

# Guía de Implementación del Proceso Integrativo en Colombia





---

## Dirección Editorial

---

Viviana Valdivieso CCCS

---

## Colaboradores Editoriales

---

Natalia Arroyave CCCS

Juan David Lizcano CCCS

Luis Fernando Bohorquez Universidad de los Andes

---

## Comité Editorial (Autores)

---

Ana María Landaeta CCCS

Angélica Ospina CCCS

Melissa Ferro CCCS

Tatiana Carreño CCCS

---

## Diagramación y Diseño de cubierta

---

Ima Barraza Design Studio

---

ISBN: 978-958-53949-3-3

---

## MAYOR INFORMACIÓN

© Consejo Colombiano de Construcción Sostenible 2022

Todos los derechos reservados.

Dir. de correspondencia: Carrera 7 # 71-21

Edificio Avenida Chile, Torre A, Piso 5. AA 110231

Bogotá, Colombia

[www.cccs.org.co](http://www.cccs.org.co)

El contenido de la presente publicación se encuentra protegido por las normas internacionales y nacionales vigentes sobre propiedad intelectual, por tanto su utilización, reproducción, comunicación pública, transformación, distribución, préstamo público e importación, total o parcial, en todo o en parte, en formato impreso, digital, o cualquier formato conocido o por conocer, se encuentran prohibidos, y solo serán lícitos en la medida en que se cuente con la autorización previa y expresa por escrito de los autores. El CCCS no garantizan la precisión, confiabilidad o integridad del contenido incluido en este trabajo, ni de las conclusiones o juicios descritos en este documento, y no aceptan responsabilidad alguna por omisiones o errores (incluidos, entre otros, errores tipográficos y errores técnicos) en el contenido en absoluto o por confianza al respecto.



---

## Agradecimientos

---

Se hace un reconocimiento especial a las siguientes empresas por su participación:

57uno Arquitectura  
AE Architectural Engineering  
AEI Spaces  
Angela Atehortúa Sostenibilidad Desde el Origen  
Arpro  
Arquint  
Arquitectura y Concreto  
Comfama  
HVAC Consulting  
Prodesa  
Proyecto CEELA  
Rizoma E.U.  
Cuatroplanos  
Green Loop  
Grupo Contempo  
Gustavo Perry Arquitectos  
Juan Pablo Ortiz Arquitectos  
La B  
Payc  
Setri Sustentabilidad  
Simgea  
Syma Constructores y Consultores  
Sumac  
Universidad de los Andes

Un agradecimiento a todas las personas que participaron en el estudio y en el proceso de entrevistas.



## TABLA DE CONTENIDO

1

---

PRÓLOGO

2

---

INTRODUCCIÓN

3

---

¿CÓMO SE ESTRUCTURA ESTA GUÍA  
Y QUIÉN PUEDE USARLA?

4

---

¿QUÉ ES EL PROCESO INTEGRATIVO  
Y PARA QUÉ SIRVE?

# 5

---

## PENSAMIENTO SISTÉMICO

### PRINCIPIOS DEL PENSAMIENTO SISTÉMICO APLICADOS A LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

1. Análisis de uso final, menor costo
2. Proyecto y equipo como un organismo
3. Relación entre los sistemas
4. Los pasos correctos en el orden correcto
5. Los grandes ahorros son más baratos que los pequeños ahorros
6. Todo se cuestiona, no se asumen respuestas correctas
7. Aprendizaje continuo
8. Atravesar la barrera del costo

# 6

---

## PREMISAS PARA EL CAMBIO DE MENTALIDAD

1. Equipo colaborativo de profesionales clave
2. Definición de visión, alcance y metas
3. Comunicación efectiva y abierta
4. Innovación y síntesis
5. Proceso de decisión sistemático
6. Proceso iterativo con ciclos de retroalimentación
7. Cuestionar supuestos

# 7

---

## ACTIVIDADES Y ESTRATEGIAS PARA IMPLEMENTAR EL PROCESO INTEGRATIVO

PLANEACIÓN

DISEÑO

Diseño esquemático

Desarrollo del diseño: Anteproyecto y Proyecto

PRECONSTRUCCIÓN

CONSTRUCCIÓN

ENTREGA O ACEPTACIÓN

# 8

---

## ESTUDIO DE CASO: CENTRO CÍVICO UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

# 9

---

## ANEXOS

ANEXO A: TALLER DE METAS Y  
EXPECTATIVAS DEL PROYECTO

ANEXO B: BASE PARA ELABORAR LA MATRIZ  
DE ROLES Y RESPONSABILIDADES

ANEXO C FORMATO DE BASES DE DISEÑO

ANEXO D: FORMATO DE REVISIÓN DE LOS  
DISEÑOS

ANEXO E: FORMATO CUADRO COMPARATIVO  
PROPONENTES

ANEXO F: RECOMENDACIONES  
POLÍTICA DE COMPRAS Y CAMBIOS DE  
ESPECIFICACIONES

ANEXO G: RECOMENDACIONES PARA LA  
REVISIÓN DE AVANCE Y CALIDAD DE LOS  
SISTEMAS INSTALADOS

ANEXO H: LISTA DE CHEQUEO PARA  
ENTREGABLES

ANEXO I: CONTENIDO SUGERIDO DE MANUAL  
DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

# 10

---

## BIBLIOGRAFÍA



## Prólogo

Usualmente los modelos de gestión de proyectos de arquitectura corresponden a la forma en la que el promotor materializa las fases de diseño y construcción de su proyecto, el modo en que realiza la elección de las distintas empresas participantes, el momento en que se incorporan y empieza la participación de éstas en el proyecto y a cómo se distribuyen las responsabilidades y los riesgos, entre otros.

La gran mayoría de aspectos que conforman el modelo de gestión quedan establecidos con claridad en los contratos que se firman entre la propiedad del proyecto y el resto de empresas que participan en el mismo.

Uno de los principales problemas que presentan las estrategias tradicionales de gestión, utilizadas en el sector de la construcción en la actualidad, es que, en general, se desarrollan bajo un marco preponderantemente individualista donde cada empresa busca obtener los mayores beneficios propios, y no de proyecto, con el menor esfuerzo posible.

Estos modelos de gestión tradicionalmente se basan en una estructura jerárquica de tipo vertical donde cada actor edificatorio se centra en el desarrollo de su propio trabajo involucrándose poco

en el resto de trabajos del proyecto. El modelo de gestión conocido como Integrated Project Delivery [IPD], o en español, Entrega Integrada de Proyectos, presentado desde el año 2007, por el American Institute of Architects [AIA], pretende dar soluciones a los principales problemas de comunicación, ineficiencia, escasa productividad, aumento de costos y alargamiento en los plazos de ejecución, que generan los modelos de gestión comúnmente utilizados desde principios de los años 90, iniciándose como un acto inconsciente e intuitivo de la arquitectura para después transformarse en una disciplina que hoy en día y afortunadamente tiene a su servicio no solo estándares y guías como “Integrative Process (IP) ANSI Consensus National Standard Guide© 2.0 for Design and Construction of Sustainable Buildings and Communities (2012)” sumado al de la AIA.

La AIA (The American Institute of Architects) en el documento mencionado, visualiza el proceso de diseño integrado en una forma bastante holística ya que considera e integra personas, sistemas, estrategias y prácticas del negocio en un proceso que vincula en forma colectiva talentos y visiones para optimizar resultados, incrementando el valor del inmueble, conservando y potenciando recursos, reduciendo emisiones y especialmente proveyendo espacios más saludables. Este enfoque, es el que hoy abordan algunos sistemas de certificación en tanto que, para la mayoría de estas herramientas, el objetivo es principalmente la eficiencia energética y por ende el confort térmico. La recomendación sin embargo es que se tenga en perspectiva que una edificación es más sustentable en la medida que demuestre un desempeño óptimo en otros aspectos de interés relacionados con lo ambiental, lo social y lo económico y que por lo tanto es fundamental que el proceso de diseño integrado incorpore las otras variables que son parte de la evaluación de un sistema de certificación multicriterio.

La publicación de la “Guía de Implementación del Proceso Integrativo en Colombia” a cargo del Consejo Colombiano de Construcciones Sostenibles en sin duda una iniciativa de fundamental valor por cuanto invita con serios estudios de casos a repensar los modelos de cómo desarrollar proyectos de alto desempeño, que operen de manera adecuada y que interactúen de la mejor forma con el entorno, logrando proyectos realmente sostenibles y saludables, que no cuesten más, como lo afirma el texto. Es plausible el abordaje del tema desde la perspectiva de interpretarlo con la lógica del pensamiento sistémico. Por definición el pensamiento sistémico es **la habilidad de resolver**

**problemas dentro de un sistema complejo, tomando una perspectiva que tiene en cuenta la totalidad del sistema** y analizando la interacción de sus partes. Se basa en el estudio multidisciplinar de los sistemas, entendidos como entidades formadas por partes interrelacionadas e interdependientes, que juntas crean algo diferente a la simple suma de sus partes. Este tipo de pensamiento se diferencia del tradicional porque no intenta aislar cada variable de una situación o fenómeno y estudiarla por separado.

En la práctica, el proceso integrativo conduce hacia una acción transformadora en el que todas las disciplinas de un proyecto de construcción funcionan como una sola empresa. Los miembros principales del equipo incluyen al arquitecto, consultores técnicos clave, así como un contratista general y subcontratistas. El creciente uso del modelado de información de construcción en esta industria, permite compartir información más fácilmente entre los participantes del proyecto que utilizan el proceso integrativo y se considera una herramienta para aumentar la productividad a lo largo del proceso de construcción.

El texto identifica e invita a quienes pueden ser los usuarios para su lectura y consulta y mediante su lectura he podido apreciar que las ventajas que se obtienen de la aplicación de esta metodología colaborativa son muy numerosas. Se consigue disminuir tanto el costo real de proyecto, como los plazos de ejecución, y aumentar la eficiencia constructiva, entre otros aspectos, mediante la comunicación, la planificación e innovación, la colaboración y el trabajo en equipo. Así lo avalan también los casos de estudio tales como “El Centro Cívico Universitario está ubicado en el Campus de la Universidad de los Andes, en centro histórico de la ciudad de Bogotá, Colombia”.

Finalmente, el texto contiene varias invitaciones por demás interesantes y retadoras: Proyecto y equipo como un organismo, Todo se cuestiona, no se asumen respuestas correctas, Los pasos correctos en el orden correcto, Los grandes ahorros son más baratos que los pequeños ahorros, Aprendizaje continuo y Atravesar la barrera del costo; lo cual sumado nos conducen a un cambio de mentalidad. Felicitaciones al equipo CCCS y ¡bienvenido el cambio!

**Arquitecto Alfredo Manuel Reyes Rojas**

Expresidente Nacional Sociedad Colombiana de Arquitectos  
Director ejecutivo del Consejo Profesional Nacional de Arquitectura - CPNAA



## Introducción

La industria de la construcción tiene varias características que la han llevado a ser fragmentada y a tener ineficiencias a nivel de sus procesos y sus resultados. En general, en un proyecto participan múltiples actores que no tienen, necesariamente, una relación contractual, se llevan a cabo una gran cantidad de procesos secuenciales, se generan silos de experiencias; y los proyectos, por su naturaleza no son replicables. A partir de la revolución industrial, se han eliminado barreras para el acceso a materiales y tecnologías, y los sistemas y componentes de las edificaciones se han complejizado, llevando a una alta especialización a nivel de los equipos de profesionales que componen la industria.

Esta evolución ha incentivado el desarrollo tecnológico y ha permitido abordar proyectos cada vez más complejos en un menor tiempo. Sin embargo, también se ha generado una fragmentación de los procesos de diseño y construcción, llevando a que no haya un entendimiento sistémico y global del proyecto, y a que se desarrollen optimizaciones de manera aislada o desarticulada con relación al contexto, lo que genera altos impactos ambientales y

un producto final que no siempre responde adecuadamente a las necesidades y expectativas del usuario. El proceso integrativo nace como respuesta a la necesidad de desarrollar proyectos de alto desempeño, que operen de manera adecuada y que interactúen de la mejor forma con el entorno, logrando proyectos realmente sostenibles y saludables, que no cuesten más. Para esto propone un cambio importante en el modelo mental que tenemos al concebir, planear, diseñar, construir y operar los proyectos de construcción, hacia un modelo mental sistémico basado en procesos colaborativos y ciclos de retroalimentación. Asimismo, genera una propuesta metodológica que integra mejores prácticas de diseño y construcción para potenciar la optimización de las relaciones y sinergias entre los sistemas, la creatividad y el conocimiento de equipos interdisciplinarios conformados desde etapas tempranas, basados en una visión holística del proyecto.

Por esta razón, desde la Hoja de Ruta Nacional de Edificaciones Neto Cero Carbono (CCCS, 2022), se plantea como una acción transformadora de alta importancia el incorporar prácticas de proceso integrativo en los proyectos con el fin de mejorar los procesos de diseño y construcción y lograr los retos necesarios para generar la contribución de esta industria a las metas nacionales y globales.

Esta guía es una herramienta para que las empresas y los equipos puedan implementar de manera efectiva el proceso integrativo a nivel de sus proyectos de construcción potenciando la sostenibilidad del mismo y logrando proyectos de alto desempeño que no cuestan más, entendiendo que en gran medida los sobrecostos asociados a la sostenibilidad un proyecto de construcción, tienen una alta relación con el momento en el que se tome la decisión de ser sostenible y



con los procesos asociados a la gestión del proyecto. Esta guía, al igual que el proceso integrativo, no es una fórmula, ni una receta, ya que cada proyecto es único, cada empresa tiene sus propios procesos que deben ser conservados en la medida que funcionen bien. En este sentido brinda una serie de herramientas y estrategias que pueden ser usadas y ajustadas a criterio de cada proyecto.

En la primera parte de la guía se explica la base filosófica del proceso integrativo, incluyendo un capítulo sobre el pensamiento sistémico y sus principios aplicados a la construcción sostenible y otro sobre las premisas del cambio en el modelo mental sugerido por el proceso integrativo. La segunda parte se centra en explicar la metodología integrando las actividades y estrategias sugeridas para implementar el proceso integrativo, a la luz de las fases de un proyecto de construcción. Finalmente, como anexo se presentan varios recursos importantes asociados a las actividades y estrategias del proceso. Toda la guía está ilustrada con ejemplos cortos y casos de estudio de proyectos reales en los que se ha implementado el proceso integrativo total o parcialmente, con el fin de ayudar al lector a aclarar los conceptos y a visualizar cómo este proceso es fundamental en el éxito y sostenibilidad de un proyecto, y cómo la construcción sostenible comienza con la transformación del proceso de diseño y construcción.

La guía se ha desarrollado con base a la experiencia de las autoras y de un grupo importante de diseñadores, desarrolladores y consultores que en su ejercicio profesional han implementado buenas prácticas de diseño integrativo, logrando la sostenibilidad y mejor desempeño de proyectos.



## ¿Cómo se estructura esta guía y quién puede usarla?

El proceso integrativo tiene unas bases fuertes en el pensamiento sistémico, es decir en tener una visión holística del proyecto, entender los sistemas que lo componen, las sinergias que existen entre los sistemas y en la capacidad de los equipos de optimizar dichas relaciones. Esto implica generar unos cambios importantes en el modelo mental que cada persona tiene al aproximarse a los proyectos de construcción. Aunque hay evidencia clara sobre los grandes beneficios del proceso integrativo y de la relación de su implementación con la reducción de sobrecostos asociados a la construcción sostenible, en general los profesionales de la industria integran componentes aislados de sostenibilidad en sus proyectos desde productos verdes o desde el uso de algunas herramientas, como pueden ser los sistemas de certificación (que no siempre se articulan en función del proyecto).

Esta guía propone entender e integrar la sostenibilidad a los proyectos, desde el cambio en el modelo mental del equipo y de la empresa desarrolladora, y desde los procesos que constituyen la gestión del proyecto, integrando actividades y estrategias que potenciarán la sostenibilidad del mismo. En este contexto las herramientas y los productos entran a soportar los procesos de diseño y construcción, pero no son el fin último del proyecto.

Esta guía después de explicar en términos generales qué es el proceso integrativo, se centra en profundizar lo que es el pensamiento sistémico, como base filosófica del proceso integrativo, en exponer las premisas necesarias para lograr el cambio en el modelo mental y finalmente en explicar el proceso desde el punto de vista metodológico para implementar el proceso integrativo en las diferentes fases de un proyecto de construcción. Como anexo se encuentran recursos importantes que facilitarán la implementación del proceso para los equipos de proyectos.

