

# Metodología Design Charrette

Guía de aplicación del taller participativo



## Metodología Design Charrette

### Equipo del proyecto

Antonio Espinoza  
Jose Jodar  
Johana Infante  
Jachen Schleich  
Montserrat Bobadilla

### Colaboradores

Pablo González  
Pedro Samaniego

### Diseño gráfico y editorial

Manthra  
Katalina Adrian



EBP Chile SpA AG  
La Concepción 191  
Piso 12, Of. 1201  
Comuna Providencia  
Santiago de Chile  
Chile

Teléfono +56 2 2573 8505  
info@ebpchile.cl  
antonio.espinoza@ebpchile.cl  
johana.infante@ebpchile.cl

www.ebpchile.cl

## Índice

### Contenido

1.	Introducción CEELA	4
2.	Sobre el documento	4
3.	Conceptos técnicos	4
4.	Principios CEELA de eficiencia energética y confort	8
5.	Design Charrette	15
5.1	Definición	9
5.2	Objetivo	10
	5.2.1 Objetivos específicos	11
5.3	Factores previos a la Design Charrette	11
	5.3.1 Actores	11
	5.3.2 Fases del proyecto	12
5.4	Estructura y duración	14
	5.4.1 Módulo 1	14
	5.4.2 Módulo 2	15
	5.4.3 Módulo 3	15
	5.4.4 Módulo 4	16
5.5	Trabajos preliminares a la Design Charrette	16
	5.5.1 Datos del proyecto	17
	5.5.2 Características del clima	17
	5.5.3 Análisis de desempeño previo	17
5.6	Participantes y roles	21
6.	Herramientas online	22
	6.1.1 Herramienta para reuniones	22
	6.1.2 Herramienta de participación	23
7.	Guía de evaluación de estrategias	24
8.	Evaluación económica	28
9.	Resumen de propuestas	29
10.	Criterios de selección	29

## 1. Introducción CEELA

El proyecto Fortaleciendo Capacidades para la Eficiencia Energética en Edificios en Zonas Climáticas Cálidas de América Latina (CEELA), es una iniciativa de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), que tiene como objetivo principal reducir las emisiones de CO<sup>2</sup> en el sector edificación en Latinoamérica, mejorar el confort térmico y la calidad de vida de las personas a través del fortalecimiento de las capacidades para el diseño de edificios con eficiencia energética y confort adaptativo (EECA), y la aplicación competente de tecnologías y materiales adecuados, y el diseño de medidas regulatorias para fomentar la construcción de edificios con criterios de eficiencia energética. El proyecto se lleva a cabo en Perú, México, Ecuador y Colombia.

## 2. Acerca de este documento

Este documento describe la metodología de trabajo de una Design Charrette, enfocada en el diseño de proyectos de edificación con aspectos de sustentabilidad, eficiencia energética y confort térmico.

Se detalla como analizar y evaluar estrategias de mejora al proyecto mediante un proceso participativo de los diferentes actores que están normalmente involucrados en los proyectos, los cuales abordan el proyecto de diferentes puntos de vista, permitiendo alcanzar un nivel de análisis más amplio.

Esta metodología pretende entregar una guía clara, en la que se presentan las etapas de la Design Charrette, como se organiza y las herramientas disponibles para llevarla a cabo, de forma que todas las Design Charrette que se realicen en el proyecto CEELA Fase II mantenga una línea de trabajo estandarizada que permita obtener los mejores resultados en cada uno de los proyectos analizados.

## 3. Conceptos técnicos

Para el desarrollo de la Design Charrette es necesario tener en cuenta términos técnicos generales que serán la base para las evaluaciones y optimizaciones que se plantearán. A continuación, se presentan algunos de ellos que condicionarán las estrategias y evaluaciones del proyecto.

### Envolvente térmica

Se compone de los elementos constructivos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior, y los elementos que subdividen el espacio interior separando los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el exterior.



### Grados día

Como una forma de caracterizar un clima en base a la temperatura, se utiliza el concepto de grados día (de calefacción y enfriamiento) que es un indicador del grado de rigurosidad climática de un sitio, que relaciona la temperatura horaria de una ubicación con una temperatura base.

Los grados día de refrigeración se definen como la suma anual de las diferencias horarias entre la temperatura del aire exterior y una temperatura base de refrigeración, definida según ASHRAE en 10°C, para todos los días del año.



### Islas de calor

Fenómeno de elevación de la temperatura en zonas urbanas densamente construidas causado por una combinación de factores tales como la edificación, la falta de espacios verdes, los gases contaminantes o la generación de calor.



### Demanda Térmica

La cantidad de energía térmica que se requiere en un espacio para alcanzar una temperatura objetivo y mantenerla durante un tiempo definido, teniendo en cuenta las ganancias y pérdidas térmicas que se produzcan en dicho espacio.



### Consumo energético

Desde el punto de vista de la climatización de edificios, se refiere a la cantidad de energía consumida por el sistema de climatización para mantener la temperatura objetivo en un espacio, teniendo en cuenta la demanda térmica de dicho espacio y la eficiencia del sistema de climatización.



### Energía incorporada

Es la energía consumida por todos los procesos asociados a la producción del edificio a lo largo de todo su ciclo de vida.





### Edificio Net Zero Energía

Se refiere a edificios que logran reducir su demanda energética mediante la aplicación de estrategias pasivas y activa en su diseño lo máximo posible para compensar la demanda energética restante con la autoproducción de energía renovable en el sitio, y lograr un balance anual de energía neta cero.



### Confort térmico

Los factores que inciden en el confort térmico y de calidad del ambiente interior de los usuarios se pueden dividir en factores ambientales y factores personales, como indica la Tabla 1 Variable que afectan la disipación de calor y confort térmico (Szokalay, 2004)

Tabla 1. Variable que afectan la disipación de calor y confort térmico

Factores ambientales	Factores personales
Temperatura del aire	Tasa de actividad metabólica
Movimiento del aire	Vestimenta
Humedad	Estado de salud
Radiación	Aclimatación

El confort térmico también será distinto para cada persona, y dependerá de variables de la tabla anterior. De esta manera, la literatura indica que es imposible diseñar un recinto para que todos sus usuarios estén conformes, pero que es posible maximizar la cantidad de usuarios que están dentro de un rango aceptable de confort.

Según un estudio de Fraunhofer Institute (Maarof Shafizal), muchos de los estándares internacionales existentes se estima que son inadecuados para describir las condiciones de confort en climas cálidos húmedos, ya que sobrestiman o subestiman las condiciones de confort en este tipo de clima, debido a que fueron desarrollados en condiciones climáticas moderadas. De acuerdo a este mismo estudio, una temperatura del aire de 30°C es considerado normal, y es deseable contar con un movimiento de aire con velocidades de al menos 1 m/s.

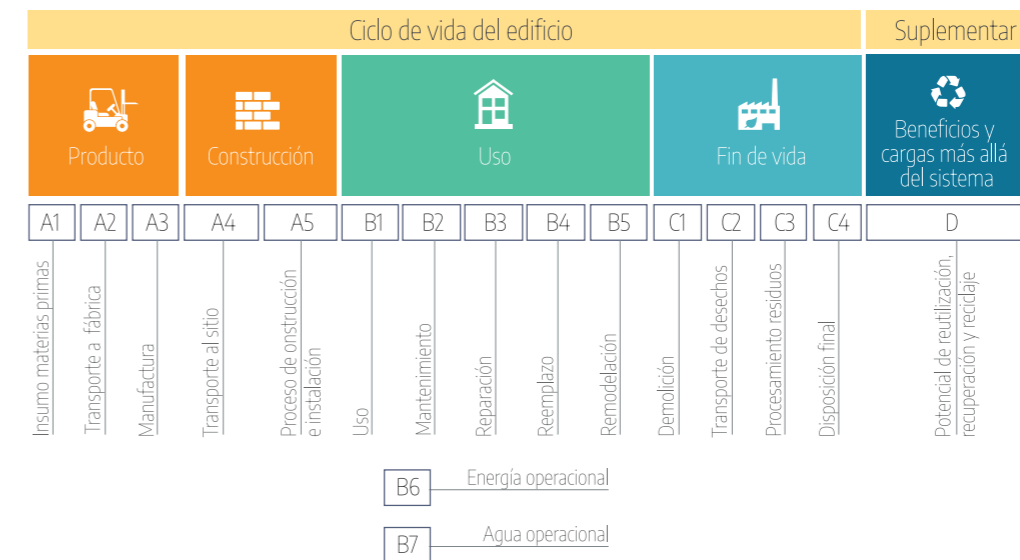


Figura 1. Etapas ciclo de vida edificios

#### 4. Principios CEELA de eficiencia energética y confort

El proyecto CEELA ha definido una lista de **15 principios** que en conjunto permiten diseñar, implementar y luego operar edificaciones con alta eficiencia energética y confort adaptativo (EECA). La definición de estos principios de EECA fue elaborada en un proceso de talleres colaborativos entre actores de la construcción sustentable de América Latina y expertos suizos

Los principios de EECA, han sido clasificados en dos tipos:

**Principios de diseño y construcción:** Referentes a medidas que son principalmente de diseño pasivo o bioclimático, y de planificación.

**Principios de carácter técnico:** Referentes a estrategias con sistemas activos, ya sea como provisión de climatización o iluminación, o bien como auto generación de energía en el edificio.

