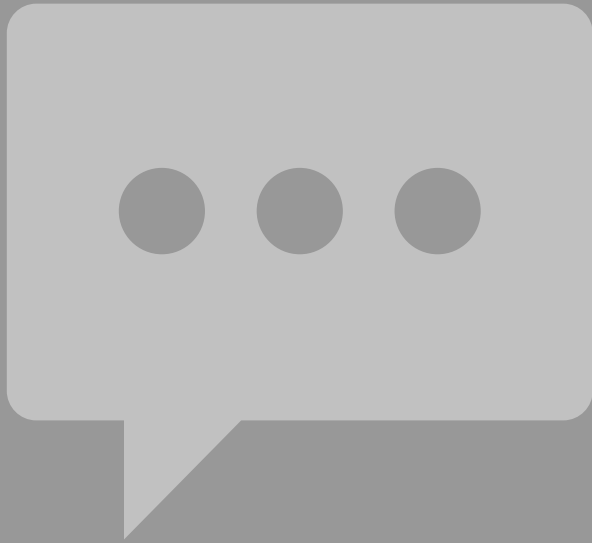


- Área de piso, paredes y cubierta de techo
- Marcos de ventanas
- Louvers de aluminio



Partiendo del presupuesto original:

- Proyecto original: aumentó un 6.2 % más
- Proyecto mejorado: aumentó un **6.5 %** mas

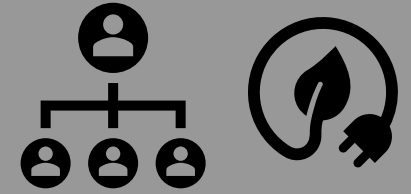


6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- ✓ Costa Rica tiene un **alto interés en lograr diseños sostenibles**. No obstante, **hace falta una organización** clara de las entidades gubernamentales, que propicien la adopción de normativas costarricenses e internacionales y faciliten el proceso de certificación.
- ✓ El objetivo de evaluar un proyecto mediante la herramienta CSP es **establecer un diagnóstico del estado actual del proyecto**, éste al ser una herramienta basada con normativas nacionales y certificaciones internacionales utilizadas en Costa Rica, se convierte en una **fuentes válida** para que el **proyectista** que desee una certificación ambiental tenga **nociones básicas** de cómo podría asegurarse de cumplir con los **requerimientos**.
- ✓ Una herramienta de evaluación de criterios es de **interés público y privado** tanto como para el Gobierno (acorde a Planes Nacionales), constructores, bancos e inversionistas



RECOMENDACIONES

- ✓ La herramienta CSP, al ser una guía creada con un software de variables limitadas, es una **herramienta básica y útil para diagnosticar proyecto** en particular, sin embargo, es deseable que en un futuro se migre la información a un **software** que pueda almacenar más **variables de programación** y que estas sean **automáticas e interactivas**.
- ✓ La OEPI-UCR en conjunto con un equipo informático, podría generar **una lista de estándares virtual** para el cumplimiento de construcción sostenible e implementarla en sus proyectos. Además serviría **para investigar y estudiar** el comportamiento de los proyectos arquitectónicos tal como la herramienta CSP ha hecho de manera general.
- ✓ Como un proyecto con mayor grado de sostenibilidad presupone un mayor costo, **el gobierno puede establecer beneficios** que compensen los mayores costos asociados.
- ✓ Ante los numerosos materiales de construcción eco amigables, es preciso que se desarrolle una **base de datos** del consumo energético asociado a la producción de materiales constructivos en el **territorio nacional**, que complemente la información suministrada por proveedores en el ámbito internacional.





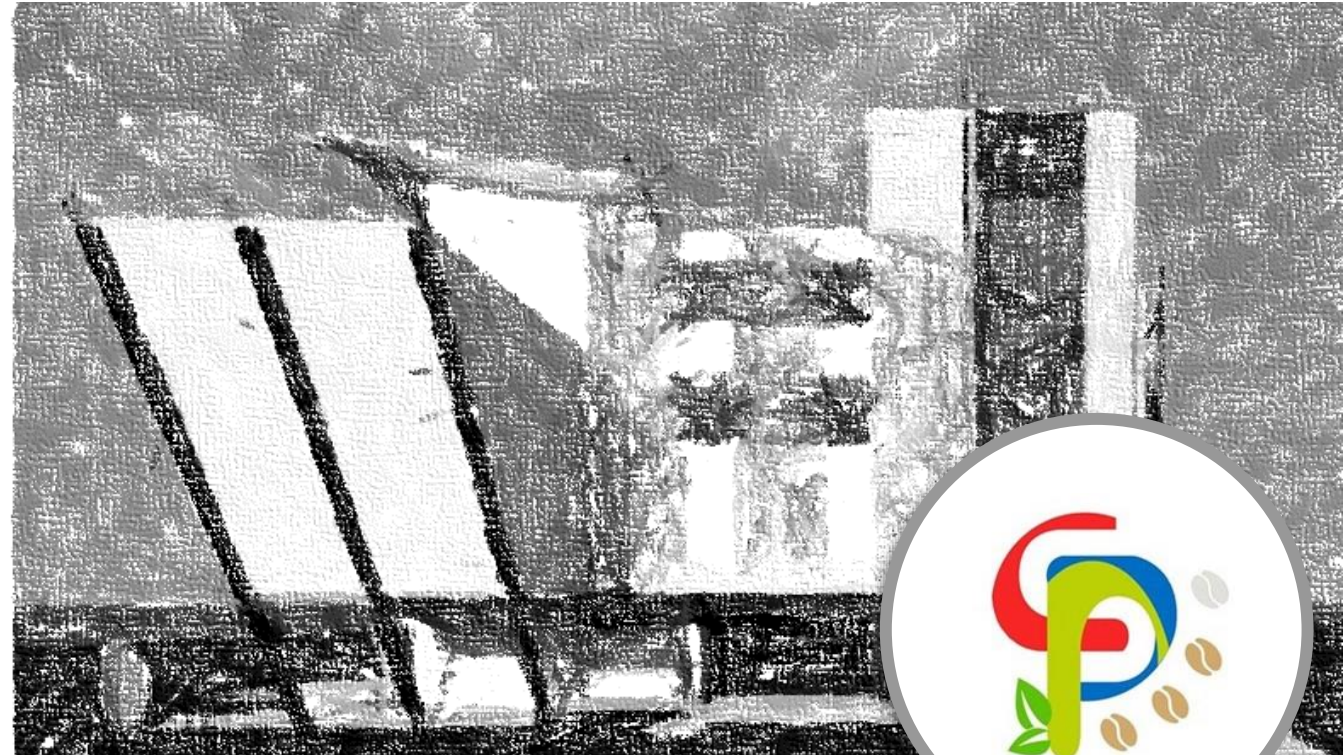
UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

ESCUELA DE
ARQUITECTURA



SEP

Sistema de
Estudios de Posgrado



¡ GRACIAS POR SU ATENCIÓN !

SISTEMA MULTICRITERIO CON ESTRATEGIAS DE DISEÑO SOSTENIBLES APLICADO A UN EDIFICIO PARA ENSEÑANZA DE TECNOLOGÍAS EN SALUD