El capítulo de pensamiento sistémico explica cada uno de los principios del pensamiento sistémico aplicados a la construcción sostenible y presenta ejemplos ilustrativos de su aplicación. Estos principios pueden ser usados de forma directa en cada proyecto, logrando



Figura 1. Relación del modelo mental, procesos, herramientas y producto

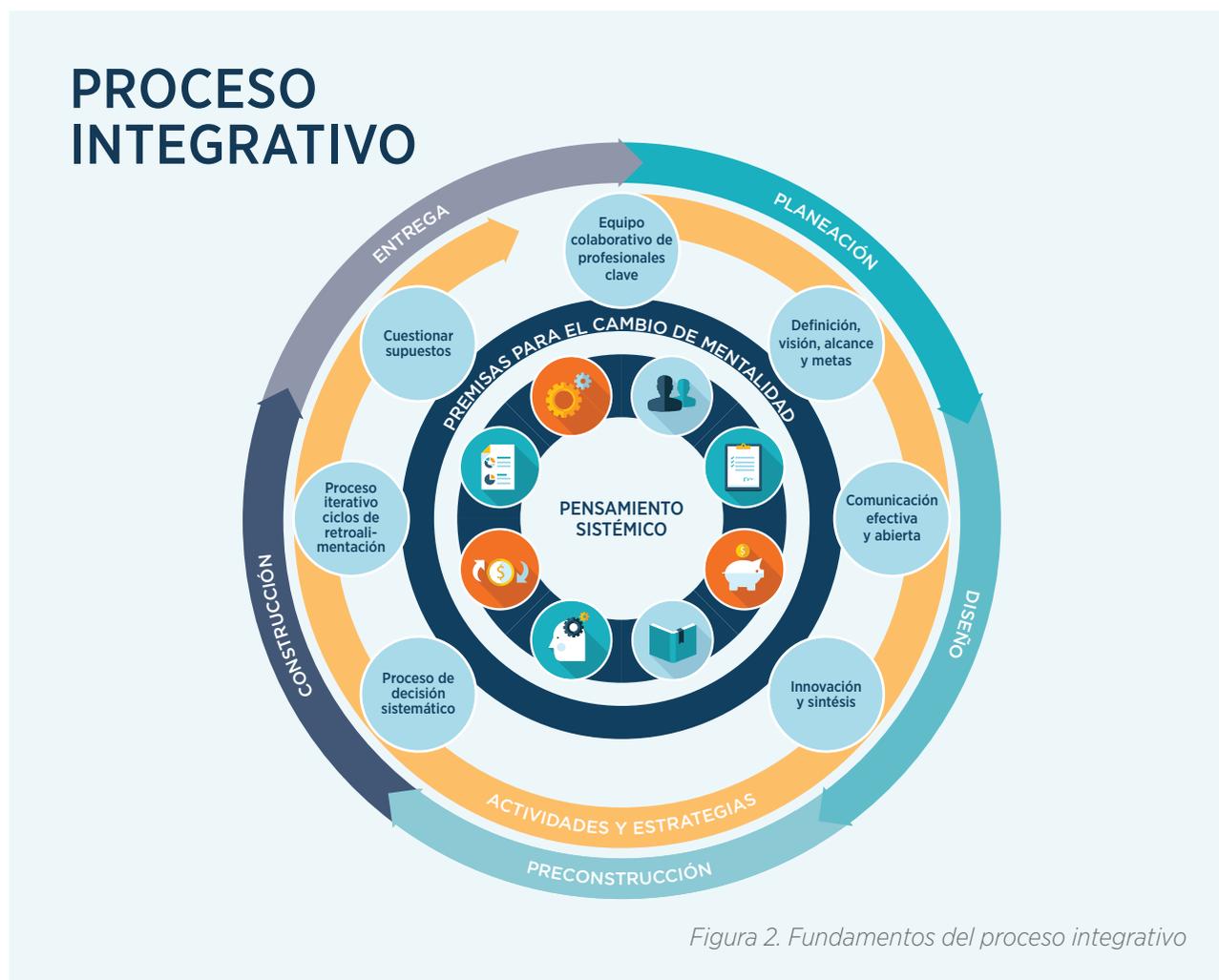


Figura 2. Fundamentos del proceso integrativo

potenciar sustancialmente la sostenibilidad del mismo. El capítulo de premisas para lograr los cambios en el modelo mental requerido, explica cada premisa, el cambio mental planteado y expone de forma general las actividades o estrategias que se sugiere incorporar al proyecto, las cuales se profundizan en el capítulo de actividades y estrategias para implementar el proceso integrativo, en el marco de las fases del proyecto. En este último capítulo se profundiza en cada actividad, qué se debe incorporar en el proceso del proyecto, integrando las mejores prácticas que se han recogido con años de experiencia de implementación del proceso en la industria. Para el desarrollo efectivo de varias de estas actividades, la guía presenta recursos en los anexos. Finalmente se expone un estudio de caso de un proyecto con altos estándares de sostenibilidad y aplicación del proceso integrativo.

Esta guía cuenta con una serie de hipervínculos que permite la navegación a través de sus páginas y está diseñada para que los equipos de proyecto puedan volver a ella una y otra vez, sin embargo, se sugiere que la primera vez que sea consultada se lea completa, para poder maximizar el beneficio que el proyecto puede lograr tras la implementación del proceso integrativo.

La guía está diseñada para ser consultada por todos los miembros de la cadena de valor que hacen parte de los proyectos construcción. La alta dirección de las empresas puede usarla para entender como adoptar el proceso integrativo como parte integral de la cultura y de los procesos de la empresa. Los equipos de gerencia de proyectos pueden usar la guía como herramienta en la gestión del proyecto. Los equipos participantes de los proyectos pueden usar la guía para potenciar su participación en proyectos que integren este tipo de procesos. Entendiendo que el proceso integrativo se basa en la incorporación de procesos colaborativos, existe una alineación completa con los procesos de implementación BIM (Building Information Modeling) a nivel de las empresas, y puede llevar a potenciar los beneficios de este.

Esta guía es aplicable a cualquier proyecto que busque lograr un verdadero edificio de alto rendimiento: uno que sea eficiente, rentable, productivo, saludable y sostenible durante todo su ciclo de vida. Por esto debe ser un referente para cualquier proyecto que

busque integrar la sostenibilidad. De igual forma sirve como referencia para los proyectos que están en búsqueda de certificaciones en construcción sostenible como son LEED y CASA Colombia, en las cuales el proceso integrativo forma parte de las estrategias sugeridas para lograr la certificación.



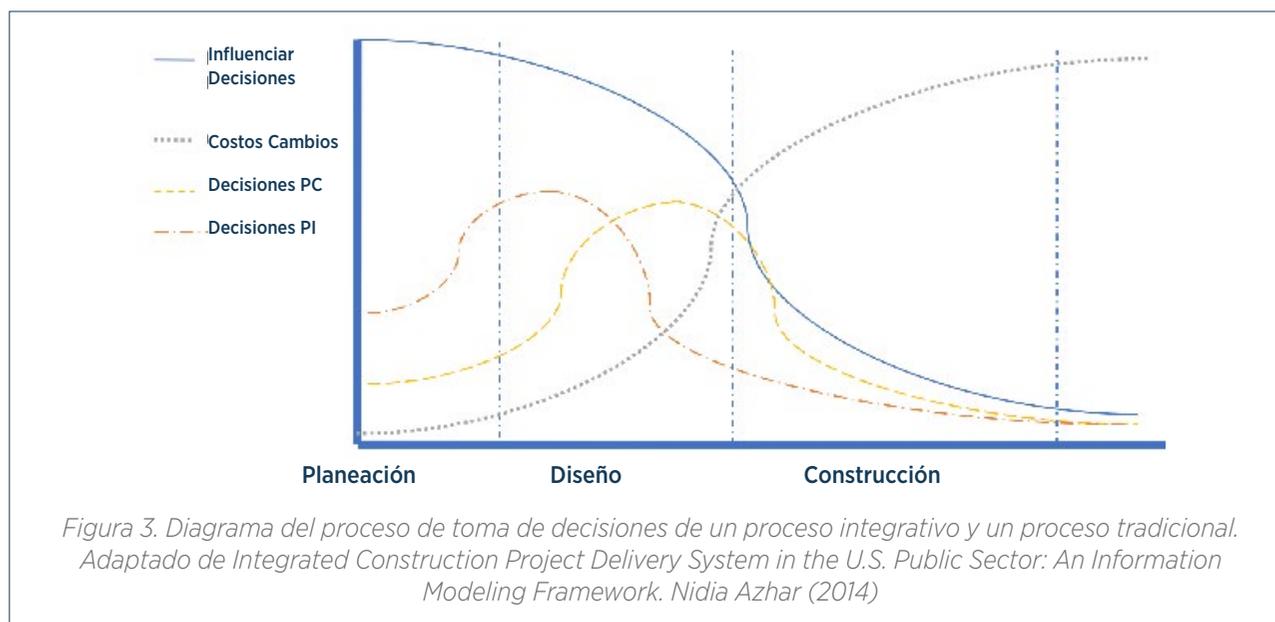


## ¿Qué es el proceso integrativo y para qué sirve?

El proceso integrativo es una aproximación al diseño y construcción de proyectos fundamentada en procesos colaborativos, por medio de la cual se tiene una visión holística del proyecto. Se basa en la consolidación temprana de un equipo interdisciplinario, que tiene una visión clara y compartida del proyecto, por medio del cual se toman decisiones basadas en un entendimiento global y sistémico del proyecto. Dentro del proceso se descubren y optimizan las sinergias entre todos los elementos y sistemas que están asociados con el proyecto, buscando hacer el uso más eficiente y efectivo posible de los recursos. La metodología se aplica a todo el ciclo de vida del proyecto, desde la planeación hasta la ocupación y operación del mismo.

Un proceso integrativo prioriza la costo-efectividad del proyecto tanto a nivel de costos iniciales, como a nivel de los costos en el ciclo de vida e involucra a todos los miembros del equipo del proyecto en el descubrimiento de beneficios, interrelaciones y sinergias entre sistemas y componentes, al integrar sistemas técnicos y vivos en el equipo, logrando altos niveles de desempeño del proyecto, de bienestar humano y beneficios ambientales.

El proceso integrativo se fundamenta en el entendimiento de que la posibilidad de influenciar la sostenibilidad del proyecto es mayor en las fases iniciales del proyecto y decrece a medida que este avanza, mientras que el costo de los cambios es muy bajo en las primeras etapas y aumenta a medida que avanzan las etapas de diseño y construcción. Por esto el proceso propone que las grandes decisiones se concentren en las etapas más tempranas del proyecto. En este sentido la etapa de planeación y de conceptualización del diseño o diseño esquemático son fundamentales, trayendo beneficios en términos de tiempo y costos al fomentar la comunicación del equipo con sesiones de trabajo colaborativo altamente productivas.



Para lograr la implementación de un proceso integrativo se requiere un cambio de mentalidad y en la forma en cómo tradicionalmente se estructura y gestiona un proyecto. En un proyecto convencional las disciplinas funcionan por separado por lo que las soluciones a los desafíos de diseño y construcción suelen estar fragmentadas. Estas “soluciones” se basan en un pensamiento simplista, al no poder ver el todo y a menudo crean consecuencias no deseadas, que pueden comprometer el desempeño del proyecto y el cumplimiento de las metas de sostenibilidad ambiental y económica del proyecto.

- Proceso colaborativo enfocado en la planeación, diseño, construcción y operación de un proyecto en su ciclo de vida
- Requiere un equipo interdisciplinario pensando el proyecto desde su concepción
- Existe una visión unificada y compartida del proyecto
- Se basa en un proceso iterativo en el cual no hay silos de información
- Las decisiones se basan en un entendimiento global y sistémico del proyecto
- Potencializa el conocimiento de cada miembro del equipo
- Potencializa la creatividad del equipo
- No es una receta ni una fórmula
- Conlleva a menos reprocesos en el proyecto
- Busca que el proyecto no cueste más a nivel de costos iniciales
- Trae ahorros analizando el costo del proyecto en el ciclo de vida



## Pensamiento sistémico

El pensamiento sistémico es el proceso de comprender cómo los sistemas influyen entre sí y se ha definido como un enfoque para la resolución de problemas o situaciones al ver los “problemas” como partes de un sistema general, en lugar de reaccionar a una parte, resultado específico o evento (Boardman & Sauser, 2013). **En otras palabras, estudia el todo para comprender las partes, entendiendo que el todo es más que la suma de las partes.** Por tanto, la percepción general y el análisis se deben realizar sobre la totalidad, y las soluciones deben entender todos los subsistemas, los otros sistemas con los que mantienen relación y el contexto en el que se producen las relaciones.

Si bien, el pensamiento sistémico nace desde la filosofía y la biología<sup>1</sup>, su aplicación se extiende a personas, países, organizaciones, proyectos entre otros. Desde la cotidianidad incluso, cuando surgen problemas, se suele tratar de buscar la causa para solucionarlos haciendo un análisis superficial. Esta forma de proceder genera que los problemas se vuelvan recurrentes, ya que no se solucionan de raíz.

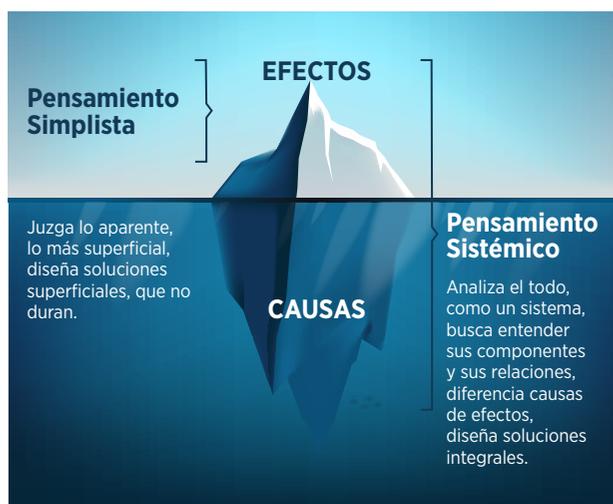


Figura 4. Pensamiento simplista vs pensamiento sistémico. Fuente <https://www.ampliatuopportunidades.com/pensamiento-sistemico/>

Con el pensamiento sistémico este análisis se realiza de forma más profunda, examinando el problema desde todos los ángulos posibles, viendo sus causas y consecuencias tanto a corto como mediano y largo plazo, y analizando todas las interacciones que se producen con otros sistemas, así como la influencia que la solución planteada puede tener en ellos.

<sup>1</sup> La teoría general de sistemas fue enunciada originalmente por Ludwig von Bertalanffy en 1937, biólogo y filósofo austriaco, quien cuestionó la aplicación del método científico al ámbito de la biología, ya que él consideraba que esta visión no explicaba realmente todos los problemas que se producen en los sistemas vivos, precisamente porque son muy cambiantes y dependen de múltiples relaciones con otros sistemas. Su reformulación le llevó a plantear el paradigma de sistemas.





## » Principios del pensamiento sistémico aplicados a la construcción sostenible

El pensamiento sistémico es la base sobre la que se fundamenta el proceso integrativo; es decir, sobre el entendimiento de que el proyecto de construcción es parte de otros sistemas y que a su vez está compuesto por sistemas, los cuales tienen relaciones que pueden ser optimizadas mediante ciclos de retroalimentación. A continuación, se presentan los principios del pensamiento sistémico aplicados a la industria de la construcción, los cuales al integrarlos a un proyecto ayudan sustancialmente a elevar sus niveles de sostenibilidad y a desarrollar proyectos que estén dentro del presupuesto y no cuesten más.



Figura 5. Principios del pensamiento sistémico aplicados a la construcción sostenible. Fuente: Principios del pensamiento sistémico. (n.d.). En A. Ospina (Comp.), ICYA4317: Gestión integral de proyectos sostenibles. Universidad de Los Andes<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Estos principios integran conceptos del libro *The Integrative Design Guide to Green Building*, 7 Group & William Reed, 2009; y de presentaciones de Huston Eubank, primer director ejecutivo del WorldGBC.



## 1. Análisis de uso final, menor costo

Este principio se basa en lograr un entendimiento profundo del servicio que se quiere prestar con el proyecto; es decir, en poder hacer una identificación temprana de los requerimientos reales que el usuario final y el operador necesitan para que el proyecto preste la función esperada durante la operación. De esta manera se pueden lograr ahorros significativos, al no plantear soluciones posiblemente sobredimensionadas o no ajustadas a causa de requerimientos estándar o al no tener claridad sobre los requerimientos.

Es usual que se quiera iniciar lo más pronto posible con el diseño de un proyecto, una vez se ha establecido su programa. No obstante, cuando se quiere buscar la optimización del proyecto, es importante dar un paso antes con el objetivo de identificar los requerimientos reales del proyecto para satisfacer la necesidad del usuario final. Frecuentemente los cálculos que se realizan para el diseño y dimensionamiento de los sistemas se hacen basados en valores estándar y genéricos, sin entender las necesidades reales, lo que lleva a sobredimensionamientos y redundancias. En este sentido, es fundamental entender para qué se necesita el proyecto, cómo debe funcionar y quién lo va a habitar, operar y mantener. Al tener un entendimiento de la necesidad real que debe cubrir el proyecto, se obtiene la mejor solución posible, que se ajusta a lo que realmente quiere y necesita el usuario final. Para llegar a esta solución el equipo del proyecto debe preguntarse: ¿Cuál es la forma menos costosa, que genere menos residuos, que consuma menos recursos, para poder entregar ese servicio que el usuario necesita?



Foto 1. Panorámica Sur - Oriental. Créditos Parque Comercial Guacarí

**Nombre del proyecto:**  
Parque Comercial Guacarí

**Tipología:**  
Comercio  
Grandes superficies

**Ciudad:**  
Sincelejo, Sucre

El proyecto tuvo algunas consideraciones iniciales identificadas en el taller de metas y expectativas en donde se evidenciaron varios retos, frente a los cuales, se realizaron análisis exhaustivos desde diferentes especialidades para cumplir con los requerimientos del cliente, entendiendo la necesidad de los usuarios y generando ahorros para el proyecto.

El principal reto del proyecto fue lograr una ventilación y acondicionamiento en las zonas comunes que se adecuara a las consideraciones climáticas, la tipología de uso, el cumplimiento de los requerimientos frente a la salud de las personas (cumplimiento del ASHRAE 62.1), y la eficiencia energética y de costos asociados al sistema mecánico. Entendiendo la finalidad de la ventilación, que es garantizar una calidad del aire apta para las personas, el proyecto optó por buscar una solución alternativa a la de solo ventilar, la cual fue incorporar la tecnología de ionización bipolar, ya que esta tecnología reduce, en aproximadamente un 60%, el caudal del aire requerido generando grandes ahorros. La ionización bipolar es un elemento metálico que se introduce en la salida de la manejadora de aire, funciona con unos tubos que entran de manera transversal al ducto y ocasiona una descarga eléctrica. De esa descarga se genera plasma, que a su vez, genera unos iones que permiten filtrar el aire a través de la descomposición de algunos gases y la eliminación de materia orgánica, por esta razón es posible recircular el aire sin tener que inyectar aire nuevo. La ionización reduce y descompone los gases lo cual permite reducir el caudal sin afectar la salud de las personas.

La ionización bipolar descompone todos los gases menos el CO2 lo que puede generar un aumento de este gas, por lo cual se instalaron sensores de CO2 en todas las zonas comunes del centro comercial y cada locatario tuvo que instalar un sensor en su local. En el caso en que los límites de CO2 se excedieran, cada manejadora tenía un modo de renovación, en donde se inyectaba 100% aire exterior para garantizar la salud de los ocupantes.