La presentación general de los principios de EECA se muestra en las siguientes imágenes:

#### Principios de diseño y construcción



Figura 2. Principios de diseño y construcción  
Fuente: Proyecto CEELA. <https://proyectoceela.com/index.php/conceptos-clave/>

#### Principios de carácter técnico

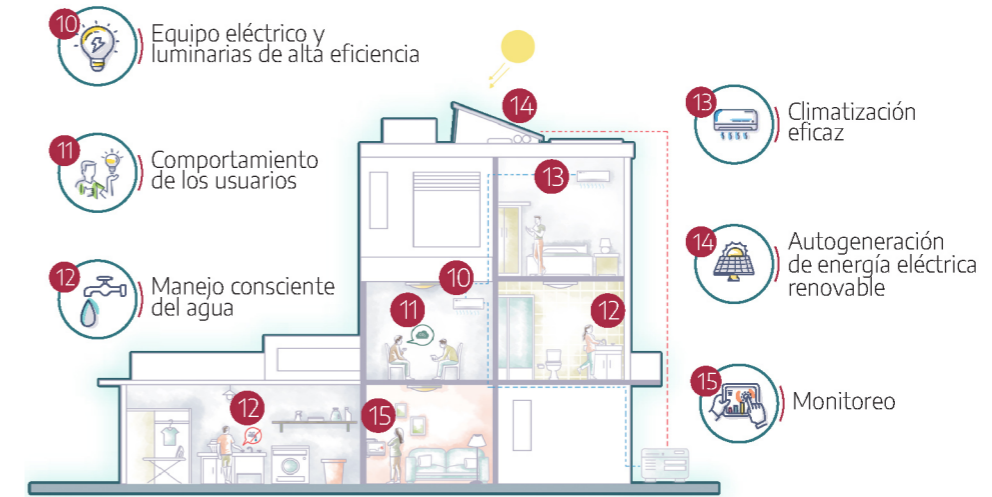
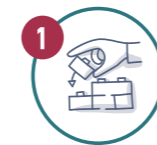


Figura 3. Principios de carácter técnico  
Fuente: Proyecto CEELA. <https://proyectoceela.com/index.php/conceptos-clave/>

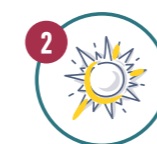
Los aspectos técnicos recomendados reflejan los 15 principios de eficiencia energética y confort térmico de CEELA. La equivalencia entre estos 15 principios y los capítulos de requerimientos técnicos se indican a continuación:

Tabla 2. 15 Principios EECA

##### Principio 1: Diseño integrado



##### Principio 2: Control de la radiación solar directa



El diseño integrado busca **optimizar la eficiencia energética y el confort térmico** de manera conjunta entre parámetros de **arquitectura e ingeniería** integrando a todos los actores que participan en el proceso de diseño y construcción del edificio. El diseño integrado tendrá como ventaja la verificación a etapas tempranas de la factibilidad técnica, económica y cultural de posibles tecnologías para la autogeneración de energía de manera local y el ahorro de energía.

Diseño de elementos y fachadas para **controlar la radiación solar directa en ventanas para evitar sobrecalentamiento**. La radiación solar directa a través de las ventanas del edificio es la fuente más grande de sobrecalentamiento en los climas cálidos. Es por tal que se deben enfatizar medidas para controlar la excesiva ganancia de radiación directa que atraviese ventanas del edificio. En principio se podría por otra parte enfatizar la importancia de la radiación indirecta, difusa o reflejada. Esta última puede contribuir a la iluminación natural del edificio y ayudar a prescindir de un alto uso de iluminación artificial en horas del día.

**Principio 3: Energía incorporada**



La **minimización de la energía incorporada debe ser un objetivo en todas las fases de la construcción.**

Una estrategia de optimización bien pensada con respecto a la energía incorporada también ayuda a mitigar la creciente escasez de materiales en la industria de la construcción.

**Principio 4: Aislamiento térmico de la envolvente**



El aislamiento térmico de la envolvente (techos, paredes, ventanas, y pisos en contacto con el suelo) es un **principio importante en la eficiencia energética y confort térmico** de edificaciones. Se proporciona donde sea necesario.

**Principio 5: Reducción de materiales tóxicos**



Se evitan materiales y componentes del edificio que emitan materiales tóxicos al aire interior.

Un elevado confort térmico en los espacios interiores se convierte en un hecho absurdo si, al mismo tiempo, emisiones tóxicas de los componentes del edificio **ponen en peligro la salud de los usuarios.**

**Principio 6: Movimiento de aire**



Se genera un movimiento del aire en espacios internos para la **mejora del confort.** El movimiento del aire es un medio muy eficaz para mejorar el confort en ambientes calurosos.

**Principio 7: Reducción de combustibles fósiles**



Siempre que sea posible, **se evitará por completo la quema de combustibles fósiles** en el edificio o en el recinto.

El objetivo debe ser que la autogeneración de energía eléctrica renovable (principio 14) pueda compensar la cantidad de electricidad generada por los combustibles fósiles a lo largo del año. Por otra parte, el uso indirecto de combustibles fósiles como componente de la electricidad se reducirá siempre que sea posible.

**Principio 8: Enfriamiento nocturno**



Se facilita el enfriamiento nocturno del edificio para el día siguiente **particularmente en climas secos**

**Principio 9: Diseño bioclimático de espacios exteriores**



Se optimizan espacios exteriores para facilitar un mejor confort térmico.

Tanto **plantas como toldos y muros pueden crear sombras y corrientes de aire** que son fundamentales para mejorar la experiencia en espacios exteriores.

**Principio 10: Equipos eléctricos y luminarias de alta eficiencia**



Se proporciona equipo eléctrico y luminarias de alta eficiencia, para **disminuir el consumo energético** de los recintos.

**Principio 11: Comportamiento de los usuarios**



Se establecen pautas para el ahorro basado en el **comportamiento de los usuarios**

**Principio 12: Manejo consciente del agua**



Se establecen pautas técnicas para el manejo de agua. Implementar técnicas de manejo de agua incluyendo información sobre el dimensionamiento y **selección de dispositivos y accesorios de ahorro de agua**

**Principio 13: Climatización eficaz**



Se promueve un sistema de **climatización de alta eficiencia en recintos aislados.**

Cuando no se pueda prescindir de la climatización artificial u aire acondicionado, ésta debería llevarse a cabo con la mayor eficiencia posible y el frío producido deberá conservarse cuidadosamente en los recintos refrigerados

**Principio 14: Autogeneración de energía eléctrica renovable**



Se **maximizan las superficies disponibles para la autogeneración de energía** eléctrica renovable.

La autogeneración con energía solar permite no solo ahorros de energía, sino también la reducción de emisiones de carbono y como tal, debe favorecerse tanto como sea posible. Para esto se deberían adecuar áreas y superficies de edificios para el uso de estas fuentes de energía.

**Principio 15: Monitoreo**



Se establece un **monitoreo de los principales parámetros que afectan la eficiencia y el confort.**

La forma clave para controlar y optimizar la eficiencia energética y el confort térmico sólo puede registrarse si se facilitan datos de medición al respecto. Sólo así los usuarios y los operadores de los edificios pueden actuar de forma específica para mejorar estos dos parámetros.

Fuente: Elaboración propia en base a 15 Principios EECA.

## 5. Design Charrete

### 5.1. Definición

Una Design Charrette corresponde a un **taller intensivo de trabajo** de varias sesiones, donde se reúnen distintos participantes de diferentes especialidades, para evaluar un proyecto de arquitectura y construcción, desde el punto de vista de los criterios de eficiencia energética y confort adaptativo (EECA) definidos en el proyecto CEELA.



### 5.2. Objetivo

El objetivo principal de una Design Charrette es el de priorizar y seleccionar estrategias de diseño arquitectónico que maximicen la eficiencia energética, mejoren el confort térmico y sean económicamente viables, con el fin de optimizar el rendimiento ambiental y la calidad de vida en los proyectos de construcción

#### 5.2.1. Objetivos específicos

##### a) Priorización de Principios de Eficiencia Energética

Identificar y priorizar los principios fundamentales de eficiencia energética aplicables al diseño arquitectónico, considerando su potencial impacto en la reducción del consumo energético y las emisiones de carbono, con el fin de optimizar el rendimiento ambiental de los proyectos.

##### b) Mejora del Confort Térmico y Eficiencia Energética mediante Estrategias de Diseño

Priorizar estrategias de diseño que promuevan el confort térmico y la eficiencia energética en edificaciones, evaluando su viabilidad y efectividad para maximizar

zar el bienestar de los usuarios y reducir el consumo de recursos energéticos.