Ionizer - controlled ok	
cfm OA	
4445	7.42%
2310	7.84%
2940	9.50%
1750	10.37%
4991	8.00%
630	5.69%
1701	11.64%
4130	12.95%
1673	6.04%
2576	11.36%
53508	10.35%
80,654	
<b>Ahorro OA</b>	<b>57.95%</b>

Foto 1. Panorámica Sur - Oriental. Créditos Parque Comercial Guacarí

En el primer año de operación se llevaron a cabo mediciones mensuales de VOCs, PM10, ozono, CO y CO2, para garantizar que el sistema estaba cumpliendo y que no se exponía a ningún usuario a una mala calidad del aire. Este sistema tuvo muy buenos resultados considerando que el modo renovación solo se activó una vez en un día de alta afluencia. Esta tecnología logró una reducción en los sistemas de aire acondicionado de 830 Toneladas iniciales a 491 y un ahorro equivalente (en su momento) de \$4.400.000.000 (costo inicial).



## 2. Proyecto y equipo como un organismo

Este principio se basa en el símil que existe entre un proyecto de construcción y el cuerpo humano. El cuerpo, es tal vez uno de los conjuntos de sistemas que funcionan de manera más perfecta. Está compuesto de sistemas interrelacionados que trabajan de manera coordinada y complementaria entre sí, para lo cual existe una comunicación permanente entre los sistemas, y lo que ocurre en un sistema impacta los otros. Todo esto se da por medio de ciclos de retroalimentación. En una edificación sucede lo mismo, por ejemplo, la envolvente afecta los sistemas de ventilación, acondicionamiento, eléctrico, confort, iluminación, y otros sistemas externos como la fauna, a su vez todos estos sistemas afectan el diseño de la envolvente por lo que deberían retroalimentar su diseño y especificación. Sin embargo, los procesos actuales de diseño y construcción carecen de una comprensión de las interrelaciones de los sistemas de las edificaciones y, además, carecen de una comunicación efectiva entre los profesionales para llegar a tal comprensión.

Este principio propone, entender el proyecto en realidad como sistema, compuesto de múltiples subsistemas que se interrelacionan entre sí y se impactan de manera permanente, entre los cuales se generan procesos de comunicación y retroalimentación. Lo que lleva a potenciar las relaciones, optimizar los sistemas y reducir costos de construcción, operación e impactos ambientales.

Así surge la necesidad de contar con un equipo interdisciplinario que trabaje de manera colaborativa donde los diseñadores o consultores del proyecto, acompañen el proceso desde el inicio, generando mesas de trabajo entre las diferentes especialidades para desarrollar un producto de diseño acorde a los requerimientos y expectativas del cliente.



**Nombre del proyecto:** Centro empresarial Calle 26

**Tipología:** Uso mixto, varios edificios

**Ciudad:** Bogotá, Cundinamarca

El proyecto cuenta con varios edificios, actualmente certificados en construcción sostenible. El equipo del proyecto fue liderado por la gerencia de construcción, el líder de sostenibilidad del proyecto, y una autoridad de comisionamiento independiente. El proyecto inició con una serie de talleres con el objetivo de entender cuáles eran los requerimientos del propietario en términos de desempeño, operación y funcionamiento de los sistemas. En esos talleres, la autoridad de comisionamiento ayudó al equipo a construir un documento de requerimientos del propietario (OPR), y a partir de dichos requerimientos, todo el equipo de diseño de los diferentes sistemas se integró al proyecto desde una etapa temprana.

La oficina de operación participó en los talleres de diseño integrativo, lo cual fue fundamental para entender y validar los requerimientos desde el mantenimiento y operación de los sistemas. En los talleres donde se reunía todo el equipo, se analizaba cuál era la mejor forma de solucionar el proyecto en cada uno de los sistemas y en relación con los otros sistemas. Por ejemplo, con el diseñador de aire acondicionado se determinó cuál era la implicación de subir o bajar un grado el rango de confort en términos de las toneladas de refrigeración que necesitaba el sistema para satisfacer la demanda, y se entendió cómo este cambio afecta el tamaño de la subestación y las especificaciones de las redes eléctricas. Este entendimiento llevó a que se ajustará el requerimiento del rango de confort a valores aceptables para la operación y bienestar de los usuarios, así como a reducir requerimientos del sistema mecánico y eléctrico, generando ahorros para el proyecto.



### 3. Relación entre los sistemas

Este principio está completamente relacionado con el anterior, donde al entender que el proyecto es como un organismo se buscan e identifican las sinergias entre los sistemas, para potenciarlas en interrelaciones mutuamente beneficiosas. Para esto es importante no solamente entender que existen los sistemas y que están relacionados, sino entender cada sistema desde la perspectiva técnica a profundidad, para así saber cómo y en dónde se relaciona con los otros sistemas. Esto se realiza a partir de la conformación de un equipo interdisciplinario que realiza un análisis temprano de la interacción de los sistemas, aprovechando el potencial co-creativo de las diferentes disciplinas. Con el objetivo de obtener beneficios ambientales y económicos, garantizando el bienestar de los usuarios y la comunidad.

**Nombre del proyecto:** Confidencial  
**Tipología:** Oficinas  
**Ciudad:** Confidencial, Valle del Cauca

Para las condiciones del proyecto se plantearon cuatro opciones de vidrio con dos opciones de relación ventana/muro. Esta decisión involucró a todo el equipo de diseñadores del proyecto, ya que afectaba de forma distinta a cada especialidad. A través de simulaciones computacionales y modelos paramétricos, se realizaron análisis de iluminación natural, asoleamiento, eficiencia energética, factores humanos, costos económicos del sistema de aire acondicionado y costo de los vidrios.

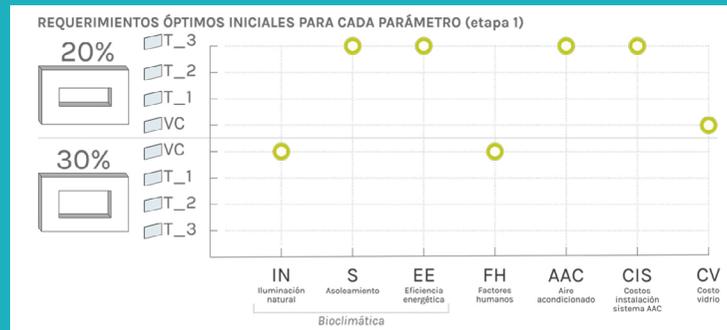


Figura 6. Requerimientos óptimos iniciales para cada parámetro. Fuente: Angela Atehortúa Sostenibilidad Desde el Origen

Mientras que para el punto de vista de la iluminación natural lo mejor era tener una ventana lo más grande posible con un vidrio claro, para el diseño del aire acondicionado lo mejor era tener una ventana lo más pequeña posible con un vidrio sombreado y cámara de aire. A partir del análisis energético se logró identificar que en un punto el vidrio ya no mejoraba el desempeño energético del sistema de refrigeración mecánica, aunque fuera de una mayor especificación y por ende más costoso. Esto sucedía cuando las ganancias solares empezaban a ser más bajas que las ganancias internas por equipos, ocupación, iluminación, etc.

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación del vidrio en cuanto al consumo del proyecto en energía, toneladas de refrigeración, porcentaje de ahorro en costo por las toneladas consumidas de refrigeración, porcentaje en balance de cargas, porcentaje de mejora de las variables Exposición luz solar anual (ASE) y Autonomía de luz diurna espacial (sDA).

**ELECCIÓN DE ESPECIFICACIÓN DE VIDRIO Y % DE ÁREA VIDRIADA EN FACHADA (ÓPTIMO DE ÓPTIMOS)**  
 Articulación de diseños técnicos con criterios ambientales, humanos y económicos

ESCALA DE VALORACIÓN  
 Peor desempeño (rojo) a Mejor desempeño (verde)

	Energía (kW)		Refrigeración		Porcentaje de ahorro en TON de refrigeración		Balance de cargas (%)		ASE		sDA		Costo económico vidrio (%)	
	30%	20%	30%	20%	30%	20%	30%	20%	30%	20%	30%	20%	30%	20%
Relación ventana pared														
Vidrio claro (Ti:0.8 SHGC:0.88 Valor-U:5.2)	-1133.2	-1094.5	322.2	311.2	-	-	51%	46%	24.70%	20.20%	28.00%	23.90%	-	-
Vidrio seleccionado (Ti:0.15 SHGC:0.32 Valor-U:5.2)	-783.8	-748.6	222.9	212.9	31%	32%	18%	17%	13%	12%	1.80%	1.20%	45%	45%
Vidrio T1 (Ti:0.6 SHGC:0.61 Valor-U:3.3)	-1053.0	-1024.3	299.4	291.3	7%	6%	39%	35%	23.30%	19.30%	20.90%	17.80%	302%	302%
Vidrio T2 (Ti:0.4 SHGC:0.48 Valor-U:2.8)	-1036.2	-977.6	294.6	278	9%	11%	31%	26%	21.10%	17.90%	11.60%	11.70%	314%	314%
Vidrio T3 (Ti:0.2 SHGC:0.21 Valor-U:2.5)	-896.0	-865.8	254.8	246.2	21%	21%	13%	11%	15.30%	12.50%	2.60%	1.50%	327%	327%

Figura 7. Evaluación multicriterio para elección de vidrio. Fuente: Angela Atehortúa Sostenibilidad Desde el Origen

A partir de la configuración de las ventanas y el vidrio seleccionado, se aportó en la reducción del requerimiento de refrigeración del proyecto y por ende del consumo de energía, al tiempo que se logró el ingreso de suficiente luz natural, sin tener deslumbramiento. Cabe resaltar que además el vidrio seleccionado fue el que representó menor diferencia porcentual en costo respecto al vidrio claro.

A partir de este análisis se logró la especificación de una envolvente eficiente que impactó de manera positiva diferentes especialidades, además de tener baja incidencia en el presupuesto del proyecto.



#### 4. Los pasos correctos en el orden correcto

El fundamento principal de este principio es que hay un potencial grande de optimización cuando se toman las decisiones y se sigue el proceso de diseño en un orden lógico. Este principio da una estructura y un orden al proyecto, y busca que se hagan las preguntas adecuadas antes de realizar el diseño de los sistemas o tomar una decisión. Como primer paso es fundamental tener claros los requerimientos reales del proyecto mediante el análisis de uso final. A partir de esto, se debe entender claramente las condiciones del contexto por medio de una evaluación de sitio, luego se deben evaluar estrategias para reducir las cargas por medio de estrategias pasivas y activas, posteriormente se debe evaluar la posibilidad de usar soluciones pasivas total o parcialmente, pasando al uso de soluciones activas de alta eficiencia cuando se requiere. Después de tener definido el sistema se debe evaluar si se usan estrategias de control, con el fin de optimizar la operación de los sistemas. Finalmente, si es aplicable, se debe evaluar el uso de un suministro más sostenible.

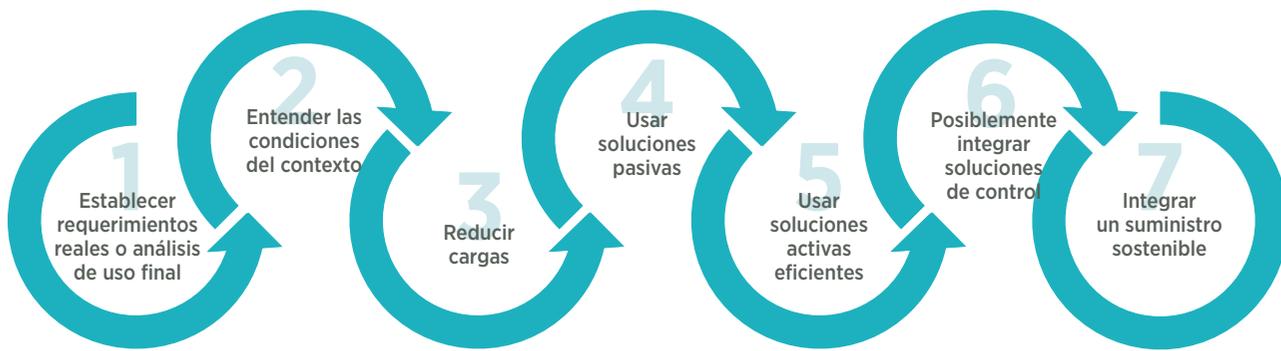


Figura 8. Optimización de los sistemas a partir de seguir los pasos correctos en el orden correcto

Esto es un proceso iterativo en donde se debe buscar la optimización de los sistemas. En este orden de ideas los pasos correctos en el orden correcto deben establecerse para cada sistema que se integra al proyecto.



**Un ejemplo de aplicación de este principio al sistema de ventilación y confort es:**

**Paso 1** - Establecer requerimientos reales o análisis de uso final: ¿de acuerdo al uso, qué volumen en el edificio realmente necesita ventilación y/o refrigeración? ¿es posible aumentar rangos de confort? ¿se puede usar confort adaptativo?

**Paso 2** - Entender las condiciones del contexto: ¿cuál es la condición climática del proyecto en términos de humedad relativa, radiación, temperatura? ¿cómo varía esta condición a lo largo del año?

**Paso 3** - Reducir cargas: ¿cómo se pueden reducir cargas que generan calor y/o humedad al interior del proyecto? ¿cómo se puede mejorar la envolvente? ¿se puede usar iluminación eficiente, equipos eficientes, etc.?

**Paso 4** - Usar soluciones pasivas: ¿se puede usar ventilación natural en todo el proyecto? ¿se puede usar ventilación natural en algunas áreas del proyecto?

**Paso 5** - Usar soluciones activas eficientes: ¿se pueden usar soluciones activas pero que no requieren refrigerantes como enfriamiento evaporativo? ¿cómo usar soluciones activas de alta eficiencia como sistemas mecánicos con motores premium o superpremium?

**Paso 6** - Posiblemente integrar soluciones de control: ¿cómo se optimiza la operación del sistema por medio de la integración de un sistema de control adecuado?

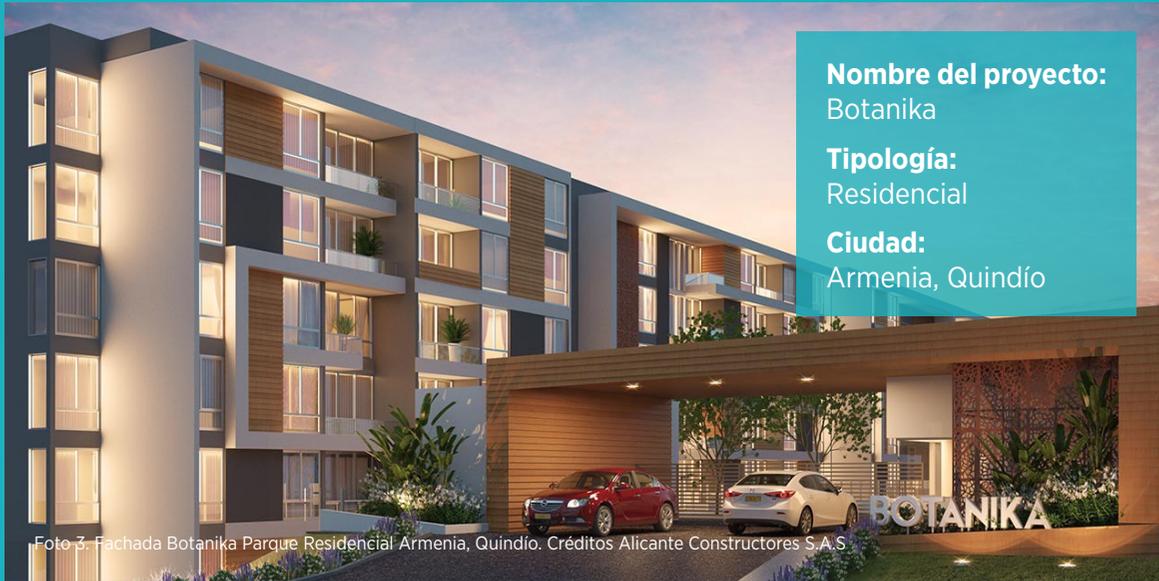


Foto 3. Fachada Botanika Parque Residencial Armenia, Quindío. Créditos Alicante Constructores S.A.S

**Nombre del proyecto:**  
Botanika

**Tipología:**  
Residencial

**Ciudad:**  
Armenia, Quindío

El proyecto involucró desde el inicio una consultoría enfocada en los temas de sostenibilidad. Desde la coordinación de la constructora se dió la instrucción a todos los especialistas de cumplir con los objetivos de sostenibilidad que estaba proponiendo el proyecto. Por parte de la consultoría se generó una serie de preguntas que ayudaron a guiar a cada uno de los especialistas en la forma en las que se buscaba integrar los diseños con la sostenibilidad y con los requerimientos del propietario. A través de las preguntas y los talleres realizados, los especialistas fueron guiados para poder realizar las bases de diseño del proyecto, ya que había un desconocimiento sobre este tipo de documentos.

Cuando se dió inicio a la consultoría, el proyecto ya contaba con unos diseños esquemáticos, por lo cual, de acuerdo con las bases de diseño desarrolladas por los especialistas y las preguntas orientadoras realizadas, se buscaron los sistemas en los cuales se podría tener una optimización y se empezó a trabajar de manera colaborativa. Se analizaron los diseños esquemáticos en cuanto a la envolvente del proyecto, y se realizaron modelaciones energéticas y de confort, que fueron socializadas en los talleres de diseño que se iban realizando. Entendiendo el contexto del proyecto ubicado en la ciudad de Armenia que tiene un clima templado, se obtuvieron resultados de confort y se identificó que los afectados por temas de calor en la ciudad serían los últimos pisos de cada torre por la radiación solar recibida. La recomendación para minimizar este impacto fue tener una cubierta

reflectiva que permitiera que los últimos espacios se regularan más en temas de calor.

Otra consideración que se tuvo en cuenta fue que, por directriz del desarrollador del proyecto en su forma de construcción, para la cubierta se instaló una placa de concreto y con una teja en la parte superior, pero ese vacío entre placa y teja lo dejaron cerrado. De acuerdo con los análisis realizados se recomendó que se dejara este vacío ventilado para que ayudara en temas de confort en los últimos pisos. La cubierta ventilada ayudó a que el espacio que quedaba entre la placa y la cubierta no se calentara, sino que el aire fluyera, lo que contribuía a las condiciones de confort del proyecto. Una última recomendación que se realizó en temas de confort fue que el proyecto tenía pensado contar con un efecto chimenea por medio de buitrones, pero desde el desarrollador no se sabía bien cómo iba a funcionar, por lo cual se recomendó que se calentaran en la parte de arriba lo que sirvió para aumentar el confort.

El inicio de la consultoría en una etapa temprana del proyecto, permitió realizar las preguntas a tiempo sobre los requerimientos del propietario, y las bases del diseño para que se tuviera una integración de las especialidades y una optimización para lograr el confort de los ocupantes. Estos resultados siempre fueron socializados en los diferentes talleres con el equipo de arquitectura y la gerencia del proyecto, de esta manera se tomaron las decisiones de las estrategias a incluir teniendo en cuenta el factor económico.



## 5. Los grandes ahorros son más baratos que los pequeños ahorros

Este principio busca que el equipo pueda entender dónde se encuentran los grandes ahorros en el proyecto para enfocar los esfuerzos e inversiones y tomar decisiones informadas. Este entendimiento se logra con el conocimiento global del proyecto y con el uso de herramientas como las simulaciones energéticas, el balance hídrico, etc. que proporcionan la información necesaria para evaluar la costo-efectividad de las medidas. En este principio es importante buscar la solución más sencilla que satisfaga las necesidades del proyecto e identificar lo que es necesario para llegar a estas soluciones simplificadas.

Es importante entender que usualmente las soluciones más simples y optimizadas requieren de más tiempo, más innovación, más trabajo y más atención a las sinergias e interrelaciones, por lo cual es necesario invertir más esfuerzo en la planeación y diseño de los proyectos, para tener el mejor impacto y reducir cambios e ineficiencias en la fase de construcción y operación que es dónde verdaderamente están los costos de la construcción.

**Nombre del proyecto:** Confidencial

**Tipología:** Hotel

**Ciudad:** Confidencial, Cundinamarca

Una prioridad en el proyecto era la sostenibilidad, por lo que desde un inicio se esperaba contar con un sistema de reuso de aguas lluvias y aguas grises provenientes de duchas y lavamanos, para descarga en sanitarios.

Desde un primer estudio el diseñador hidrosanitario incluyó el sistema para aguas lluvias y grises como lo indicaba requerimiento; sin embargo, al realizar el balance hídrico del proyecto, entendiendo la oferta de agua no potable y la demanda, se encontró que era mucho más eficiente reducir el consumo de agua de la ducha y lavamanos, aunque se redujera la disponibilidad de agua gris, y con solo recoger agua lluvia de la cubierta era suficiente para suministrar agua para la descarga de los sanitarios. Esta decisión además de ahorrar en el consumo de agua potable, ayudaba a la eficiencia energética al reducir el consumo de agua caliente.



## 6. Todo se cuestiona, no se asumen respuestas correctas

Este principio se fundamenta en cuestionarse la forma en cómo siempre se han hecho las cosas hasta encontrar las mejores soluciones para el proyecto. Es necesario dejar de asumir que se tiene la respuesta correcta y estar dispuesto, como equipo, a salirse de la zona de confort, eliminando las respuestas predeterminadas y las soluciones estandarizadas y sin análisis. Esto asegura que el proceso de toma de decisiones no se base en un único criterio, garantiza que el equipo evalúe múltiples alternativas y facilita la innovación para encontrar las mejores soluciones para el proyecto.



Foto 4. Condominio Vilanova. Créditos A+C Gestión Civil

**Nombre del proyecto:**  
Condominio Vilanova

**Tipología:**  
Residencial

**Ciudad:**  
Neiva, Huila

Por la implementación del proceso integrativo y el objetivo de materializar la sostenibilidad en el proyecto, se cuestionaron muchos temas a nivel espacial en cuanto a la implantación y asoleación del proyecto. Neiva es una ciudad con una temperatura muy alta (normalmente 35°C), lo que hace que los proyectos en primera medida siempre consideren el uso de ventilación mecánica e instalación de aire acondicionado. El equipo de trabajo del proyecto Vilanova se empezó a cuestionar cómo implementando buenas prácticas de arquitectura e integrando elementos de la naturaleza se podría mejorar el confort en las viviendas y reducir el impacto al consumo energético que tendrían los equipos de ventilación mecánica.

A través de software se realizaron análisis de temperaturas, ubicando de manera estratégica las ventanas, lo cual llevó a tomar decisiones de diseño como alturas de 4 metros libres en zonas comunes de la vivienda y en las habitaciones altura de 3 metros libres, esto logró que la ventilación y el confort térmico en las viviendas mejorara considerablemente. Las viviendas fueron orientadas de norte a sur y tuvieron en cuenta la orientación con base en la carta solar de tal manera que la luz del sol no entrara por la fachada del frente, ya que esto afectaría las condiciones de confort. Se dejó vegetación en las zonas de las fachadas orientales que no cuentan con ventanas, lo

que permitió que el sol no llegara directamente a la fachada lateral y el muro no absorbiera todo el calor. Se identificó también que el viento sopla de sur a norte, por lo cual, en los ingresos de la vivienda, la puerta y la puerta ventana, quedaron enfrentadas directamente para generar ventilación cruzada.

En las fachadas norte y sur también se instalaron elementos arquitectónicos con una función de cortasol y en el acceso a las viviendas se plantó palma Areca roja que funciona como una persiana frente al ingreso de luz a la vivienda. Otro elemento que también mejoró las condiciones de confort en el entorno, fue la piscina la cual cuenta con una cascada y ayudó a mantener la frescura del proyecto.

Al cuestionarse sobre la ubicación de las viviendas respecto a las condiciones del entorno se logró hacer buena arquitectura sin gastar más en medidas activas. Con los mismos elementos de una vivienda convencional se hizo una vivienda que responde a las necesidades del entorno, al clima y al confort de sus ocupantes. Prueba de ello fue la inauguración del proyecto que se realizó a las 4 pm y más de 40 personas visitaron las viviendas sin recibir quejas por calor, aún sin ningún tipo de ventilación ni acondicionamiento mecánico.



## 7. Aprendizaje continuo

Este principio se fundamenta en que el aprendizaje continuo debe darse no solo al finalizar un proyecto, con miras a nuevos proyectos, sino durante el proyecto, de forma que se puedan integrar las mejoras y el aprendizaje que se generan en el mismo proyecto. Los proyectos son oportunidades para que los equipos aprendan juntos a través de procesos de retroalimentación, investigación y análisis. Esto se logra por medio de los talleres en equipo, generando ciclos de retroalimentación en los cuales en ciertos momentos se haga una revisión y análisis transversal de los sistemas con el fin de tomar decisiones e implementar mejoras. Para esto es importante promover una comunicación abierta y fluida entre los actores. Cuanto más comprenda cada miembro del equipo las perspectivas y estrategias de los demás, más integrado será el proyecto.



**Nombre del proyecto:**  
Jardines Comfama

**Tipología:**  
Residencial

**Ciudad:**  
Apartadó – Antioquia

Foto 5. Jardines Comfama. Créditos Isaac Ramírez

Desde Comfama se cuenta con una Guía técnica de diseño que busca articular los objetivos de vivienda de calidad, digna y sostenible en todos los proyectos que se desarrollan. Desde la concepción del proyecto se promueve la constante comunicación entre todos los especialistas, integrándolos desde fases tempranas y encontrando las sinergias en el diseño lo que ha permitido que muchos profesionales se empiecen a impregnar de todo el trabajo colaborativo que se hace desde los proyectos de Comfama.

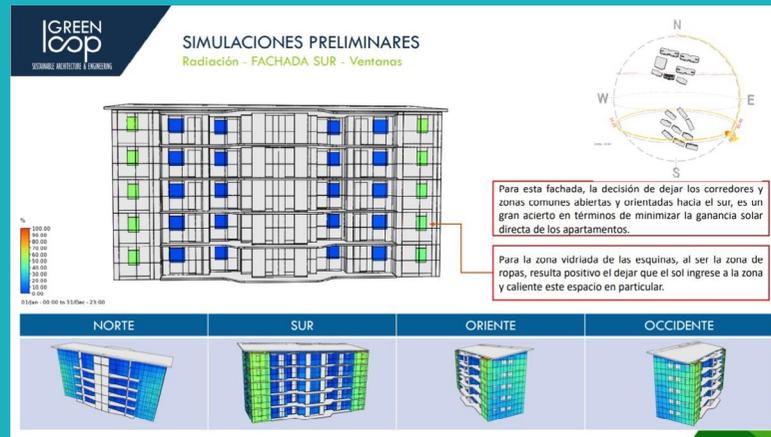


Figura 9. Simulaciones preliminares. Fuente Comfama

El proyecto Jardines de Comfama se está construyendo por etapas para las cuales se han presentado varios ciclos de retroalimentación, esto ha llevado a encontrar sinergias entre algunos sistemas y a cuestionarse las decisiones de diseño. En la primera etapa no se incluyó el método de modelación energética, sin embargo al pasar a la segunda etapa el equipo del proyecto a través de la consultoría de Green Loop llevaron a cabo la modelación energética, que concluyó en la incorporación de las estrategias sugeridas por este proceso y que ayudó a obtener mejores resultados con la orientación adecuada de los edificios, así mismo, llevó a la incorporación de rejillas en algunas ventanas para garantizar la ventilación cruzada. De acuerdo con este ciclo de aprendizaje para la tercera etapa del proyecto se tiene proyectado realizar también la modelación energética e incluso se está proyectando el uso de paneles solares.



## 8. Atravesar la barrera del costo

Al final todos los principios del pensamiento sistémico aplicados a la construcción sostenible, confluyen en este principio. Ya que adicional al logro de proyectos sostenibles de alto desempeño, el objetivo principal de entender el proyecto desde la perspectiva de uso final, del entendimiento y optimización de los sistemas del proyecto, de integrar el conocimiento de todo el equipo generando ciclos de retroalimentación, de centrarse en los grandes ahorros y de pensar más allá de las soluciones preconcebidas, es lograr que el proyecto en costos iniciales o CAPEX no cueste más. Esto se logra en la medida que se entiendan las múltiples funciones de los elementos que se integran al proyecto y que el análisis de los sistemas, de su interacción y su optimización, conduzcan a reducir o eliminar algunos componentes del proyecto. En este orden de ideas, el cálculo de las implicaciones económicas de las decisiones en un proyecto, debe hacerse entendiendo las implicaciones de la decisión a nivel técnico y económico en los otros sistemas dentro del mismo. Adicionalmente, en el proceso de toma de decisiones también se debe incluir la posibilidad de acceder a incentivos tributarios, beneficios financieros y subsidios disponibles y aplicables por las soluciones estudiadas, así como a otro tipo de beneficios ambientales y sociales. Lograr cuantificar todas las oportunidades que se abren desde la construcción sostenible, es la clave para atravesar la barrera del costo.

Finalmente, aunque este principio se basa en el entendimiento de las sinergias para optimizar los costos iniciales de un proyecto, es importante entender los beneficios que se pueden lograr desde un enfoque de ciclo de vida, el cual incluye los costos iniciales, de instalación, de mantenimiento y vida útil, que son parte de la promesa de un proyecto sostenible.

**Nombre del proyecto:** Confidencial

**Tipología:** Residencial

**Ciudad:** Confidencial. Proyecto a nivel del mar en la costa caribe colombiana

Para el proyecto se evaluaron cuatro opciones para el sistema HVAC y su incidencia en los costos del proyecto, considerando el impacto de cada opción en el sistema eléctrico y en el arquitectónico. Frente al sistema eléctrico se evaluó el impacto de cada opción en la subestación eléctrica, la suplencia y las instalaciones eléctricas. Frente al sistema arquitectónico, se evaluó el impacto de cada opción en la cantidad de área vendible disponible. Las opciones que se evaluaron fueron:

1. Sistema Mini Split (DX MS)
2. Sistema de refrigerante variable condensado por aire, sistema por apto (DX Mini Multi V)
3. Sistema de agua de condensación con torre de enfriamiento para paquetes condensados por agua (hay consumo de agua por evaporación en torres) (WSHP)
4. Sistema centralizado de agua fría condensado por agua, hoy conocidos como distritos térmicos (DT)

Para los cuáles HVAC Consulting, diseñador del proyecto, hizo el siguiente análisis de costos:

Tabla 1. Análisis económico CAPEX. Fuente: HVAC Consulting

Descripción	Opción 1: Solución DX MS	Opción 2: Solución DX Mini Multi V	Opción 3: Solución WSHP	Opción 4: Solución DT
Carga total pico	380	380	380	380
Factor diversidad	1	1	1	0,7
Carga térmica bloque	380	380	380	266
Inversión total	\$ 874	\$ 1634	\$ 3040	\$ 2660
Costo subestación	-	-	-	-\$ 144
Costo suplencia eléctrica	-	-	-	-\$ 360
Costo instalaciones eléctricas	-	-	-	-\$ 150
Inversión total ajustada	\$ 874	\$ 1634	\$ 3040	\$ 2006
Mayor área vendible* (240 m2 terrazas AA)	-	-	-	-\$ 720
Inversión neta	\$ 874	\$ 1634	\$ 3040	\$ 1286
Ajuste por valorización m2**	-	-	-	\$ 314

\* Los ahorros en la parte de subestación y planta eléctrica no tienen en cuenta el ahorro en espacio que también significa mayor área vendible o utilizable para la copropiedad.

\*\*La opción DT o planta central debe tener además un impacto de valorización del m2, pues no es lo mismo un edificio que tradicionalmente se atiende con equipos comerciales tipo mini Split vs un edificio con este tipo de solución premium. Se estima un impacto del 3% al 5% sobre el valor del m2. Además, se identifican impactos positivos sobre las fachadas, al no tener las condensadoras tradicionales que se ven en balcones u otros espacios en los edificios.

Como se observa, cuando se analiza el CAPEX inicial, la solución DT (distrito térmico o centralizada) tuvo un valor neto inferior a la solución con mini splits, ya que este sistema permite reducir el tamaño y la carga de la subestación eléctrica, de la suplencia necesaria y de las instalaciones eléctricas del edificio. Adicionalmente, se logró determinar un área adicional vendible de 240m<sup>2</sup> por la liberación de área de los equipos. Esto impactó directamente el CAPEX del proyecto, viabilizando la opción del distrito térmico.

Si a esto además se le suma la vida útil del sistema en un horizonte de 15 años, se le deben añadir otros \$1.000 millones de inversión a la opción mini Split ya que estos equipos solo duran de 5 a 7 años en el clima del proyecto, lo cual constituye un valor agregado para los futuros usuarios.

Una de las grandes ventajas adicionales del DT es la posibilidad de que toda la inversión del sistema la haga un tercero. Ya en el país hay varias empresas que se dedican a este tipo de inversiones para usufructuar el servicio durante los primeros 10 o 15 años del sistema, lo que llevaría la inversión de CAPEX a cero.

Por otro lado, analizar el OPEX que aplica a los futuros usuarios u operadores del sistema, permite ver ventajas adicionales al sistema de DT. Este análisis parte de la base de un uso racional de los equipos, ya que la mayoría de usuarios no los dejan encendidos o a una demanda de temperatura mayor a la estimada, en este caso de 22 a 24°C.

Tabla 2. Análisis económico OPEX. Fuente HVAC Consulting

Descripción	Opción 1 y 2: MS DX - DX	Opción 3: PAQCxw -WSHP	Opción 4: PAFCxW - DT
Ventilación	\$ 149.252.640	\$ 149.252.640	\$ 124.377.200
Enfriamiento	\$1.129.790.520	\$ 1.341.141.600	\$ 633.221.100
Bombeo	-	\$ 129.968.400	\$ 118.605.500
Rechazo de calor	-	\$ 37.576.188	\$ 81.117.446
Subtotal HVAC	\$ 1.279.043.160	\$ 1.657.938.828	\$ 957.321.246
Consumo de agua		\$ 14.000.000	\$ 26.568.717
Total consumo agua y energía	\$ 1.279.043.160	\$ 1.671.938.828	\$ 983.889.963
<b>Costo mensual</b>	<b>\$ 106.586.930</b>	<b>\$ 139.328.236</b>	<b>\$ 81.990.830</b>

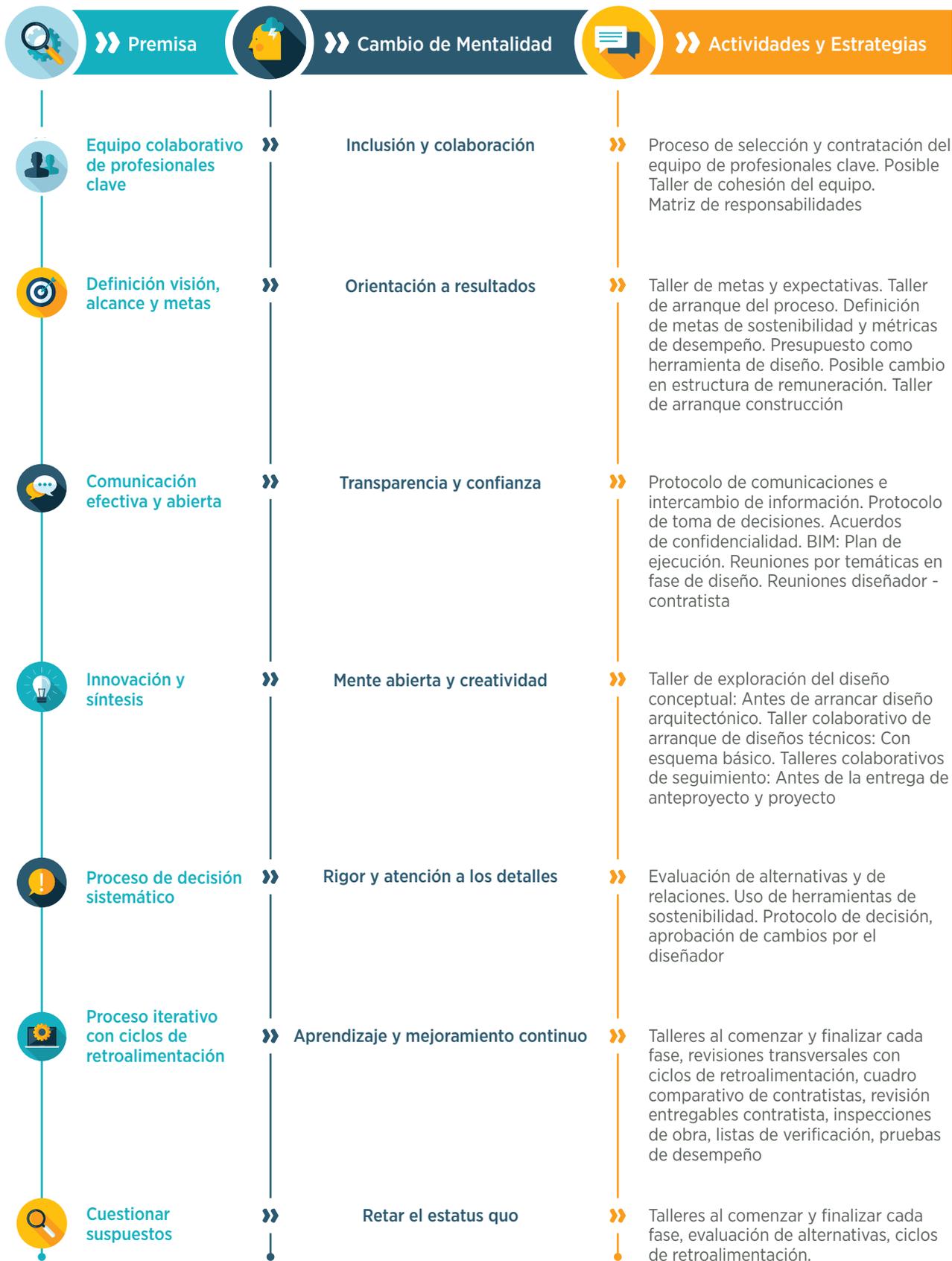
Como se observa la opción 4 (Distrito térmico) tiene menor costo energético operativo, esto además porque en esta opción la energía se puede acceder a precio no regulado. El ejercicio se hizo con \$600/kWh para regulado y \$500/kWh para no regulado, aunque este último valor es generalmente menor, sirve para ilustrar una proyección conservadora. En una opción centralizada al tener un medidor de energía por apartamento y una temperatura de agua de suministro controlada se puede administrar mejor el servicio.