#### c) Evaluación Integral de Estrategias Priorizadas

Desarrollar una evaluación técnico-económica de las estrategias de diseño prioritarias, considerando criterios técnicos y económicos para determinar su viabilidad y rentabilidad en el contexto específico del proyecto arquitectónico, con el objetivo de proporcionar recomendaciones prácticas y sustentables para su implementación



Figura 4. Enfoques Design Charrette

Fuente: Elaboración propia

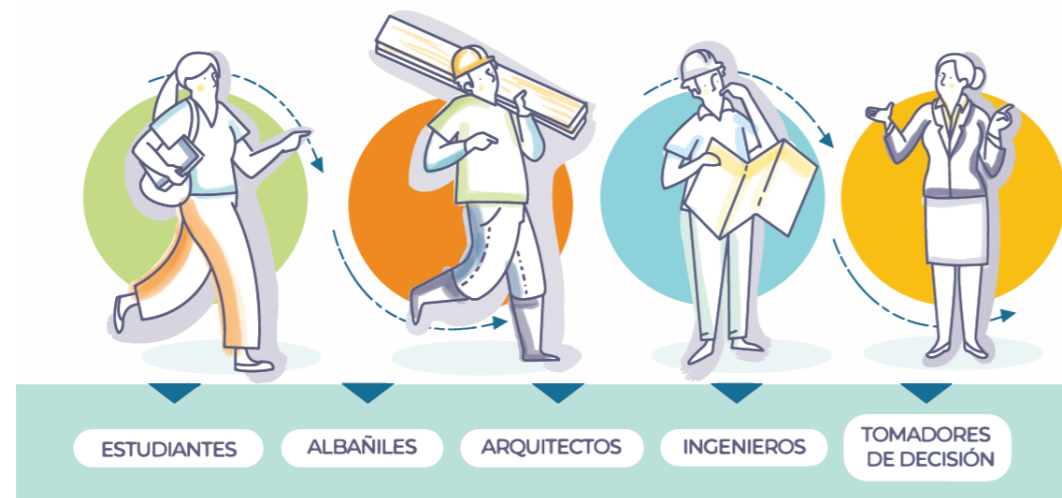
### 5.3. Factores previos a la Design Charrette

A la hora de llevar a cabo una Design Charrette se requiere tener en cuenta tres factores principalmente como son, primero los actores que van a participar, en segundo lugar, se debe tener en cuenta el tipo y tamaño del proyecto y, por último, la etapa en la que se encuentra el proyecto.

#### 5.3.1. Actores

Para lograr un proceso de design Charrette exitoso, es de gran importancia tener presente la mayor diversidad de actores que son parte de un proyecto.

Esto se refiere profesionales de arquitectura e ingeniería, pero también a profesionales de áreas técnicas, como personas a cargo de procesos de relacionamiento comunitario, presupuestos, genencia, entre otros. El equipo a cargo de la Design Charrette debe tener presente desde un inicio este requerimiento para asegurar el éxito de la instancia.



La diversidad en puntos de vista sobre un proyecto que nos permitirá alcanzar una amplia variedad de ideas y estrategias en relación a su diseño,

Los actores pueden ser de tipo directo, es decir aquellos actores que están directamente involucrados en el proyecto como el cliente, los inversores, el gestor del proyecto y su equipo, los especialistas, los proveedores y los subcontratistas. Por otro lado, están los actores indirectos al proyecto, como son los vecinos del futuro edificio, instituciones públicas y revisores del proyecto, todos ellos son sumamente importantes para el éxito de esta instancia.

### 5.3.2. Fases del proyecto

Desde la idea inicial de un proyecto hasta que el edificio es ocupado por los usuarios se identifican diferentes etapas, en cada una de ellas se desarrollan diferentes procesos según "the RIBA Plan of Work 2020" para alcanzar el objetivo final de diseñar proyectos que sean carbono neto cero.

Una Design Charrette debiese estar idealmente entre las etapas 1, 2 y 3, aunque podría ser de utilidad en las etapas 4 y 5 en el caso de que el proyecto pudiera asumir cambios a nivel de diseño.

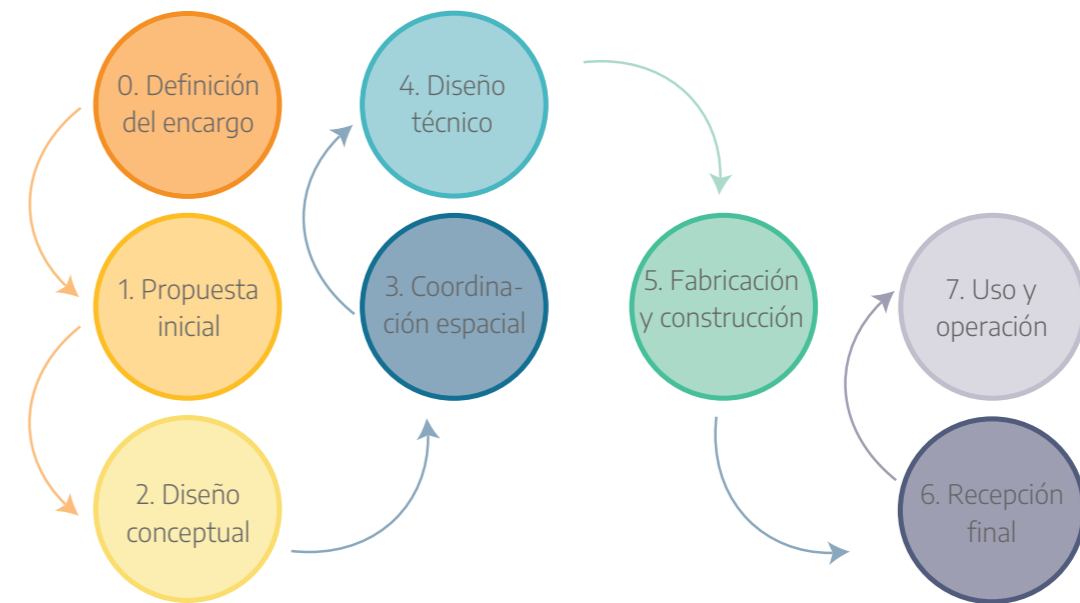


Figura 5. Etapas del proceso de diseño de un proyecto  
Fuente: Elaboración propia

0. Definición del encargo: Requerimientos del cliente al equipo de diseño.
1. Propuesta inicial: Resumen inicial del proyectos que recoge todos los requerimientos de diseño y se definen las estrategias de sustentabilidad.
2. Diseño conceptual: Primeros diseños del proyecto y propuesta inicial de especificaciones. En este punto es interesante la realización de estudios que el proyecto requiera.
3. Coordinación espacial: Definición del diseño conceptual y coordinación con un diseño estructura, de construcción y el análisis de costes.
4. Diseño técnico: Refinamiento del diseño existente y diseño del resto de especialidades previo a licitación de construcción.
5. Fabricación y construcción: Proceso de construcción del edificio.
6. Recepción final: Comisionamiento y revisión de la obra ejecutada.
7. Uso y operación: Postventa y servicio de seguimiento al cliente.

## 5.4. Estructura y duración

Se recomienda considerar que una Design Charrette tenga una duración mínima de 2 días, los cuales se distribuirán en dos jornadas de 3 horas de duración cada una y cada jornada dividida en 2 módulos de trabajo diferentes, como se muestra en la Tabla 2. Estructura Design Charrette.

En cada módulo se trabajará de forma diferente, pudiendo ser en conjunto entre todos los participantes o en grupos. Es importante que el equipo a cargo de la Design Charrette realice una planificación de los temas y tiempos que se considerarán en el ejercicio, un ejemplo de esto se puede ver en la Tabla 3. Estructura Design Charrette

Tabla 3. Estructura Design Charrette

Descripción de módulos		Duración
Día 1	Módulo 1	1 hora
	Introducción y principios CEELA	30 min
	Presentación de características y problemáticas del proyecto y clima donde se ubique	30 min
	Módulo 2	2 horas
	Discusiones en grupos sobre los 15 principios de CEELA que tendrán prioridad para el proyecto.	45 min
	Discusión general para abordar estrategias concretas, cada grupo con diferentes temáticas para abordar todos los criterios.	1 h 15 min
Día 2	Módulo 3	2 horas
	Evaluación de estrategias aplicadas al proyecto y resultados obtenidos por grupo.	1 hora
	Discusión de resultados y evaluación de estrategias entre todos los participantes.	1 hora
	Módulo 4	1 hora
	Evaluación económica de cada estrategia.	30 min
	Discusión y toma de decisión de estrategias a considerar.	30 min

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presentan las descripciones de las actividades de cada módulo del ejercicio de Design Charrette.

### 5.4.1. Módulo 1

Este módulo tiene como objetivo hacer un repaso por los 15 principios de diseño de CEELA de modo que se establezcan objetivos claros de qué se pretende lograr en la Design Charrette.

A continuación, se expone el proyecto a analizar, en el cual es fundamental destacar sus características principales, el diseño conceptual, el contexto y las principales problemáticas que enfrenta y pretende resolver.

Adicionalmente, se presenta un análisis detallado de las características climáticas de la ubicación del proyecto.

### 5.4.2. Módulo 2

En este punto se realiza una división en grupos para que se analicen cuales de los 15 principios de CEELA son más importantes para el proyecto y ordenen según el impacto que creen que podrían tener en el proyecto. Además, cada grupo tendrá asignado cierto número de principios que deberán analizar para determinar de que forma podrían ser implementados en el proyecto.

Una vez realizado el análisis en grupos, se presentan las estrategias para que sean analizadas en conjunto con el resto de los participantes. En este momento, es cuando el equipo de diseño de la Design Charrette aporta los resultados del análisis de simulación previo, descrito en el punto 5.5.3. Análisis de desempeño previo. Junto con los resultados de las simulaciones previamente realizadas se analiza el impacto de las estrategias concretas planteadas por los grupos de trabajo.

La jornada concluye con la propuesta de estrategias adicionales que se propone simular para completar el análisis de estrategias para que el equipo de diseño las entregue al día siguiente.

### 5.4.3. Módulo 3

El módulo 3 comienza trabajando en grupos para analizar los resultados de las estrategias propuestas el días anterior, con un enfoque en las temáticas trabajadas por cada grupo en la primera jornada.

Posteriormente, en base al trabajo realizado en grupo se presentan los resul-

tados de todas las estrategias propuestas y analizadas. En resumen, la dinámica de análisis de estrategias sería de la siguiente forma:

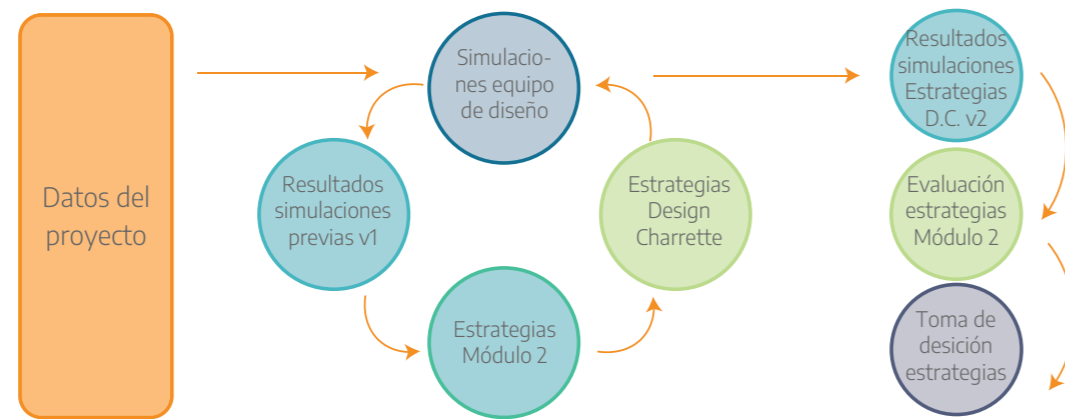


Figura 6: Flujo de trabajo para el análisis de estrategias  
Fuente: Elaboración propia

#### 5.4.4. Módulo 4

En el último módulo se analizan las estrategias desde un punto de vista no sólo desde el punto de vista del ahorro energético y el confort térmico, sino que también desde un punto de vista económico y ambiental siempre y cuando sea posible su cuantificación.

En base a este último análisis se decidirá cuáles son las estrategias que se incorporarán en el proyecto, obteniendo una propuesta final de mejora del diseño.

### 5.5. Trabajos preliminares a la Design Charrette

Previamente al inicio de una Design Charrette se requiere la elaboración de material de introducción, el cual contendrá información respecto al proyecto y las condiciones climáticas, el cual se enviaría a todos los participantes, según el formato de ficha de información previa incluida en el anexo A1 del presente documento.

En paralelo, el equipo de diseño de la Design Charrette, teniendo disponible la información del proyecto con antelación, debe realizar un análisis del proyecto en base a simulaciones energéticas de las principales estrategias de ahorro energético y confort térmico, estas estrategias se deben definir en base a los resultados de balance térmico y valores de temperatura interior del caso base.

#### 5.5.1. Datos del proyecto

Los datos del proyecto requeridos para la Design Charrette y este análisis previo son los siguientes:

- Plano de emplazamiento y ubicación.
- Planimetría en cad que incluya plantas, elevaciones, cortes y detalles constructivos.
- Modelo Revit (no es obligatorio, pero se recomienda).
- Requerimientos del mandante y criterios de diseño.
- Presentación del diseño conceptual del proyecto.
- Presentación de las principales problemáticas a las que se enfrenta el diseño.

#### 5.5.2. Características del clima

Se presenta un análisis detallado de las características climáticas de la ubicación del proyecto, incluyendo temperatura, humedad, viento y radiación solar de la zona. A continuación, se muestra un ejemplo de análisis de dos características climáticas de los climas de Cartagena y Lima, al comparar diferentes climas se puede apreciar de mejor forma el comportamiento de cada clima.

### Ejemplo 1. Análisis climático

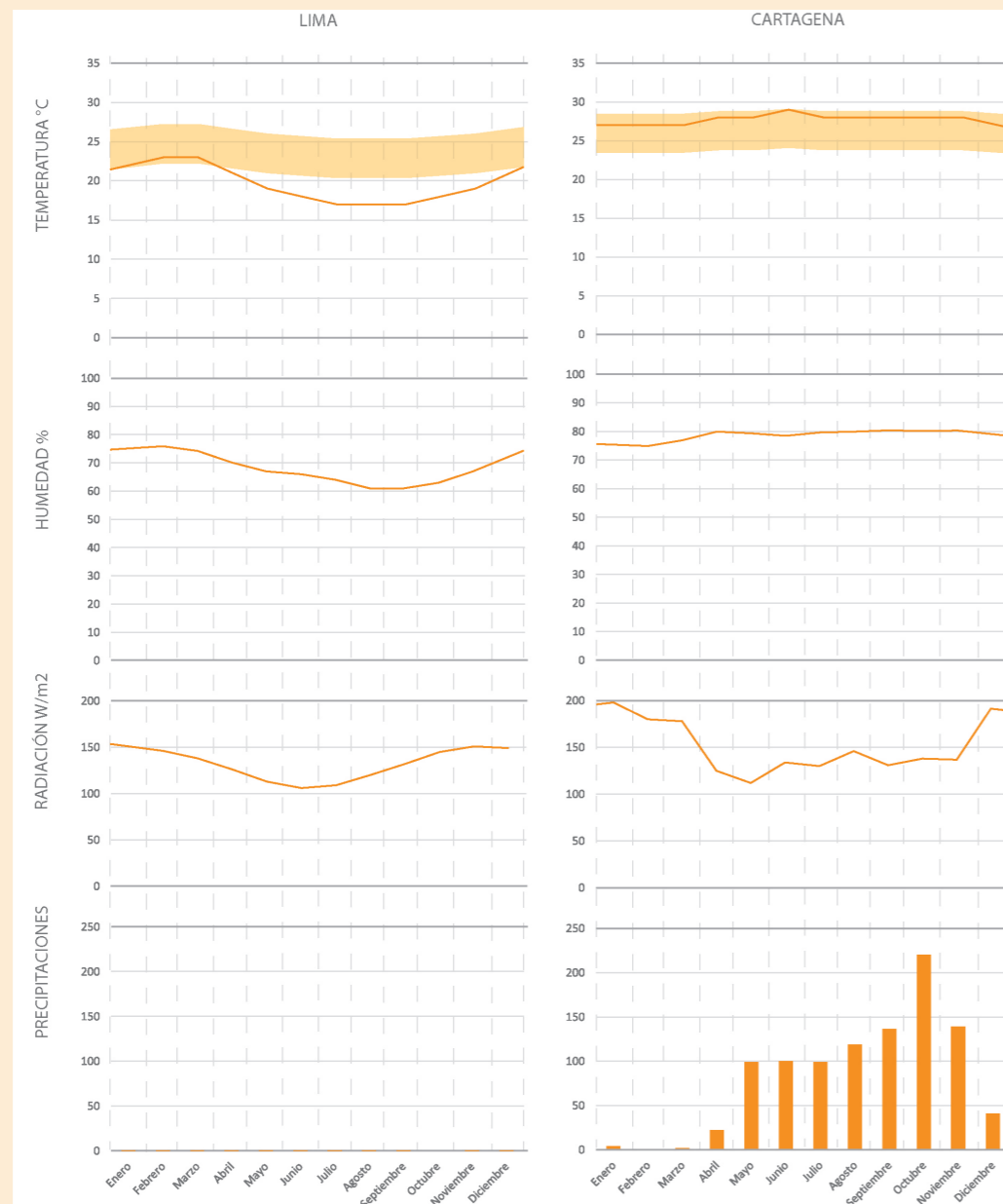


Figura 7. Ejemplo 1. Análisis climático de Lima y Cartagena

Fuente: Elaboración propia en base a datos climáticos de: Weather Spark (link Lima y Cartagena) y Power | Data access viewer (Link Lima y Cartagena)

Se observa que el rango de confort adaptativo en la ciudad de Cartagena es superior a la ciudad de Lima. A su vez, la temperatura de Lima demuestra una variación estacional (en temperatura y humedad) que no se observa en Cartagena. Una de las mayores diferencias que se deben considerar al momento de enfrentar un diseño es el de las precipitaciones y cómo estas varían de acuerdo a la época del año. Ambos climas muestran ser cálidos, sin embargo, el clima de Cartagena tiene una mayor componente de humedad, lo que incide directamente en las estrategias de diseño que se deben tener en cuenta.

### 5.5.3. Análisis de desempeño previo

En primer lugar, se realizará la simulación de sombras e incidencia de radiación solar por cada fachada del proyecto, con el fin de identificar las zonas de la fachada con mayor exposición al sol y tengan un mayor riesgo de sufrir disconfort térmico.