Por otro lado, un factor clave es que el mantenimiento de una planta central es más económico que el mantenimiento de 280 equipos individuales (es el estimado de equipos en la opción mini Split). Fácilmente los usuarios estarían pagando entre todos \$14M mensuales, mientras que mantener la planta de agua fría (PAF) central costaría la mitad o menos de este valor.



## Premisas para el cambio de mentalidad

El proceso integrativo sugiere un cambio de mentalidad, que permita tener un entendimiento sistémico del proyecto. Este cambio se fundamenta en unas premisas clave, que permiten guiar un proceso o metodología que integra una serie de actividades, estrategias y buenas prácticas que se pueden usar a nivel de los proyectos. En este capítulo se presentan estas premisas ligadas al cambio de mentalidad al que se busca llegar, de igual forma se enuncian algunas actividades y estrategias que permiten materializar la aplicación de estas premisas en los proyectos. Estas actividades y estrategias se describen en mayor detalle en el marco de las fases de un proyecto de construcción en el capítulo de Actividades y estrategias para implementar el proceso integrativo.





## 1. Equipo colaborativo de profesionales clave

**“ En un proceso integrativo el proyecto inicia pensando con una visión integral de la arquitectura, la ingeniería y las especializaciones desde el día uno”**

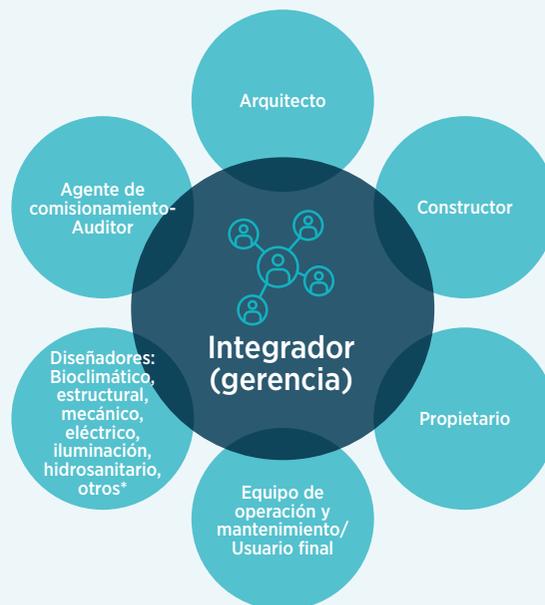
Pablo Gonzalez, 57Uno Arquitectura

La columna vertebral de un proceso integrativo exitoso se fundamenta en el establecimiento de un equipo de profesionales clave que trabaja de manera integrada. Este equipo debe incluir todas las disciplinas claves y partes interesadas e idealmente se debe conformar desde el principio del proyecto. Un equipo interdisciplinar de profesionales aportando el conocimiento, habilidades y diferentes perspectivas es esencial para aprovechar el potencial co-creativo y que se logren identificar las eficiencias, oportunidades y sinergias, además de entender el proyecto como un sistema y no como una suma de fragmentos. Es fundamental que el equipo tenga una mentalidad orientada a la inclusión y colaboración y que se base en la confianza y la cooperación. Para la conformación del equipo se recomienda:

- Durante el proceso de selección del equipo, basarse en criterios de calificaciones evitando que el equipo se seleccione únicamente por una valoración de costo. Es fundamental tener a los mejores profesionales para pensar el proyecto.
- Desarrollar términos de referencia para contratar a los diseñadores y consultores y en estos incluir todas las actividades, reuniones y protocolos asociados al proceso integrativo en los que se espera su participación activa: Talleres, requerimientos de evaluación de alternativas, entregas esperadas, entre otras.
- Ser claro y asegurarse que el equipo esté dispuesto a recibir retroalimentación temprana de su trabajo por parte de los otros miembros del equipo.
- Incluir al constructor de manera temprana en el proceso, quien puede aportar en la evaluación de los sistemas, revisiones de constructibilidad, construcción de programación, presupuesto y programa de compras. Cuando por los métodos de contratación no es posible traer al constructor temprano al proyecto, se recomienda incluir el conocimiento de un constructor, como consultor, durante las fases de planeación y diseño.
- El equipo de gerencia del proyecto debe convertirse en un integrador de los sistemas, del conocimiento y de las disciplinas.
- Todos los proyectos sostenibles deben integrar a un consultor bioclimático (o este conocimiento) dentro de su equipo de profesionales clave desde el principio, sin importar el tipo de ventilación que tiene el proyecto, ya que es quien puede ayudar a potenciar la relación adecuada con el entorno.



Hay profesionales que son claves para un proyecto y no para otro, de acuerdo al alcance y a las condiciones mismas, por lo que para cada proyecto particular se debe decidir cuáles son las disciplinas claves que se deben integrar desde el principio, sin embargo, para la mayor parte de proyectos sostenibles los profesionales claves son:



\*Otros diseñadores y consultores como el diseñador de paisajismo, el consultor acústico, etc. pueden ser claves o no dependiendo del alcance del proyecto, por lo que se deben integrar al comienzo o en la medida que el proyecto lo requiera. Si el área verde es significativa en el proyecto el paisajista se convierte en profesional clave.



## 2. Definición de visión, alcance y metas

**“ Con la implementación de un proceso integrativo se definen todos los aspectos desde el principio del proyecto lo que hace que no se tengan sobrecostos finales y los ahorros se pueden invertir en mejoras del proyecto”**

Lina Marcela Durango, Comfama

Una definición clara de la visión, alcance, metas y objetivos del proyecto permite una mentalidad orientada a los resultados. Para definir estos componentes es importante invertir tiempo en la etapa de planeación para establecer una visión clara del proyecto acompañada de metas específicas y medibles. En este proceso es importante incluir al equipo de profesionales claves y cuestionar todos los supuestos para abrir diferentes posibilidades de sinergias desde el principio. Además, la definición de la visión, alcance y metas guiará todo el proceso de diseño y construcción, y mantendrá al equipo alineado y enfocado en los requerimientos funcionales y operacionales del proyecto. Este enfoque permite crear un entendimiento común del proyecto y fortalecer el compromiso con el mismo. Para la definición de la visión, alcance y metas se recomienda:



- Realizar uno o varios talleres de metas y expectativas o requerimientos del propietario. Como resultado de este taller se debe producir un documento con los requerimientos funcionales y operacionales del proyecto.
- Con base en los requerimientos del proyecto se deben establecer las metas y métricas de sostenibilidad, y se debe decidir si se va a trabajar con algún sistema de certificación en construcción sostenible.
- Establecer el presupuesto objetivo del proyecto desde el inicio y socializarlo con todos los diseñadores y consultores para que pueda ser usado como herramienta de diseño.
- Considerar un posible cambio en la estructura de remuneración o bonificación atada al cumplimiento de las metas y éxito del proyecto.



### 3. Comunicación efectiva y abierta

“*Se trata de una obra colectiva donde cada voz es necesaria y relevante*”

Cristian Undurraga – Diseño arquitectónico  
Centro Cívico Universidad de los Andes

La comunicación abierta, constante, clara y efectiva es necesaria para lograr transparencia y confianza entre los miembros del equipo a lo largo del proceso. Esto da una mayor sensación de apropiación, reduce los conflictos y brinda tranquilidad a las personas para opinar y realizar sus aportes al proyecto. Es importante generar un ambiente de respeto y confianza para lo cual se recomienda:

- Contar con un facilitador o integrador en los talleres que trabaje por el bienestar exclusivo del proyecto y que promueva habilidades de comunicación efectiva dentro del equipo. Es necesario transmitir la importancia del proceso integrativo y establecer unas normas claras para su ejecución. Este rol lo puede asumir algún miembro del equipo de gerencia.
- Establecer un protocolo de comunicación e intercambio de información desde el principio del proyecto. Este protocolo debe potenciar la comunicación abierta y debe promoverla no solo durante las reuniones sino también entre estas.
- Establecer un protocolo de toma de decisiones en el que prime la toma de decisiones por excepción, se desarrollen criterios para la toma de decisiones y se defina la necesidad de integrar a todos los actores clave relacionados con la decisión en el proceso de toma de decisiones, con el fin de tener en cuenta todos los aportes y contar con la información completa para tomar la decisión. Aunque todos estos actores contribuyan con información al proceso de toma de decisión, es importante aclarar que la decisión debe darse en cabeza del propietario o la gerencia.
- Establecer acuerdos de confidencialidad con el fin de potenciar el intercambio de información y dar tranquilidad a todo el equipo.
- Tener documentación completa y trazable de las principales decisiones que se han tomado en el proyecto y de los procesos de retroalimentación mediante actas de reuniones y/o reportes de las decisiones que se tomaron en cada uno de los comités.





## 4. Innovación y síntesis

**“ El proceso integrativo promueve la difusión del conocimiento, a través de medios de comunicación e información, acercando y fomentando el desarrollo de nuevas estrategias sostenibles en los proyectos”**

Angela Atehortúa, Sostenibilidad desde el origen

La síntesis se refiere a la capacidad de conformar un todo cohesivo, donde el todo es más que la suma de las partes, y la innovación permite transformar las ideas en valor. Fomentar la creatividad y una mentalidad abierta en el equipo es esencial para alcanzar la innovación necesaria y el entendimiento holístico del proyecto o síntesis, para lograr un proyecto exitoso, innovador y atender requerimientos complejos con soluciones más simplificadas. Las estrategias para llevar a cabo esta premisa están ligadas al desarrollo de talleres que permiten crear un entorno propicio para la co-creación y el descubrimiento. Los talleres deben ser espacios adecuados para potencializar la creatividad de los involucrados. En este sentido se recomienda:



- Desarrollar un taller de exploración del diseño conceptual, antes de arrancar el diseño arquitectónico. En este taller se generan insumos a partir del conocimiento e ideas de todos los actores clave que pueden ser usados posteriormente por el equipo de arquitectura para desarrollar su esquema básico. Aunque este taller es altamente recomendable y los resultados son muy importantes para el proceso, en ocasiones no se puede hacer debido a que el proceso integrativo se define cuando ya existe un esquema básico. Esto debe ir cambiando con el fin de sacar el máximo provecho del proceso.
- Desarrollar un taller colaborativo de inicio de diseños técnicos. En este taller se recoge el avance a nivel de esquema básico arquitectónico del proyecto y se generan insumos desde el conocimiento de todo el equipo de profesionales clave para integrar en los diseños técnicos del proyecto. Se recomienda que este taller siempre se haga, sin importar el momento en el que se tome la decisión de emprender un proceso integrativo.
- Realizar talleres colaborativos de seguimiento a lo largo del diseño del proyecto previo a las entregas de anteproyecto y proyecto.
- Utilizar el conocimiento del equipo y distintas herramientas para explorar y evaluar alternativas para el proyecto.



## 5. Proceso de decisión sistemático

**“ El proceso integrativo es una metodología que se vuelve necesaria en los procesos constructivos de hoy en día, en el cual uno entiende primero cuál es el propósito del proyecto y todas las personas relacionadas con este empiezan a participar desde etapas tempranas, enfocando todo a una toma de decisiones desde un inicio para evitar sobrecostos en el futuro”**

Julio Duarte, Cuatro Planos

El rigor y atención a los detalles permite generar un proceso de toma de decisiones sistemático y claro basado en información completa. El proceso de toma de decisiones se debe basar en la evaluación de diferentes alternativas, en entender las relaciones que existen entre los distintos sistemas y cómo éstas se ven afectadas con las decisiones que se toman. Existen diferentes herramientas que facilitan la evaluación y exploración de alternativas y la toma efectiva de decisiones como los sistemas de certificación en construcción sostenible, los programas de modelado y simulación, el análisis de ciclo de vida, entre otros. Algunas estrategias asociadas a la definición de un proceso de decisión sistemático son:



- Definir de manera temprana en el proyecto un protocolo con los métodos y procesos de toma de decisiones y establecer un compromiso por parte del propietario y los integrantes del equipo con estos. Este debe ser un proceso de toma de decisión por excepción en el que se integren todos los miembros clave del equipo involucrados con la decisión para aportar información y conocimiento.
- En proyectos donde se implementa el proceso integrativo a cabalidad y se generan cambios en los modelos contractuales, por lo general se nombra un cuerpo de toma de decisiones del proyecto (equipo principal). Los otros miembros actúan como asesores clave.
- Todas las decisiones deben ser informadas a todo el equipo.
- Tener en cuenta y evaluar todas las relaciones que se generan a partir de cada decisión y qué se afecta con esta.
- Utilizar herramientas de sostenibilidad que ayuden a generar información para el proceso de toma de decisiones:
  - Software de simulación (simulación energética, térmica, de luz día, de ventilación natural, balance hídrico)
  - Modelos BIM
  - Sistemas de certificación en construcción sostenible (LEED, CASA, etc.)
  - Software de análisis de ciclo de vida



## 6. Proceso iterativo con ciclos de retroalimentación

**“ La retroalimentación de los involucrados en el proyecto es un tema clave para que todo funcione, si le explicas al equipo y este entiende el beneficio y lo ve, ahí está el diferenciador desde la sostenibilidad”**

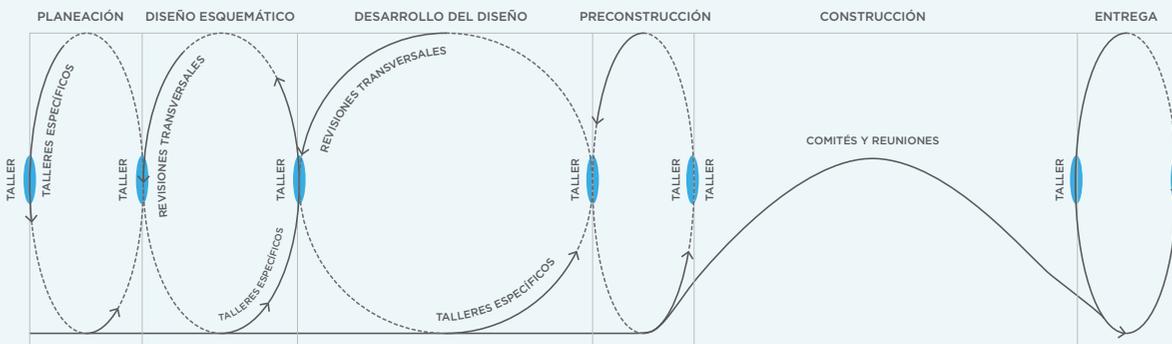
Paola Rodríguez, AEI Spaces

El proceso iterativo consiste en la exploración de múltiples alternativas de los diseños, los cuales son retroalimentados por todo el equipo a partir del entendimiento holístico de las relaciones e implicaciones de cada alternativa. Esto asegura que el proyecto final refleje el conocimiento colectivo, que se cuestionen constantemente los supuestos, y que los diseños evolucionen y mejoren a medida que se avanza en el proceso del diseño. Adicionalmente, el proceso iterativo busca generar en los proyectos unos puntos de chequeo en diferentes momentos del proceso en los que se hace un pare, se revisa el proyecto, se logra la retroalimentación del equipo, se aprende, se mejora y se continua el proceso.

Es importante que los miembros del equipo entiendan que las propuestas van a ser cuestionadas y evaluadas constantemente, y por lo mismo pueden cambiar. También que se entienda que no se debe imponer ninguna solución, que el proceso hace parte del aprendizaje colectivo y que cada miembro del equipo aporta en la medida que retroalimenta otra disciplina desde su conocimiento específico. Es decir, se debe promover una mentalidad de aprendizaje y mejoramiento continuo.

Adicionalmente, es importante entender que esta mentalidad va más allá de la fase de diseño y construcción de los proyectos, se debe llevar a la fase de operación y recoger lecciones aprendidas de los aciertos y fracasos para mejorar las prácticas de futuros proyectos. Como parte del proceso, es necesario que desde la planeación se planteen los espacios para generar los ciclos de retroalimentación a través de reuniones sobre temas específicos, talleres con todo el equipo y unos procesos de revisión transversal en algunos momentos clave del proyecto. Algunas de las estrategias identificadas para esto son:

- Realizar un taller de retroalimentación al comenzar y finalizar cada fase del diseño con revisiones transversales para generar los ciclos de retroalimentación. Se recomienda como mínimo hacer talleres de retroalimentación al finalizar la fase de esquema básico o bases de diseño, con anteproyecto y con proyecto.
- Las revisiones transversales de diseño son un punto fundamental de retroalimentación, en estas se recomienda hacer corte y revisar el avance desde varias perspectivas, integrando el cumplimiento de los requerimientos del propietario, las metas de sostenibilidad, la coordinación, el presupuesto, y la constructibilidad, así como el uso de herramientas de sostenibilidad.
- Realizar talleres específicos de las diferentes disciplinas.
- Integrar ciclos de retroalimentación y puntos de chequeo durante la fase de construcción y entrega, por medio de la revisión de los entregables, el desarrollo de listas de verificación para ejecutar a lo largo de la obra y la realización de pruebas de desempeño una vez el proyecto esté finalizado.
- Incluir educación al usuario para que pueda operar adecuadamente los sistemas.



En línea con esta premisa se recomienda realizar un proceso de comisionamiento que integre un proceso de control de calidad, apoye la revisión técnica de los entregables a lo largo de las diferentes etapas del diseño y construcción del proyecto, aporte en el proceso de retroalimentación, y se encargue de supervisar las pruebas de desempeño una vez se instalen los sistemas. Esto con el objetivo de verificar que los sistemas se desempeñen conforme los requerimientos del proyecto y el propietario.



## 7. Cuestionar supuestos

**“ Un buen proceso de diseño integrativo se traduce en un buen proyecto en general, lograr cuestionar muchos temas y ver muchas cosas que haciendo un proceso tradicional no se logran ver”**

Jorge Andrés Murcia, A+C Gestión

Retar el estatus quo es un cambio de mentalidad fundamental en un proceso integrativo que se basa en cuestionar los supuestos con el objetivo de promover el aprendizaje continuo y que las soluciones de diseño respondan a los requerimientos reales del proyecto. Es necesario que los sistemas estén optimizados en relación con las condiciones reales del edificio que se está diseñando, entendiendo las interrelaciones y sinergias entre los sistemas, y que no se usen valores estandarizados que generan redundancias, sobredimensionamientos y por ende ineficiencias. Para lograr este objetivo es necesario eliminar las respuestas presupuestas y las soluciones estandarizadas o sin análisis, pero sobre todo, se trata de un cambio de mentalidad de “yo siempre lo he hecho así” a una mentalidad abierta, colaborativa, dispuesta al cambio, a la exploración de alternativas y a recibir retroalimentación por parte de los pares.

Esto resulta siendo uno de los principales retos del proceso integrativo ya que se debe entender que se está trabajando con personas y por lo tanto se debe ser muy asertivo en la comunicación para generar un ambiente de respeto y confianza. Para esto se recomiendan algunas estrategias:

- Una vez se conforma el equipo es necesario explicar de manera clara y concreta los beneficios del proceso integrativo a partir de experiencias pasadas y casos de estudio. Es importante mostrar cifras y utilizar simulaciones para demostrar que el proceso ayuda en términos de ahorro de costos y eficiencia; y de esta manera convencer al propietario del proyecto y todas las partes interesadas de trabajar bajo esta metodología.
- Tener un facilitador en los talleres y reuniones que sea capaz de promover un ambiente respetuoso y garantice que todas las personas sean escuchadas. Se debe evitar caer en una cultura de relaciones adversarias y de culpabilizaciones.
- Integrar la participación activa en todo el proceso de análisis, evaluación, participación en talleres, etc. como parte del contrato de todos los involucrados.
- Tener una estructura de remuneración o de bonificación atada al éxito del proyecto y a metas medibles, que esté claramente estipulada en los documentos contractuales.



## Actividades y estrategias para implementar el proceso integrativo

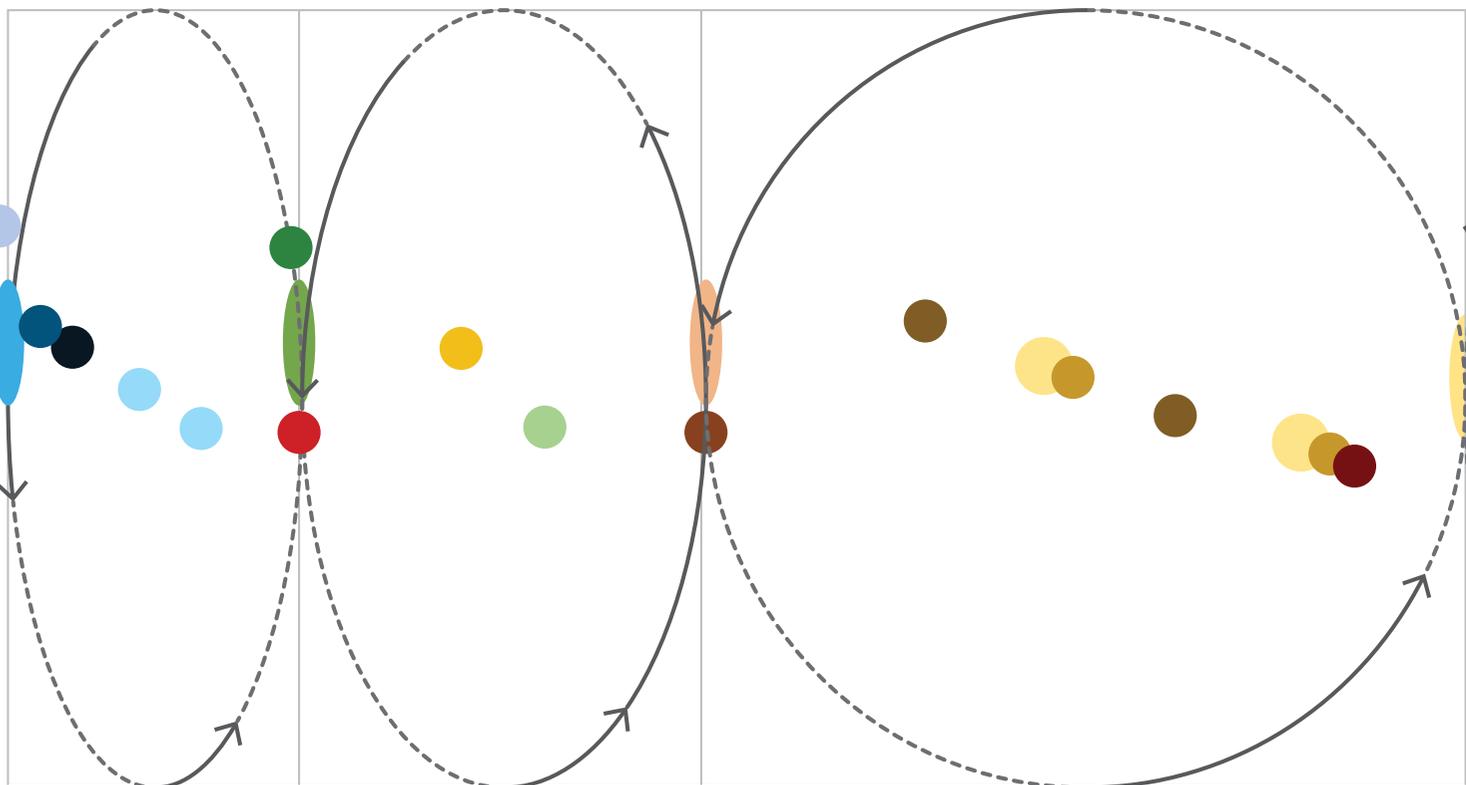
Para la implementación del proceso integrativo se recomienda la realización de las siguientes actividades y estrategias a lo largo de las diferentes fases del proyecto.

PLANEACIÓN

DISEÑO ESQUEMÁTICO

DESARROLLO DEL DISEÑO

PR



- Selección y contratación del equipo de profesionales
- Taller(es) de metas y expectativas
- Definición de metas y métricas de sostenibilidad
- Establecimiento de matriz de responsabilidades
- Otras reuniones de planeación del proyecto

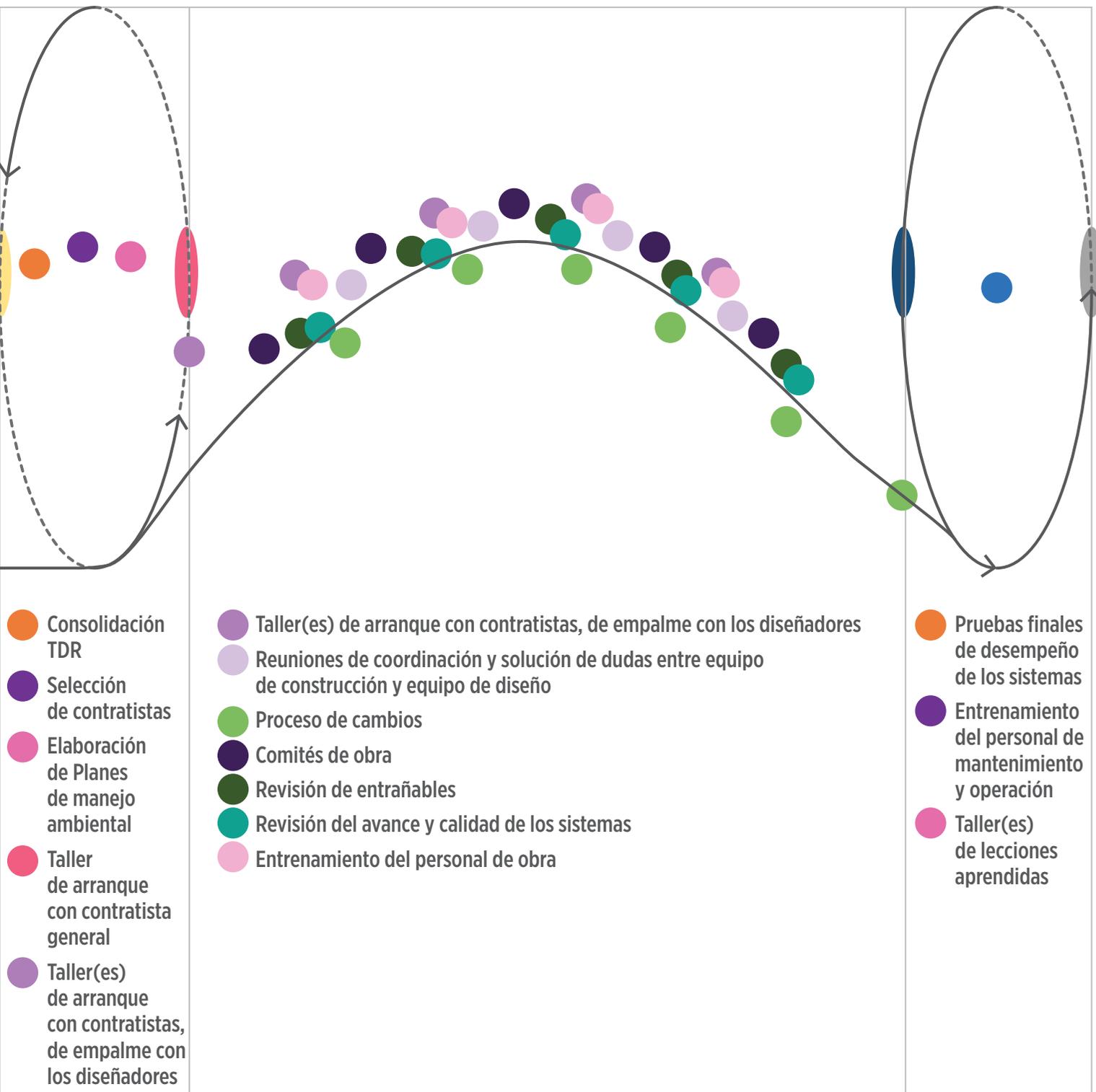
- Evaluación del sitio
- Taller(es) de exploración del diseño conceptual
- Taller(es) de arranque de diseños técnicos
- Establecimiento de criterios selección de alternativas
- Revisión transversal de esquema básico, BoDs y evaluación de alternativas
- Entrega de bases de diseño
- Otros talleres específicos del proyecto

- Comités de coordinación
- Revisiones transversales de diseño
- Talleres de entrega de Anteproyecto y de Proyecto
- Especificaciones de sostenibilidad

## RECONSTRUCCIÓN

## CONSTRUCCIÓN

## ENTREGA





## » Planeación

En esta fase se establece la visión, alcance y metas del proyecto y se consolida el equipo del proyecto. Es fundamental realizar el taller de metas y expectativas aplicando el principio de Análisis de uso final, menor costo para entender los requerimientos operacionales y funcionales reales del proyecto. Es importante identificar oportunidades y sinergias, así como establecer metas económicas, ambientales y sociales que sean medibles.

Mientras que en un proceso convencional se contaría con un equipo de diseño pequeño en esta fase, en el proceso integrativo se pretende que desde este momento se incluyan todos los profesionales clave que cuenten con la suficiente experiencia y experticia para atender todas las necesidades del proyecto. Los aportes del propietario del proyecto, del operador y de los posibles ocupantes también son fundamentales en esta fase.

Planeación	
<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección y contratación del equipo de profesionales</li> <li>• Taller(es) de metas y expectativas</li> <li>• Definición de metas y métricas de sostenibilidad</li> <li>• Establecimiento de una matriz de responsabilidades</li> <li>• Otras reuniones de planeación del proyecto</li> </ul>
<b>Actores clave</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propietario</li> <li>• Gerencia del proyecto</li> <li>• Arquitecto</li> <li>• Diseñadores técnicos claves: consultor bioclimático, diseñador hidrosanitario, diseñador mecánico (depende del alcance), diseñador estructural, diseñador eléctrico, diseñador de paisajismo (depende del alcance).</li> <li>• Constructor (si es posible)</li> <li>• Consultor de sostenibilidad y certificaciones (cuando esta experticia no está en el proyecto)</li> <li>• Operador de la edificación o personal de mantenimiento</li> <li>• Autoridad de comisionamiento (cuando el proyecto está en un proceso de comisionamiento)</li> </ul>
<b>Resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento de metas y expectativas del proyecto*</li> <li>• Protocolo de comunicaciones e intercambio de información**</li> <li>• Protocolo de toma de decisiones**</li> <li>• Matriz de responsabilidades**</li> </ul> <p>*Si el proyecto cuenta con un proceso de comisionamiento, este documento se puede integrar con los requerimientos del propietario (OPR)</p> <p>**Al trabajar con un proceso de comisionamiento estos elementos se pueden integrar al plan de comisionamiento de diseño.</p> <p>Nota: Al trabajar con metodología BIM, el protocolo de comunicaciones e intercambio de información debe ser parte del Plan de ejecución BIM (BEP).</p>

## Actividades

1. Selección y contratación del equipo de profesionales clave:
  - Seleccionar un equipo de expertos mediante unos términos de referencia que incluyan las cualificaciones necesarias y establezcan de manera explícita la visión de construcción sostenible. Se deben establecer específicamente los requisitos de experiencia para la contratación y explicar el nivel de participación que se espera de cada consultor, incluyendo la participación en todas las actividades aplicables del proceso integrativo. Internamente se pueden desarrollar criterios y listas de calificación que faciliten la selección de los profesionales y empresas mejor capacitados. Es fundamental entender que este proceso de selección no debe basarse en costos, ya que aplicando el principio de los grandes ahorros, estos son mejores que los pequeños ahorros. En el equipo de diseño no se deben hacer ahorros que vayan en detrimento de todo el proyecto.
  - Definir una estructura de remuneración y contratación que promueva la implementación de un proceso integrativo y no utilizar estructuras de remuneración basadas en porcentajes sobre el costo del proyecto para evitar conflictos de interés (Ej. Los honorarios del diseñador mecánico basados en un porcentaje sobre el presupuesto del sistema mecánico pueden generar la penalización de un ingeniero que encuentre formas de eliminar o reducir el sistema).
  - Es importante que cuando exista una compensación o bonificación unida al éxito del proyecto, esté atada a metas medibles tales como finalización de hitos, costos en el ciclo de vida del proyecto, logros a nivel de seguridad, reducción de problemas de post ocupación, cumplimiento de programación y presupuesto, calidad, eficiencia energética. Unir el éxito individual al éxito del proyecto completo es una herramienta poderosa para lograr la integración.
  - Asegurarse que los honorarios y los contratos cubran los esfuerzos de los equipos para lograr el proceso integrativo, incluyendo los talleres de diseño, las simulaciones requeridas y las reuniones adicionales.
2. Taller de requerimientos, metas y expectativas: El objetivo de este taller es llegar a consensos entre los decisores de los requerimientos reales del proyecto y lograr una visión compartida de los criterios de éxito del proyecto.
  - *Acciones previas al taller:*
    - Definir los actores clave que deben participar e integrar actores externos cuando esto agrega valor. En este taller deben participar el propietario, la gerencia, e idealmente el personal de operación y mantenimiento, así como los representantes del usuario, y de ser posible, el equipo de arquitectura.
    - Elegir un facilitador
    - Establecer la metodología del taller. Las metodologías pueden ser variables de acuerdo a la complejidad del proyecto y al nivel de avance de la definición de requerimientos técnicos del proyecto. Pero en general se busca utilizar metodologías colaborativas que faciliten el diálogo y logro de consensos entre los decisores, frente a los temas relevantes para el proyecto, cubriendo como mínimo los sugeridos en el [Anexo A](#). Es importante tener en cuenta que dependiendo de las características mismas del proyecto la metodología puede desarrollarse en una sola sesión o en múltiples sesiones.
    - Definir cómo se documentará el taller y los resultados
  - *Acciones durante el taller:*
    - Desarrollar la metodología establecida para el taller utilizando el [Anexo A](#) como guía.
    - Registrar los acuerdos a los que se llega en el taller y la lista de asistentes
  - *Acciones al finalizar el taller:*
    - Elaborar un documento con el resultado y compartirlo con el equipo.
    - Extraer el protocolo de comunicaciones e intercambio de información y el protocolo de toma de decisiones.



### 3. Establecimiento de metas y métricas de sostenibilidad del proyecto:

- Después de tener claridad sobre lo que se quiere lograr en el proyecto a través del establecimiento de los requerimientos, metas y expectativas, se deben establecer las metas de sostenibilidad del proyecto, las cuales deben ser medibles a partir de métricas, de forma que se pueda verificar su logro a lo largo del proyecto. Aunque un proyecto puede ser sostenible sin buscar una certificación de sostenibilidad, en este punto cobran gran relevancia este tipo de certificaciones. Ya que son una gran herramienta para establecer metas de sostenibilidad y métricas asociadas.
- Con el fin de lograr los máximos beneficios asociados al proceso integrativo es muy importante que las metas de sostenibilidad que se establezcan tengan como base los requerimientos, metas y expectativas del proyecto. Por esta razón solo deben ser seleccionadas después de haberse llevado a cabo el taller anterior y deben apuntar a lograr lo que el proyecto busca. De esta manera se ponen los sistemas de certificación y la sostenibilidad a trabajar a favor del proyecto y no el proyecto a trabajar por una certificación.