### Ejemplo 2. Análisis de radiación solar

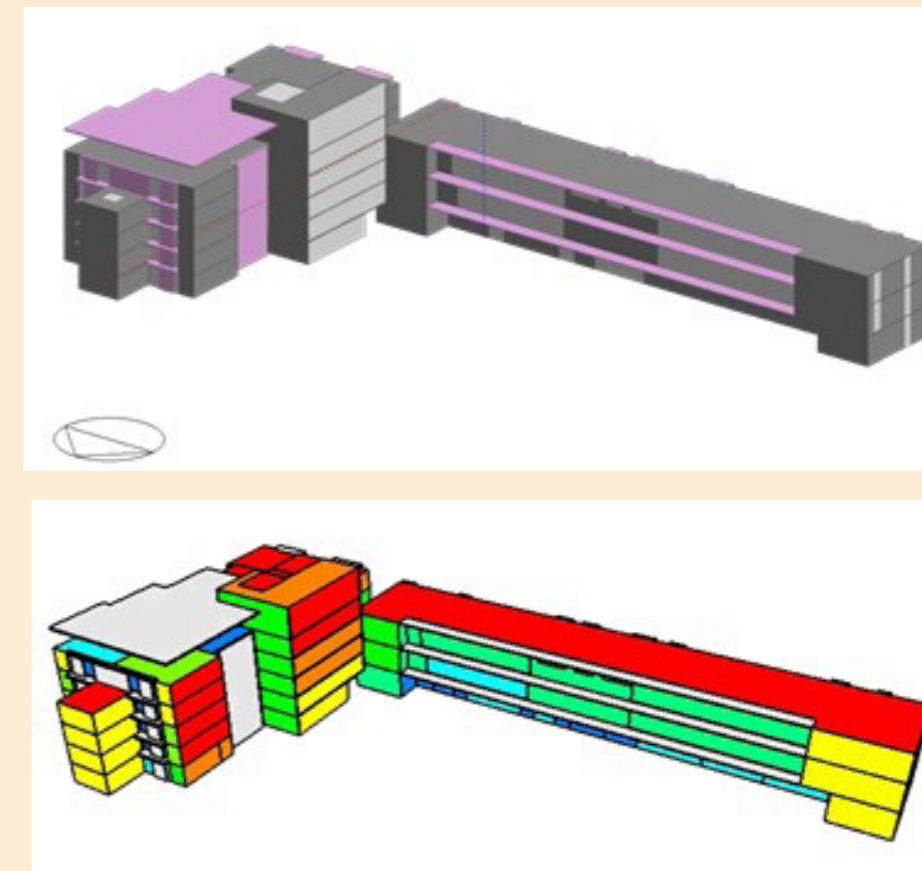


Figura 8. Ejemplo 2. Análisis de radiación solar

Fuente: Elaboración propia. Extraído de Design Builder

En este ejemplo se analiza la cantidad de radiación solar que incide en cada elemento de la fachada, facilitando identificar las zonas con mayor radiación (zona roja). El análisis fue realizado en el software Design Builder y el resultado se expresa en kWh/m<sup>2</sup> de radiación solar recibida por cada fachada. Esto se utiliza para evaluar diferentes estrategias de control solar.

Posteriormente, teniendo en cuenta las características del proyecto, se realiza el modelo energético del “Caso Base” el cual estará basando en la envolvente térmica y el diseño de arquitectura del proyecto y una cantidad de personas, horario y cargas internas en función de su uso. Una vez realizado el modelo “Caso Base” se simulan los siguientes resultados:

**a) Demanda térmica:** Resultado de la energía requerida por el edificio para alcanzar la temperatura de confort establecida en el modelo, la temperatura de confort se establece en función del clima, por lo general en clima cálido se considerará una temperatura de confort de 26°C. Los resultados se presentan de la siguiente forma:

### Ejemplo 3. Análisis de la demanda térmica

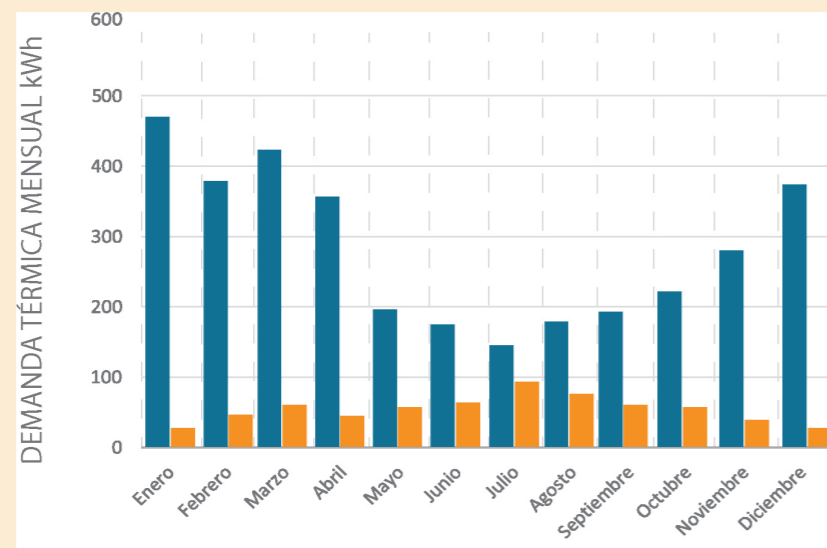


Figura 9. Ejemplo 3. Análisis de la demanda térmica  
Fuente: Elaboración propia

La demanda térmica se muestra en este ejemplo de forma mensual, para identificar las temporadas del año mayor demanda, aunque adicionalmente se puede mostrar como la demanda térmica anual (kWh-año) y como la demanda térmica anual por metro cuadrado de superficie acondicionada (kWh/m<sup>2</sup>-año), para permitir una comparación en vale al mismo factor entre diferentes proyectos.

Además de los resultados de demanda térmica mensuales se deben entregar los resultados anuales en balos absoluto (kWh-año) y por superficie climatizada (kWh/m<sup>2</sup>-año)

**b) Temperatura operativa:** Se simulará la temperatura operativa a lo largo de un periodo de tiempo determinado, que generalmente serán durante la semana más calurosa del año según los datos climáticos. La temperatura operativa se comparará con la temperatura exterior.

**c) Balance térmico:** Se calculará el balance térmico en base a las pérdidas y ganancias térmicas en el edificio.

### Ejemplo 4. Análisis de balance térmico

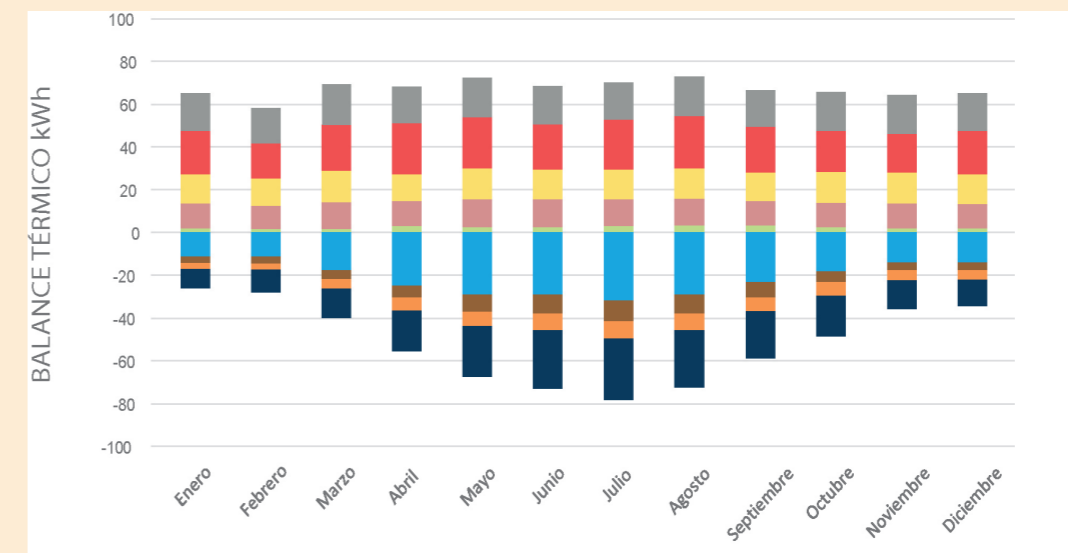


Figura 19. Ejemplo 4. Análisis de balance térmico  
Fuente: Elaboración propia

En los gráficos de balance térmico se puede analizar el comportamiento de la envolvente y el de las ganancias de calor configuradas en el modelo energético, como puede apreciarse en el ejemplo, las pérdidas aumentan en los meses centrales del año, mientras que las ganancias se mantienen constantes todo el año.

Adicionalmente, se pueden combinar los resultados de temperatura operativa y balance térmico mostrando su comportamiento durante un día representativo de la siguiente forma:

### Ejemplo 5. Análisis de balance térmico y temperatura

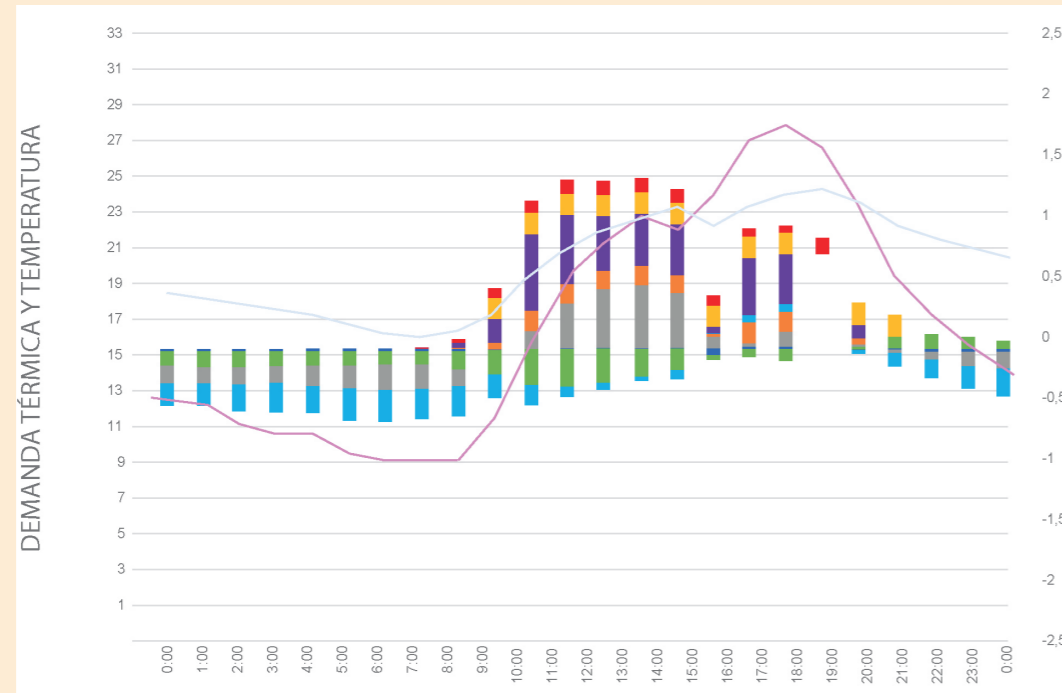


Figura 11. Ejemplo 5. Análisis de balance térmico y temperatura  
Fuente: Elaboración propia

En este ejemplo se muestra la simulación de un “día representativo” del proyecto, en el que se analiza la temperatura interior del recinto, la temperatura exterior y las pérdidas y ganancias térmicas que se producen a lo largo del día. Esto permite entender como afecta la envolvente y las cargas internas al comportamiento de la temperatura interior.

Un punto que se debe tener en cuenta es la relación entre la demanda térmica y horas de discomfort, ya que en la mayoría de los casos que se analizarán no estarán incluidos en el diseño equipos de refrigeración, por lo tanto, una mejora en la demanda térmica equivaldrá a una mejora en el confort térmico, aunque se requerirá analizar en detalle la cantidad de horas de discomfort que se reducen como consecuencia de la mejora de la demanda térmica.

**d) Iluminación natural:** En los proyecto se busca una reducción de la demanda energética, pero a su vez manteniendo el confort del ambiente interior, por lo tanto, es importante controlar que se mantengan buenos niveles de iluminación natural en los proyectos cuando se analicen estrategias.

Para ello se simula la iluminación natural mediante la iluminancia útil en diferentes horarios y orientaciones.

### Ejemplo 6. Análisis de iluminación natural

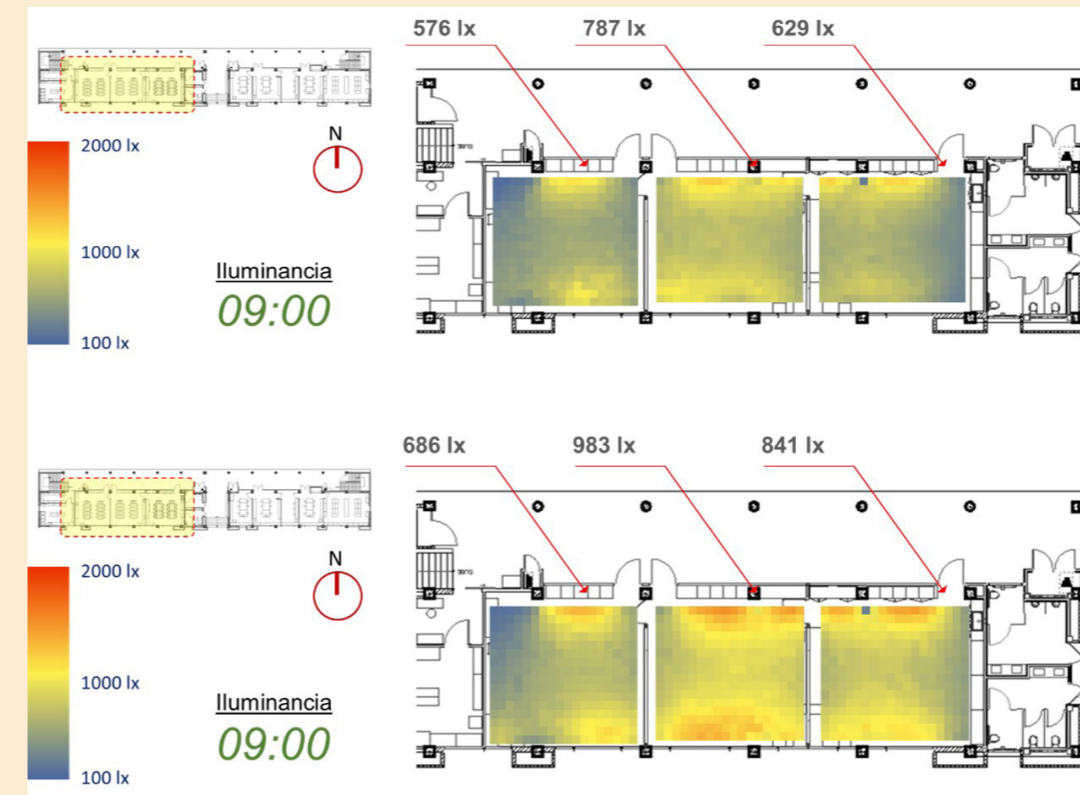


Figura 12. Ejemplo 6. Análisis de iluminación natural  
Fuente: Elaboración propia

En este ejemplo se muestra la mejora de iluminancia útil mediante la mejora de los elementos de control solar exteriores, propuesta en el proyecto analizado en un software de simulación de iluminación natural.

Por último, en base a los resultados del caso base se simular las estrategias de mejora, las cuales deberán ser al menos **10 estrategias** repartidas en los atributos de mejora con mayor potencial de mejora.

### 5.6. Participantes y roles

Se recomienda que una design charrette sea realizada en grupos desde dos personas a veinte personas, considerando que el trabajo se puede realizar en equipos más acotados. La forma de organizar puede variar, se recomienda lo siguiente como ejemplo.

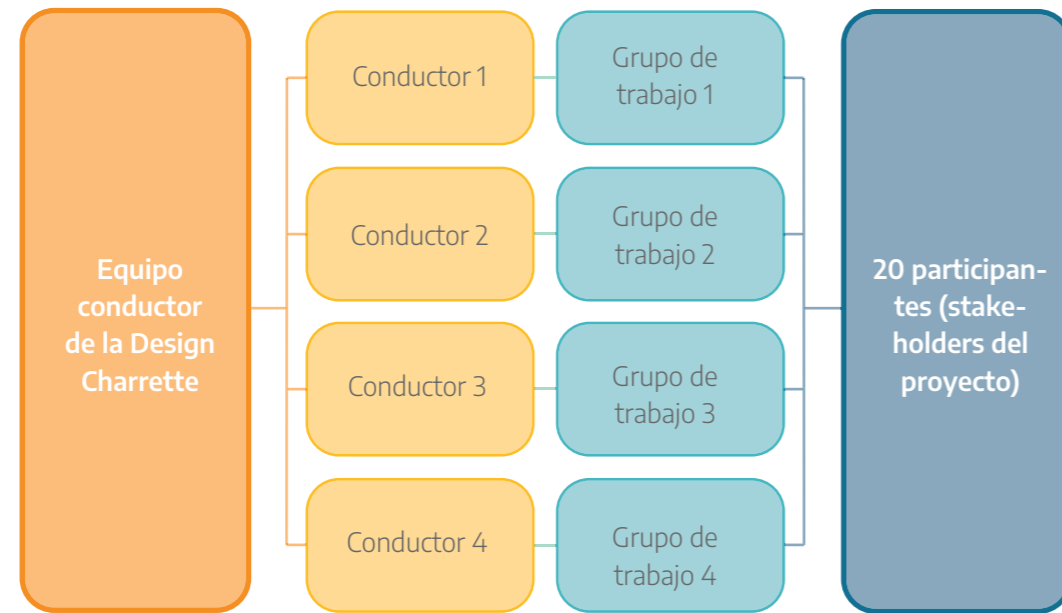


Figura 13. Estructura participantes Design Charrette

Fuente: Elaboración propia

Los roles de cada participante deben ser claros antes de comenzar, siendo responsabilidad del equipo de conductores explicar el proceso a seguir.

El equipo conductor es responsable de dirigir la Design Charrette, controlar el tiempo y entregar todos los inputs necesarios para llevar a cabo un correcto análisis del proyecto.

De los 20 participantes se espera un alto nivel de participación, con un alto nivel de interés en el proyecto y en las estrategias de mejora, de estos participantes o “Stakeholders” podemos distinguir dos grupos, por un lado, el equipo de diseño que trabaja directamente en el proyecto y el resto, este equipo de diseño, además, se requiere que tenga la disposición de evaluar y tomar en cuenta modificaciones en el proyecto para poder ser completamente analizadas.