### 4. Establecimiento de una matriz de responsabilidades:

- Una vez se tenga la visión clara de lo que se quiere lograr, el éxito de la implementación del proceso integrativo radica en que cada actor asuma completamente su responsabilidad con respecto a los requerimientos y metas que debe tener a cargo. Para esto, la gerencia del proyecto o quien lidere el proceso integrativo del proyecto debe establecer claramente cuáles requerimientos y metas de sostenibilidad del proyecto son responsabilidad de cada parte y cuáles son los roles de supervisión, decisión y control.
- Estas responsabilidades deben ser documentadas y comunicadas a cada parte interesada. Lo que puede hacerse a través de una matriz de responsabilidades, que puede elaborarse de acuerdo a lo propuesto en el [Anexo B](#).

## 5. Otras reuniones:

- Organizar una reunión sobre el programa del edificio para confirmar los requisitos generales de los espacios. Es importante considerar cómo los objetivos del programa del edificio se alinean con los objetivos de sostenibilidad y considerar las sinergias que se pueden lograr a partir de la ubicación de los diferentes usos.
- En caso de no lograr integrar al usuario final en el taller de metas y expectativas, organizar una reunión para discutir las expectativas de operación y de los diferentes grupos de usuarios. Es muy útil integrar a los equipos de limpieza, mantenimiento y operación desde esta etapa inicial.
- Organizar reuniones con otros grupos de interés que puedan desencadenar en oportunidades y asociaciones, como por ejemplo con empresas de servicios públicos, agencias del gobierno, juntas de acción comunal, etc.



### Tips fase de planeación:

- Para el taller de metas y expectativas: Planear el taller de la mano del facilitador e implementar una metodología que logre:
  - Fomentar una mentalidad de equipo que facilite la creatividad y el pensamiento sistémico (utilizar técnicas de pensamiento de diseño<sup>3</sup>).
  - Desarrollar empatía dentro del equipo.
  - Promover el trabajo interdisciplinar.
- Implementar desde esta fase y a lo largo del proyecto la metodología y herramientas BIM para potenciar la comunicación y el intercambio de información. En esta fase, desarrollar un plan de ejecución BIM (BEP, por sus siglas en inglés) para que todo el equipo tenga claridad de cómo se debe intercambiar la información, dónde se aloja, el nivel de detalle esperado, y qué usos se le va a dar, entre otras.



### Recursos:

- [Anexo A: Aspectos a discutir en un taller de requerimientos, metas y expectativas](#)
- [Anexo B: Formato base para elaborar la matriz de roles y responsabilidades](#)

<sup>3</sup> El pensamiento de diseño es un proceso iterativo no lineal que los equipos utilizan para comprender a los usuarios, cuestionar suposiciones, redefinir problemas y crear soluciones innovadoras para prototipos y pruebas. Fuente: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/design-thinking>. Para explorar herramientas del pensamiento de diseño visite: <https://www.designkit.org/methods>



Figura 10. Edificio Ministerios, manzana 6. Créditos: Juan Pablo Ortiz Arquitectos.

Para fomentar el trabajo colaborativo en el diseño del proyecto la gerencia del proyecto, liderada por el Arquitecto Juan Pablo Ortiz junto con AE Architectural Engineering, propuso un modelo de contrato a través del flujo de pagos, que consistió en generar paquetes integrados en donde todos los especialistas eran corresponsables de los entregables, diferente a la manera en que se hace comúnmente, en donde cada especialista entrega su trabajo de manera individual. Es decir, que los pagos se realizaban al equipo completo del proyecto una vez los avances de los diseños estuvieran completos y coordinados, y no por entregable de cada especialidad. Este cambio en el contrato llevó a que los especialistas generaran acuerdos en pro del proyecto y se compartieran los riesgos y beneficios. Debido a la necesidad de generar acuerdos desde el inicio del proyecto, se desarrollaron y coordinaron las bases conceptuales de diseño del proyecto, a partir de lo cual se inició el desarrollo de los diseños. Cabe resaltar que este proceso y modelo contractual fue bien recibido por todas las partes.

Desde el proyecto también se logró un flujo constante y transparente de información y una buena comunicación, al integrar un entorno común de datos a través de BIM en donde se generó una transferencia de conocimiento importante. El diseño, producto de la relación de cada una de las especialidades, fue muy eficiente y consistente.

La fase de diseño se caracteriza por ser el momento de mayor exploración de alternativas e ideas. En este proceso debe participar todo el equipo analizando las oportunidades y barreras del proyecto, así como las condiciones del lugar de emplazamiento y otras restricciones, para encontrar las sinergias y estrategias que mejor respondan a los requerimientos y expectativas del propietario.

### « Diseño esquemático »

Es una de las fases más importantes del proceso integrativo, ya que es la fase de mayor exploración y creatividad. De igual forma es una fase dónde se deben tomar decisiones importantes sobre lo que debe hacerse en el proyecto, para en las siguientes fases desarrollarlo. La fase de diseño inicia con una aproximación o un esquema básico que parte de la visión, el alcance y las metas definidas en la fase de planeación. El diseño esquemático debe lograr sintetizar las habilidades y conocimientos de todo equipo y lograr una propuesta de diseño conceptual lo suficientemente potente para que responda a múltiples requerimientos y criterios de evaluación.

Diseño esquemático	
<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación del sitio</li> <li>• Taller de exploración del diseño conceptual</li> <li>• Taller de arranque de los diseños técnicos</li> <li>• Revisión transversal de esquema básico, bases de diseño y evaluación de alternativas</li> <li>• Otros talleres específicos</li> </ul>
<b>Actores clave</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propietario</li> <li>• Gerencia del proyecto</li> <li>• Arquitecto</li> <li>• Diseñadores técnicos claves: consultor bioclimático, diseñador hidrosanitario, diseñador mecánico (depende del alcance), diseñador estructural, diseñador eléctrico, diseñador de paisajismo (depende del alcance).</li> <li>• Constructor (si es posible),</li> <li>• Consultor de sostenibilidad y certificaciones (cuando esta experticia no está en el proyecto)</li> <li>• Operador de la edificación o personal de mantenimiento Autoridad de comisionamiento (cuando el proyecto está en un proceso de comisionamiento)</li> </ul>
<b>Resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esquema básico arquitectónico</li> <li>• Bases de diseño de cada disciplina (BoD)</li> <li>• Presupuesto actualizado</li> <li>• Simulaciones preliminares</li> <li>• Revisión de esquema básico y bases de diseño</li> <li>• Documento de metas y expectativas actualizado</li> </ul>

## Actividades

### 1. Evaluación del sitio:

- Antes de arrancar el proceso de diseño, es fundamental conocer a profundidad las condiciones del sitio donde se va a desarrollar el proyecto y su entorno con el fin de integrarlas adecuadamente al proyecto e integrar el proyecto al entorno para contribuir a construir comunidad. Para esto se debe realizar y documentar un análisis de las oportunidades y desafíos del lugar donde se emplaza el proyecto, analizando las condiciones climáticas, geográficas, de suelo, de biodiversidad, de hábitat, sociales, etc.
- Esta evaluación se realiza a partir de la consulta de información secundaria del lugar, visitas al sitio del proyecto y su entorno, y mediante estudios y mediciones preliminares en el sitio.

### 2. Taller de exploración del diseño conceptual: Este taller tiene como objetivo poner toda la creatividad y conocimiento del equipo a favor de pensar y retroalimentar el proyecto para generar insumos que sirvan de base para el desarrollo arquitectónico del mismo. Este taller, aunque trae grandes beneficios al proceso, no siempre puede realizarse, ya que en ocasiones se opta por integrar este tipo de procesos cuando el proyecto ya tiene un nivel de avance y cuenta con un esquema básico; en cualquier otro tipo de circunstancia, es altamente recomendable hacerlo.

#### • *Acciones previas al taller:*

- Tener la información de la evaluación del sitio.
- Elegir el facilitador del taller que puede ser parte de la gerencia, del equipo de diseño o puede ser un consultor externo.
- Elegir a los asistentes del taller: cómo mínimo debe estar el equipo de gerencia del proyecto, el equipo de diseño completo y se puede enriquecer al contar con otros miembros del equipo como el personal de operación y mantenimiento, el usuario, la comunidad, etc.
- Establecer la metodología del taller. Para este taller se pueden utilizar diferentes metodologías, sin embargo, se recomienda altamente usar metodologías colaborativas, que permitan que cada asistente pueda consignar sus ideas con respecto a cómo se puede responder desde el punto de vista programático a los requerimientos y metas del proyecto, llevándolos a pensar por fuera de la caja. Esto puede hacerse combinando un trabajo de grupos pequeños y de grupo grande para extraer el máximo número de ideas para integrar la sostenibilidad y responder a los requerimientos del proyecto, así como una selección conjunta de aquellas ideas que definitivamente deberían ser implementadas en el proyecto de forma que el equipo de arquitectura pueda llevárselas para desarrollar sus propuestas de diseño.
- Compartir el documento de metas y expectativas del proyecto con los participantes del taller.

#### • *Acciones durante el taller:*

- Compartir la visión, metas, y alcance del proyecto con todos los miembros del equipo.
- Desarrollar la metodología establecida para el proyecto que permita analizar los requerimientos técnicos y programáticos con todo el equipo, con actividades que fomenten la lluvia de ideas para que las personas se sientan cómodas pensando por “fuera de la caja” y desafiando los enfoques convencionales. Esto con el objetivo de maximizar el potencial de las sinergias y permitir que el esquema básico se nutra y beneficie de la experiencia de todas las partes.

#### • *Acciones al finalizar el taller:*

- Elaborar un documento con el resultado y compartirlo con el equipo.
- Actualizar el documento de metas y expectativas, si aplica.
- Con el resultado del taller, el equipo de arquitectura tiene insumos importantes para desarrollar su esquema básico, integrando el conocimiento de otras disciplinas. Este esquema básico servirá como base para el desarrollo de los otros sistemas del proyecto.



3. Taller de arranque de diseños técnicos: El objetivo de este taller es poder integrar la creatividad, el conocimiento y las lecciones aprendidas al diseño de los sistemas técnicos del proyecto. Este taller debe realizarse una vez el proyecto tenga su esquema básico arquitectónico y se disponga a arrancar los diseños técnicos. Se recomienda que este taller se realice siempre que se busque hacer un proceso integrado.

• *Acciones previas al taller:*

- Compartir el documento de requerimientos, metas y expectativas actualizado, si aplica.
- Compartir la evaluación del sitio.
- Elegir el facilitador del taller que puede ser un miembro de la gerencia, del equipo de diseño o un consultor externo.
- Seleccionar los asistentes al taller. Cómo mínimo deben estar el equipo completo de gerencia, el equipo de diseño y es altamente recomendable contar con el equipo de operación y mantenimiento.
- Establecer la metodología del taller. Se recomienda utilizar metodologías colaborativas que permitan que todos los miembros del equipo puedan compartir su conocimiento. Aunque se pueden usar diversas metodologías de acuerdo a las necesidades mismas del proyecto, en general este taller se puede realizar en grupos asociados a los sistemas principales del proyecto (agua, energía, materiales) y tienen 4 momentos importantes que se deben surtir. Un primer momento de revisión y retroalimentación de los requerimientos y metas del proyecto, en el que los asistentes pueden plantear si los requerimientos deben ser diferentes desde su experiencia. Un segundo momento para compartir lecciones aprendidas, es decir de la experiencia en otros proyectos compartir qué debería ocurrir en este o al contrario, qué no se debería repetir en este frente a los temas asociados. Un tercer momento en el que se pueden proponer soluciones de diseño o soluciones a los sistemas técnicos que integren las lecciones aprendidas y que respondan a los requerimientos del proyecto. Y un cuarto momento de socialización entre los grupos y retroalimentación.

- *Acciones durante el taller:*
    - Socialización y retroalimentación del esquema básico arquitectónico.
    - Desarrollo de la metodología planteada
    - Documentar los asistentes y las conclusiones a un alto nivel de detalle
  - *Acciones al finalizar el taller:*
    - Elaborar un documento con los resultados y compartirlo con el equipo.
    - Actualizar documento de metas y expectativas, si aplica.
    - Con base a los resultados del taller los diseñadores técnicos desde su experticia deben desarrollar las Bases de Diseño de los diferentes sistemas (BoD), donde se establecen las condiciones de entrada para los diseños, se proponen las estrategias conceptuales de diseño que integran el conocimiento colectivo del equipo, se identifican las sinergias que existan y se hace la propuesta de alternativas al diseño, así como la recomendación de la alternativa adecuada para el proyecto. Para desarrollar las BoD se puede usar el [Anexo C](#).
4. Revisión transversal de esquema básico, bases de diseño y selección de alternativas: Las revisiones transversales constituyen una de las principales herramientas para generar un aprendizaje continuo durante el proyecto y establecer ciclos de retroalimentación. Por esto deben realizarse al finalizar cada fase o fase intermedia del diseño, para lo que puede usarse el formato propuesto en el [Anexo D](#).
- Al finalizar la fase de diseño esquemático se deben revisar el esquema básico arquitectónico y las bases de diseño de cada sistema técnico, las cuales deben integrar la evaluación de alternativas. Como parte de esta revisión se recomienda incluir:
    - Análisis de los impactos de las decisiones sobre cada sistema:
      - Identificar puntos de coordinación con los demás especialistas que participan en el diseño para buscar un trabajo más integral.
      - Usar herramientas de modelación para entender el comportamiento del proyecto y tomar decisiones. Se recomienda como mínimo en este punto hacer la primera modelación energética y térmica del proyecto (modelación simplificada) y el primer balance hídrico.
    - *Evaluación:*
      - Viabilidad técnica y constructibilidad.
      - Presupuesto y viabilidad financiera.
      - Costos y/o ahorros en el tiempo (desde el diseño hasta la operación).
      - Cumplimiento de requerimientos y metas del proyecto (incluir metas del sistema de certificación, si aplica).
      - Otros impactos no económicos (ej. cobeneficios).
5. Como parte de las bases de diseño o como un documento independiente, cada diseñador debe hacer y entregar una evaluación de alternativas que debe ser parte de esta revisión transversal. En la evaluación de alternativas se deben incluir distintas posibles soluciones de diseño a nivel conceptual para el proyecto específico y para cada una de estas se debe presentar sus pros y contras, así como la recomendación del diseñador. Como parte de la evaluación se recomienda incluir como mínimo:
- Desempeño del sistema en la operación
  - Implicaciones en instalación y disponibilidad de componentes
  - Implicaciones de operación, mantenimiento, disponibilidad de repuestos y representación nacional de servicio
  - Costos iniciales
  - Costos de operación y mantenimiento

6. Otros talleres específicos: En adición al taller de exploración del diseño conceptual y el de arranque de los diseños técnicos, se pueden realizar una serie de talleres centrados en aspectos específicos del diseño del edificio para explorar estrategias, tecnologías y oportunidades. En estas se debe buscar invitar especialistas que puedan aportar a los diseños. Algunos ejemplos de talleres específicos son:

7. Exploración de sistemas estructurales.
8. Envoltente.
9. Confort lumínico, acústico y térmico.
10. Sistemas de gestión del agua.
11. Opciones de sistemas HVAC.
12. Selección de materiales.
13. Fuentes alternativas de suministro de energía y agua.



#### Tips fase diseño esquemático:

- Previo al taller de exploración del diseño conceptual, organizar una visita al sitio del proyecto o realizar el taller en el sitio o cerca de él para mejorar la capacidad del equipo en la visualización y evaluación del entorno del proyecto.
- Planear los talleres de la mano del facilitador.
- Definir una metodología para los talleres que fomente la creatividad y trabajo en equipo (utilizar técnicas de pensamiento de diseño)
- Utilizar representaciones visuales de las alternativas para facilitar la comunicación y entendimiento entre los miembros del equipo.

#### Recursos:

- [Anexo C: Formato de bases de diseño](#)
- [Anexo D: Formato de revisión de los diseños](#)



**Nombre del proyecto:** Dammar  
**Tipología:** Residencial - VIS  
**Ciudad:** Cartagena, Bolivar

Bajo la metodología de Design Charrete, desde el proyecto CEELA se apoyó la definición de las mejores estrategias de eficiencia energética y confort adaptativo para implementar en el proyecto Dammar en conjunto con el equipo técnico de Prodesa. Se logró generar un espacio de participación no solo con los diseñadores sino también con todas las áreas trasversales de la compañía y con los stakeholders que llevó a implementar la metodología de diseño integrativo en los nuevos proyectos de Prodesa.

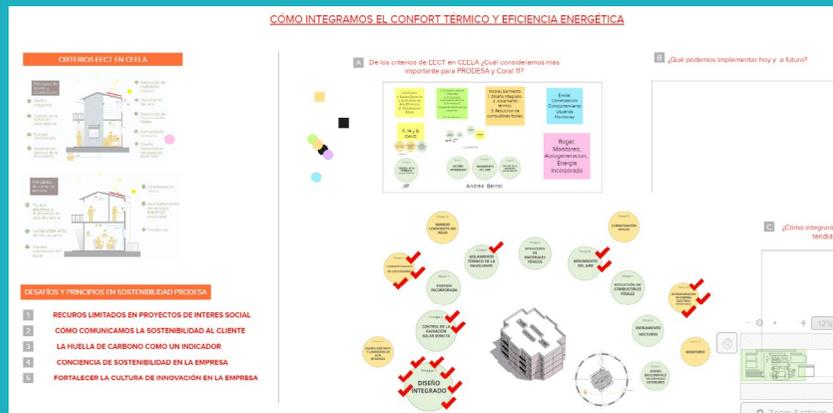


Figura 11. Selección de criterios EECT. Créditos: Prodesa y Proyecto CEELA

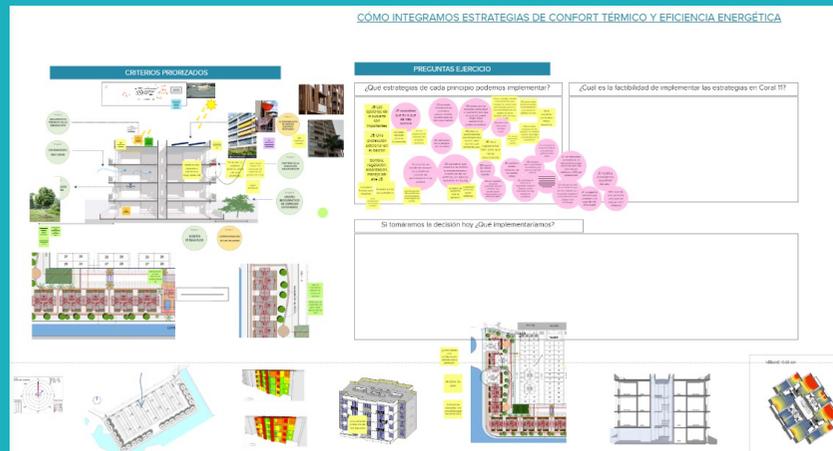


Figura 12. De criterios EECT a estrategias. Créditos: Prodesa y Proyecto CEELA



Figura 13. Estrategias para avanzar en la etapa de diseño. Créditos: Prodesa y Proyecto CEELA

Teniendo en cuenta que el clima de Cartagena es cálido húmedo con temperaturas que pueden alcanzar los 35° C durante algunos meses del año, se realizaron modelaciones que permitieron llegar a las mejores decisiones de diseño.