## 6. Herramientas online

La participación en talleres de diseño arquitectónico es fundamental para fomentar la colaboración, el intercambio de ideas y la creatividad entre los participantes. La diversidad de perspectivas y experiencias enriquece el proceso de diseño, permitiendo la exploración de soluciones innovadoras y la identificación de desafíos desde diferentes ángulos. En general, este tipo de actividades se desarrollan mejor de forma presencial, por lo que se debe fomentar la realización de una Design Charrette presencial, en un espacio de trabajo que permita el trabajo colaborativo.

Independientemente, se podrá llevar a cabo de forma online siempre que sea necesario, y para esto se presentan a continuación que herramientas y plataformas se recomienda usar.

### 6.1.1. Herramienta para reuniones

Se recomienda utilizar la plataforma en línea Zoom como herramienta para facilitar la interacción y el desarrollo del taller.

Para el uso de la herramienta será necesario tener los siguientes soportes:  
Zoom Rooms

- Windows: 5.8.0 (505) o superior
- macOS: 5.8.0 (4055.0929) o superior
- Aparatos: 5.8.0 (293) o superior
- Controlador iOS: 5.8.0 (110.0927) o superior
- Controlador Android: 5.8.0 (898) o superior

### 6.1.2. Herramienta de participación

Estas herramientas no solo permiten una mayor accesibilidad y flexibilidad, sino que también amplían el alcance del taller, atrayendo a una audiencia diversa y proporcionando un espacio inclusivo para la expresión de ideas y la construcción colectiva de conocimiento.

Con el fin de potenciar la interacción de los participantes se aplicarán herramientas que permitan que los participantes dibujen o escriban en una pizarra virtual general los lineamientos que proponen, por ejemplo, la plataforma “Miro”.

## 7. Guía de evaluación de estrategias

A continuación, se presenta una breve guía sobre cómo abordar la Evaluación de estrategias de cada principio de CEELA. Em el caso de que se analicen estrategias que no aparezcan en esta guía, el equipo de conductores de la Design Charrette decidirán la metodología más adecuada.

Principio 1: Diseño integrado	
Objeto de análisis	Nivel de coordinación de proyecto
Criterios de evaluación	
Revisión de documentación y de la metodología de diseño aplicada al proyecto, se tendrá en cuenta la elaboración de objetivos claros de sustentabilidad para el proyecto, elaboración de minutas de reuniones entre especialistas, coordinación de especialidades y un informe de eficiencia energética coordinado.	

Principio 2: Control de la radiación solar directa	
Objeto de análisis	Sombreamiento de elementos traslucidos de la fachada
Criterios de evaluación	
Se evaluarán el nivel de radiación solar que incide en las fachadas, debiéndose controlar los elementos traslucidos expuestos a la radiación solar. Las estrategias a estudiar serían la incorporación de elementos de sombreado como aleros, celosías, o elementos de protección solar móviles. Los resultados mostrarán la reducción de radiación solar en la fachada en kWh/m <sup>2</sup> , el balance térmico de los espacios afectados por estas estrategias y/o la reducción de horas de discomfort o demanda térmica en dichos espacios. En la actualidad, existen programas informáticos que cumplen con las condiciones de simulación requeridas, tales como TAS, DesignBuilder, EnergyPlus, BLAST, DOE-2, Trnsys, IES, eQUEST, entre otros. Para una lista extensiva de programas, ver <a href="http://apps1.eere.energy.gov/">http://apps1.eere.energy.gov/</a>	

Principio 3: Energía incorporada	
Objeto de análisis	Principales materiales utilizados en el proyecto
Criterios de evaluación	
Revisión de las especificaciones técnicas de los principales materiales utilizados en el proyecto y evaluación de la energía incorporada de estos materiales. Utilizar para el cálculo la planilla Excel Minergie del “Caso Base” y tener como referencia DAP de materiales más comunes para el análisis de alternativas.	

Principio 4: Aislamiento térmico de la envolvente	
Objeto de análisis	Perdidas y ganancias térmicas a través de la envolvente térmica
Criterios de evaluación	
Valores mínimos de transmitancia térmica de acuerdo al tipo de clima y reducción de ganancias de calor principalmente visualizadas en el balance térmico. Sin embargo, el grado de adecuación de la protección térmica y de las superficies que se aislen depende en gran medida de la zona climática, el clima local y de la exposición de los componentes del edificio a la radiación solar directa. Para climas cálidos, los techos, altamente sujetos a radiación solar directa, pueden llegar a contener temperaturas mayores a los 80 grados centígrados (dependiendo de la superficie) en un día soleado. Esta temperatura crea un flujo de calor acelerado hacia el interior del edificio que debe ser evitado con un aislamiento térmico eficaz. Otras superficies como ventanas y paredes deben en principio ser aisladas térmicamente, sin embargo, el monto de aislamiento debe ser conmensurado con el fin de facilitar un enfriamiento de las superficies en horas de la noche, especialmente en zonas climáticas con alta diferencia entre temperaturas diarias y nocturnas. El cálculo se puede realizar mediante planilla Excel, según norma, Design Builder y la herramienta online Ubakus.	

Principio 5: Reducción de materiales tóxicos	
Objeto de análisis	Materiales utilizados en las terminaciones de los ambientes habitables
Criterios de evaluación	
Se evaluarán pinturas y barnices que no contengan plomo ni más de un 50% de disolventes. Se deberán evitar que materiales que emiten fibras al aire estén en contacto con el aire interior. Para esto se busca la reducción de materiales contaminantes que eleven el contenido de polvo y el contenido de compuestos volátiles (formaldehído entre otros).	

Principio 6: Movimiento de aire	
Objeto de análisis	Estrategias de mejora de la sensación térmica
Criterios de evaluación	
Este tipo de estrategias son más eficaces cuando el aire es seco, ya que el proceso de evaporación en la piel es más eficaz que cuando el aire está muy saturado de vapor. Sin embargo, incluso cuando el aire es relativamente húmedo, las corrientes de aire se perciben claramente como agradables. Para generar estas corrientes de aire es posible recurrir a la ventilación natural teniendo en cuenta la ubicación y diseño de ventanas o elementos activos como ventiladores de techo.	

Principio 7: Reducción de combustibles fósil	
Objeto de análisis	Tipos de sistemas de consumo de energía
Criterios de evaluación	
Se deberán evaluar equipos que no consuman ningún tipo de combustible fósil, priorizando el uso de equipos eléctricos. Se tendrá en cuenta para este análisis diferentes usos, como el de cocina y el de agua caliente sanitaria principalmente.	

Principio 8: Enfriamiento nocturno	
Objeto de análisis	Estrategias de ventilación contra el sobrecalentamiento
Criterios de evaluación	
En climas secos con amplitudes térmicas significativas entre el día y la noche (por ejemplo, superiores a 10°C), es beneficioso enfriar la masa térmica interior del edificio utilizando aire exterior frío. Sin embargo, es importante hacerlo de manera profunda para que el frescor se mantenga hasta la noche. Económicamente, solo es viable cubrir un ciclo día-noche de enfriamiento. En climas húmedos, el intercambio directo de aire externo durante la noche puede no ser tan favorable. La humedad relativa tiende a ser más alta durante la noche debido a la disminución de la temperatura, lo que puede deteriorar las condiciones controladas de humedad en edificios climatizados durante el día. Se evaluará la ubicación y diseño de ventanas, y se tendrán en cuenta como resultado la cantidad de renovaciones de aire por hora (ach) logradas en un recinto representativo del proyecto. Este cálculo se realizará en Design Builder o un software similar. Se deberá ver representado en el balance térmico el impacto de la ventilación nocturna.	

Principio 9: Diseño bioclimático de los espacios exteriores	
Objeto de análisis	Elementos de sombreado y enfriamiento de zonas exteriores
Criterios de evaluación	
Estas medidas pueden contribuir positivamente al confort en el interior de los edificios. La evaluación de este tipo de estrategias se realizará de tipo prescriptivo, estimado los posibles efectos positivo que puedan tener en el ambiente interior del proyecto.	

Principio 10: Equipos eléctricos y luminarias de alta eficiencia	
Objeto de análisis	Medidas de reducción del consumo eléctrico
Criterios de evaluación	
Se evaluará la reducción del consumo eléctrico respecto al “caso base” analizando estrategias de reducción de potencia instalada, mejora de la eficiencia de los equipos instalados y/o algún tipo de control de dichos sistemas.	

Principio 11: Comportamiento de los usuarios	
Objeto de análisis	Buenas prácticas del uso del edificio
Criterios de evaluación	
Es fundamental un uso responsable y eficiente de los edificios por parte de los usuarios, en este caso se pueden evaluar que prácticas podrían recomendarse para mejorar las condiciones de habitabilidad y reducción de consumo eléctrico. Este tipo de estrategias pueden ser de tipo control horario de ventanas o protecciones solares y pueden quedar recogidas en un manual para el usuario final.	

Principio 12: Manejo consciente del agua	
Objeto de análisis	Estrategias de ahorro hídrico
Criterios de evaluación	
<p>Analizar la eficiencia de los equipos de consumo de agua, ya sea en el interior como en el exterior del edificio, por lo tanto, se evaluará el potencial ahorro de agua mediante el cambio griferías, artefactos sanitarios o sistemas de riego.</p> <p>Además, sistemas como recolección de agua lluvia y reutilización de aguas grises entran dentro del análisis.</p> <p>El método de cálculo se realizará comprando la especificación técnicas de unos equipos con otros y estimando el potencial ahorro de agua.</p>	

Principio 13: Climatización eficaz	
Objeto de análisis	Eficiencia energética de los equipos de enfriamiento
Criterios de evaluación	
<p>Evaluar el tipo de equipo de refrigeración en base a su valor de eficiencia estacional SEER. Estimar el consumo energético en refrigeración en caso de contar con este tipo de equipamiento.</p> <p>Para este análisis se requiere conocer además la demanda térmica de refrigeración del edificio, para estimar el consumo energético.</p>	

Principio 14: Autogeneración de energía eléctrica renovable	
Objeto de análisis	Evaluación de ERNC
Criterios de evaluación	
Calcula la cantidad de energía que se puede generar con la superficie disponible para paneles fotovoltaicos, y calcular el porcentaje que representa la energía generada versus la energía consumida.	

Principio 15: Monitoreo	
Objeto de análisis	Estrategias de seguimiento de consumo energético y confort térmico durante la operación del edificio
Criterios de evaluación	
Incorporar equipos de medición y monitoreo, ubicarlo estos equipos y explicar cómo interpretar y usar estos resultados para mejorar el desempeño del edificio.	

## 8. Evaluación económica

La evaluación económica se realizará teniendo en cuenta el costo de inversión de las medidas. Algunas medidas tendrán costo de inversión (ejemplo: cambio de tipo de vidrio, aislación de la envolvente). Otras medidas pueden no tener costo de inversión (ejemplo: selección de la orientación, retranqueo en fachadas, estrategias de ventilación natural). En caso que se de sobre costo de inversión, este debe ser calculado en base a precios referenciales basados en el presupuesto base del proyecto.

Siempre y cuando sea posible calcular un ahorro económico este será calculado para calcular el retorno simple de la inversión (PAYBACK).

$$PAYBACK (tiempo) = \frac{\text{Sobrecoste total (\$)}}{\text{Ahorro anual (\$)}}$$

### Ejemplo 7. Análisis económico

En un proyecto se propone cambiar el tipo de vidrio utilizado especificado, con lo cual se obtiene un ahorro en el consumo de refrigeración del 30%, lo cual corresponde a 1.000 USD al año. Sobre los costos de inversión de ambos vidrios se tiene la siguiente información:

Vidrio 1 (Caso base): Costo de inversión total 15.000 UDS.  
 Vidrio 2 (Estrategia): Costo de inversión total 18.000 UDS.

¿En cuanto tiempo se recupera la inversión?

En primer lugar, se debe calcular es sobrecoste de inversión inicial, el cual es de 3.000 USD. Luego, mediante la fórmula de Payback calculamos el plazo de retorno.

$$PAYBACK = \frac{3.000 \text{ USD}}{1.000} = 3 \text{ años}$$

El plazo de recuperación de la inversión es de 3 años

## 9. Resumen de propuestas

Se realiza en el módulo 4 (día 2) la unión de todas las estrategias propuestas por los grupos para abordar una discusión general de cuales merece la pena implementar en el proyecto, para ello se propone la elaboración del siguiente gráfico, que muestra el impacto en el confort térmico y en el presupuesto.

### Ejemplo 8. Análisis de costo-efectividad de estrategias

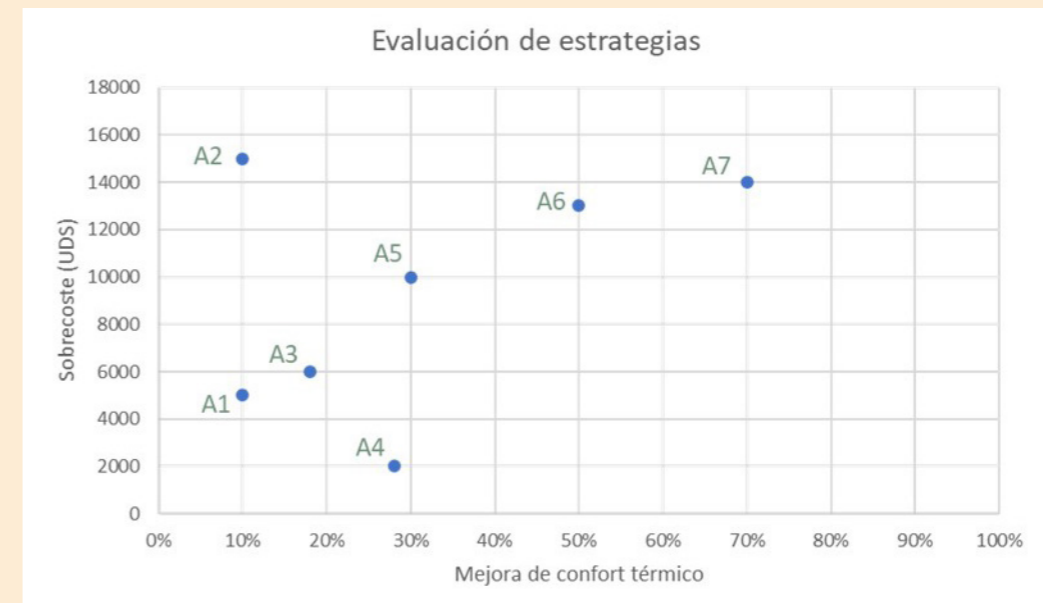


Figura 14. Ejemplo 8. Análisis de costo-efectividad de estrategias

Fuente: Elaboración propia

En este ejemplo se compara la inversión y el ahorro correspondiente a cada alternativa analizada, haciendo posible identificar fácilmente las estrategias con menor inversión y con mayor ahorro.

## 10. Criterios de selección

Por último, la Design Charrette finaliza con la elección de todas las estrategias de diseño a incorporar en el proyecto, estas estrategias deben cumplir con los criterios de selección establecidos en los objetivos de la Design Charrette. En resumen, la propuesta de mejora final para el diseño del proyecto deberá cumplir con los siguientes 4 factores:

### a) Reducción de emisiones de CO2

Ya sea por una reducción en el consumo eléctrico durante a operación del edificio (módulo B6) o por una reducción de la energía incorporada de los materiales especificados se contabilizará el impacto ambiental de la propuesta de mejora de diseño. Se considera que la propuesta de mejora debería alcanzar una reducción de emisiones de CO2 de al menos un 30%.

### b) Rentabilidad económica

Siempre y cuando sea posible estimar el ahorro económico y el sobrecoste de las estrategias de diseño propuestas se llevará a cabo el análisis de rentabilidad, con el criterio de que una rentabilidad inferior a 10 años se considera aceptable y cualquier resultados por debajo de los 10 años aplica como una estrategias recomendable económicamente, debido a que se considera una vida útil de materiales y sistemas de 20 años.

### c) Mejora del confort térmico

Las estrategias propuestas deberán ser analizadas desde el punto de vista de confort térmico, estas deberán ayudar a mejorar el confort térmico, se considera que la propuesta de mejora debería alcanzar una mejora del confort térmico de al menos un 20%.

### d) Factibilidad técnica

Todas las estrategias propuestas deben ser analizadas por el equipo de diseño y construcción del proyecto para evaluar si factibilidad, en este caso las estrategias serán factibles o no.

En resumen, la zona marcada en amarillo de la siguiente imagen representa la zona donde deberían estar todas las estrategias propuestas para el proyecto.

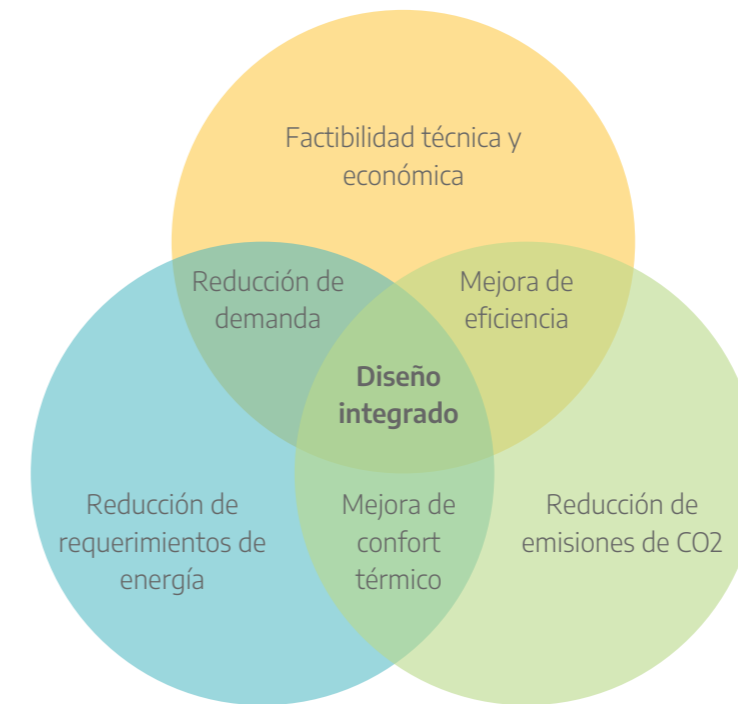


Figura 15. Criterios de evaluación de estrategias  
Fuente: Elaboración propia

## Anexo 1. Cartas



CEELA es un proyecto de:



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