Se tomaron las siguientes medidas en cuanto al confort térmico del proyecto:

- Todas las viviendas cuentan con balcones que sirven como aleros que permiten la disminución de las ganancias térmicas por los rayos solares al interior del apto sin desmejorar la iluminación natural al interior.
- El proyecto cuenta con vidrios de control solar en las fachadas de las torres para evitar el ingreso de radiación y que se calienten los espacios al interior de los apartamentos.
- Los acabados en fachada son en pintura de color claro, que refleja los rayos solares disminuyendo el calentamiento al interior de los apartamentos.
- Se está evaluando la implementación de paneles solares en zonas comunes del proyecto con el fin de disminuir las emisiones asociadas a la instalación de sistemas de ventilación mecánicos.



## « Desarrollo del diseño: Anteproyecto y Proyecto »

Durante la etapa de anteproyecto se desarrollan las estrategias de diseño para cumplir con las metas y expectativas del proyecto. También se evalúan las decisiones que se han tomado con respecto a todos los sistemas técnicos y la arquitectura en cuanto a su rendimiento e impacto en todos los demás sistemas, así como en las metas y expectativas del proyecto. Esto puede llevar a la modificación de las mismas, al entender, con datos e información concreta, las oportunidades y limitaciones del proyecto. En esta fase aún hay gran posibilidad de impactar, desde la sostenibilidad, el proyecto, por lo que generar ciclos de retroalimentación es esencial.

Finalmente, en la etapa de proyecto se concluye el diseño de los sistemas en detalle, la coordinación técnica y se genera la documentación para la construcción del mismo. El resultado es un diseño cohesivo e integrado que confirma y valida las alternativas de diseño y los objetivos de sostenibilidad del proyecto. Aunque siempre hay campo para el aprendizaje en el proceso integrativo, idealmente en este momento no se deben hacer muchos cambios, sino que se debe verificar el logro de las metas y los requerimientos del proyecto.

Desarrollo del diseño: Anteproyecto y Proyecto	
<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comités de coordinación</li> <li>• Talleres de entrega de Anteproyecto y de Proyecto</li> <li>• Revisiones transversales de diseño</li> <li>• Especificaciones de sostenibilidad</li> </ul>
<b>Actores clave</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propietario</li> <li>• Gerencia del proyecto</li> <li>• Arquitecto</li> <li>• Diseñadores técnicos claves: consultor bioclimático, diseñador hidrosanitario, diseñador mecánico (depende del alcance), diseñador estructural, diseñador eléctrico, diseñador de paisajismo (depende del alcance).</li> <li>• Constructor (si es posible),</li> <li>• Consultor de sostenibilidad y certificaciones (cuando esta experticia no está en el proyecto)</li> <li>• Operador de la edificación o personal de mantenimiento</li> <li>• Autoridad de comisionamiento (cuando el proyecto está en un proceso de comisionamiento)</li> </ul>
<b>Resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anteproyectos arquitectónicos y técnicos coordinados</li> <li>• Proyectos y detalles arquitectónicos y técnicos coordinados</li> <li>• Especificaciones finales y Documentación para construcción</li> <li>• Presupuesto detallado</li> <li>• Simulaciones del proyecto y otras herramientas de sostenibilidad</li> <li>• Actualización de documento de metas y expectativas*</li> <li>• Revisión de diseño</li> </ul> <p>*Si el proyecto cuenta con proceso de comisionamiento se deberá actualizar el OPR y realizar el reporte de comisionamiento de los diseños.</p>

## Actividades

1. **Comités de coordinación:**
  - Realizar reuniones periódicas de coordinación con el equipo para asegurar que existan líneas de comunicación abierta y efectivas y que los documentos de construcción sean consistentes.
  - Realizar reuniones generales con todo el equipo solo cuando se requieran y realizar reuniones específicas con algunos diseñadores para resolver asuntos puntuales que no requieren de todo el equipo.
2. **Talleres de entrega de Anteproyecto y de Proyecto:** Con el fin de integrar el conocimiento y retroalimentación de todo el equipo al proceso del proyecto se recomienda hacer un taller previo a cada entrega de diseño, en el que cada disciplina pueda presentar su entrega y las otras disciplinas las pueda retroalimentar y se logre integrar esta retroalimentación en la entrega a realizar. Para la efectividad del taller se recomienda:
  - *Acciones previas al taller:*
    - Tener completa la entrega por parte de cada diseñador.
    - Elegir el facilitador del taller que puede ser parte de la gerencia o puede ser un consultor externo.
    - Elegir a los asistentes del taller: cómo mínimo deben estar el equipo de gerencia del proyecto, el equipo de diseño completo y se puede enriquecer al contar con otros miembros del equipo, como el personal de operación y mantenimiento.
    - Establecer la metodología del taller de acuerdo a la naturaleza del proyecto. Puede ser una metodología sencilla en la que se dé espacio de presentación sin interrupción a cada disciplina y posteriormente se abra un espacio de preguntas y comentarios.
  - *Acciones durante el taller:*
    - Implementar la metodología seleccionada que permita:
      - La socialización y retroalimentación del anteproyecto/ proyecto con la participación de cada disciplina.
      - La identificación clara de sinergias y verificación de la coordinación entre los sistemas.
  - *Acciones al finalizar el taller:*
    - Documentar los resultados y compartir las observaciones de los diseños con todo el equipo.
    - Actualización de los diseños de acuerdo con las observaciones y retroalimentación para efectuar la entrega del anteproyecto / proyecto de acuerdo al protocolo intercambio de información. (se recomienda que la entrega se haga aproximadamente 3 días después del taller).
3. **Revisiones transversales de diseño:** Como parte del proceso de mejora continua y en pro de generar ciclos de retroalimentación, se debe por lo menos en dos momentos hacer un corte de los diseños para realizar una revisión transversal. Se recomienda hacerlo al finalizar el anteproyecto y el proyecto. En este proceso de revisiones se debe tener en cuenta:
  - Establecer y requerir claramente lo que se espera en las entregas de los miembros del equipo.
  - Lograr el compromiso del equipo para resolver los comentarios y observaciones a medida que se avanza en el diseño.
  - Como parte de la revisión se recomienda utilizar herramientas de simulación (energética, térmica, luz día, iluminación, ventilación natural, ACV, etc.) y de balance hídrico para evaluar el desempeño de la edificación y aportar al proceso de toma de decisiones. En estas fases se deben hacer simulaciones detalladas.



- Evaluar los diseños de acuerdo a:
    - Coordinación, viabilidad técnica y constructibilidad.
    - Presupuesto detallado y viabilidad financiera
    - Cumplimiento de requerimientos y metas del proyecto (incluir metas del sistema de certificación, si aplica)
    - Costos y/o ahorros en el tiempo (desde el diseño hasta la operación)
    - Otros impactos no económicos (ej. cobeneficios)
  - Con base en los resultados de las revisiones y de acuerdo al proceso de toma de decisiones, es posible que se deban ajustar los requerimientos, metas y objetivos en la medida que avance el proceso de diseño.
  - En caso de contar con un agente de comisionamiento, este debe revisar los diseños en diferentes fases de acuerdo al plan de comisionamiento para asegurar que se esté cumpliendo con los requerimientos del cliente y los objetivos del diseño. Esta revisión debería integrarse a la revisión transversal para mayor beneficio al proyecto.
4. Especificaciones de sostenibilidad:
- Adicional a integrar todos los aspectos de sostenibilidad en las especificaciones técnicas del proyecto, se recomienda realizar unas especificaciones de sostenibilidad por medio de las cuales se comunique al equipo de construcción los aspectos de sostenibilidad en cuanto a requerimientos y a nivel de procedimiento, que deben ser incorporados en la fase de construcción y entrega del proyecto.



### Tips fase desarrollo del diseño

- Programar las reuniones de manera periódica y anticipada de acuerdo al cronograma de diseño.
- Planear los talleres y reuniones de la mano del facilitador.
- Coordinar los ciclos de retroalimentación con reuniones del equipo y reuniones específicas.
- Visualizar los resultados de las simulaciones para apoyar la toma de decisiones.
- Incluir consultores y especialistas adicionales a medida que el proyecto lo requiera.
- Preferiblemente utilizar una única fuente de información a través de un entorno común de datos.
- Tener siempre a la mano la visión, metas, alcance y los requerimientos técnicos del proyecto.
- Al finalizar la etapa de diseño:
  - Se debe contar con un proyecto coordinado y se debe generar la documentación para la construcción.
  - El arquitecto, diseñadores técnicos, paisajista y diseñador de interiores, deben asegurarse que las especificaciones incluyan los requerimientos de construcción sostenible.
  - Si se está buscando una certificación en construcción sostenible, el consultor de la certificación o encargado debe recolectar la documentación necesaria para la certificación o revisión del diseño. Se debe revisar el cumplimiento de los requisitos por disciplina.
  - En caso de contar con un agente de comisionamiento, este debe revisar los documentos de construcción para asegurar que se esté cumpliendo con los requerimientos operacionales y funcionales del cliente y los objetivos del diseño, y que estos sean lo suficientemente claros para que puedan ser alcanzados en la construcción

#### Recursos:

- [Anexo D: Formato de revisión de los diseños](#)







**Nombre del proyecto:** Tribunales de Medellín y Alpujarra

**Tipología:** Oficinas entidad pública

**Ciudad:** Medellín, Antioquia

El proyecto contó con un año entre el inicio de planeación y finalización de diseño, así como la implementación de metodología de modelado de información del proyecto (BIM). Para la etapa de diseño, se contaron con tres grandes hitos o entregas de diseño, con comités cada quince días, o mensuales cuando el avance de diseño lo permitía y algunos comités extraordinarios cuando fueron necesarios. Para las entregas de diseño se contaba con un protocolo claro de comunicación para el propietario a través de la interventoría y se contaba con un responsable de la asesoría de sostenibilidad que lideraba las actividades del proceso integrativo.

Para cada entrega de diseño se realizaba un documento de control que contenía información clara sobre el avance, comentarios, hallazgos, pendientes y estado en el cumplimiento de metas de sostenibilidad.

Este formato diligenciado se compartía en los comités con todo el equipo para el seguimiento, retroalimentación.

2. Relación Detallada de los Criterios de Aceptación Incluidos en el Anexo Contractual de los Participantes en la Consultoría para los Estudios y/o Diseños						
Del día	Lunes, 26 de septiembre de 2022		Total Criterios	30		
Instructivo	Todos los participantes deberán diligenciar únicamente las celdas que se encuentran resaltadas en azul. Para determinar el estado de avance, cada participante deberá diligenciar la matriz de criterios vs etapa.		Observaciones	Anexo contractual 3.14 Certificación LEED Gold Con el 0 se esta identificando que la etapa de revisión del criterio aun no ha sido surtida por la Supervisión. Con el 1 se esta identificando que la etapa de revisión del criterio ya fue surtida por la Supervisión.		
Criterios Extraídos del Anexo Técnico	Cod.	Revisado	Verificado	Validado	%	
Definir y establecer el alcance LEED Gold	14.1.1	1	1	0	0%	3
Establecer % ahorro energía / consumo total	14.2.1	1	0	0	0%	
Establecer % ahorro agua / tradicional	14.2.2	1	0	0	0%	
Emplear aparatos de bajo consumo	14.2.3	1	1	0	0%	
Establecer % parqueaderos preferenciales	14.2.4	1	1	0	0%	
Definir cupos para vehículos eléctricos	14.2.5	1	1	0	0%	
Contemplar cubierta verde	14.2.6	1	1	0	0%	
Establecer un centro de acopio	14.2.7	1	1	1	3%	
Establecer programa de separación in situ	14.2.8	1	0	0	0%	
Estudios previos	14.2.9	1	1	0	0%	2
Ventana eficiente para disminuir carga	14.2.10	1	1	0	0%	
Sistema de ventilación eficiente (Ashrae)	14.2.11	1	0	0	0%	
Evaluar energías alternativas	14.2.12	1	1	0	0%	
Estrategias de iluminación (Ashrae)	14.2.13	1	0	0	0%	
Tableros de contadores para apagado	14.2.14	1	0	0	0%	
Sistema de tratamiento de agua residual	14.2.15	1	0	0	0%	
Establecer no uso de agua potable	14.2.16	1	1	0	0%	
Plan de control de contaminación	14.2.17	1	0	0	0%	
Plan de materiales de carácter sostenible	14.2.18	1	0	0	0%	
Certificación de materiales e insumos	14.2.19	1	0	0	0%	
Definir % mínimo de reciclado	14.2.20	1	0	0	0%	1
Uso de materiales regionales	14.2.21	1	0	0	0%	
Cubierta verde y materiales SRI +82	14.2.22	1	1	0	0%	
Pinturas con bajo contenido de VOC	14.2.23	1	0	0	0%	
Prohibido el uso de refrigerantes	14.2.24	1	1	0	0%	
Garantizar condiciones de confort	14.2.25	1	1	0	0%	
Garantizar uso de ventilación natural	14.2.26	1	1	0	0%	
Proteger 50% del lote con vegetación nativa	14.2.27	1	0	0	0%	
30% del área debe ser abierto	14.2.28	1	1	1	3%	
25% del área debe ser vegetada	14.2.29	1	0	0	0%	
<b>Subtotal</b>		<b>30</b>	<b>15</b>	<b>2</b>		

3. Relación de Solicitudes de Información para los demás Participantes de Consultoría para los Estudios y/o Diseños			
Participantes	Requerimientos de información		
Arquitectura	MCA	A	Ficha técnica del panel
Estructura	CNI	E	
Hidrosanitario	Algoritmo	H	Planos evidenciando los caudalímetros instalados para paisajismo y agua lluvia reutilizada.
Eléctrico	Fleishman	L	Documento evidenciando caídas de tensión en conductores de alimentación menor a 2% y caídas en circuitos ramales menor a 3%.
Mecánico	Termika	M	Planos con caudales por espacio.
Paisajismo	DR	P	cuenta con 1049 m <sup>2</sup> .
Urbanismo	DR	U	Materiales reflectivos de cubierta no transitable.
Ambiental		YAB	
Acústico	Ecustic	YAC	Pendiente fichas técnicas de los materiales acústicos.
Bioclimático	AG	YBI	
Coordinación	MCA	YCO	
Geotecnia	Alfonso Uribe	YGE	
Iluminación	Distecsa	YIL	No se evidencian resultados de LPD de iluminación (potencia de iluminación por espacio). Esto es vital para la modelación.
Leed	Sumac	YLE	
Programación	MCA	YPR	
Presupuesto	MCA	YPT	
Seguridad Humana		YSH	
Señalética	Designios	YSN	
Topografía	ATS	YTP	
Estudio de Tránsito		YTR	
Transporte Vertical		YTV	
Voz y Datos	Fleishman	YVD	

Fecha: 23/10/2021

Elaborado por:  
Nicolás Jiménez  
Agente de Commissioning  
SUMAC  
njimenez@sumacno.com

Dirigido a:  
Biagio Aevalo  
Ingeniería  
biagio.avealo@gmail.com

**Sistema de Iluminación**

Responsable: **DISTECSA**

N°	Fecha	Doc/Sistema	Observación	Seguimiento	Estado	Resolución	Fecha
1	09/10/2021	BOD_Referencia Iluminación BOD_Referencia Control De Iluminación_KNX	En la normativa bajo la cual se rige el diseño no se especifica el estándar ASHRAE 90.1 - 2010, el cual es requerido como guía para la obtención de la certificación LEED V4. Es importante tener muy presentes los requerimientos de la sección 9.4 del estándar para el sistema de iluminación.	Se cuenta con un documento de propuesta de control y automatización, sin embargo, no se tiene una actualización del BCD.	En Corregir		
2	09/10/2021	BOD_Referencia Iluminación	Dentro del documento se menciona como un entregable las memorias de cálculo, es importante tener en cuenta que dentro de estas, cuando se realicen, se debe especificar como mínimo la siguiente información: -Cálculo fotométrico -Niveles de iluminación -Uniformidad -UGR -Tablas de potencia instaladas por espacio (LPD, Lighting Power Density) donde se demuestre cumplimiento de ASHRAE 90.1 - 2010.		Resuelto	Se recibe una primera versión de los cálculos fotométricos, los cuales cuentan con toda la información requerida, adicionalmente, se cumplen con los parámetros requeridos.	22/12/2021
3	09/10/2021	BOD_Referencia Iluminación BOD_Referencia Control De Iluminación_KNX	Dentro del documento se menciona como un entregable los planos del sistema, es importante tener en cuenta que dentro de estos, cuando se realicen, se debe tener los planos de la luminaria y los planos de control con lazos de control y sensores (se recomienda también entregar un plano con identificación de control por área, topología).		En Revisión		

Página 1

Figura 14. Formato de control y revisiones de diseño. Créditos Sumac



## Preconstrucción

---

Como parte del proceso integrativo, es muy importante contar con la participación del constructor desde el inicio del proyecto; sin embargo, en los proyectos donde esto no sea posible, en esta fase se hace la selección del mismo. De igual forma, en esta etapa se realizan los procesos de selección de los contratistas y subcontratistas encargados de la construcción del proyecto. Asimismo, se establece el proceso de abastecimiento de insumos.

Esta fase tiene como objetivo, dentro del proceso integrativo, que se haga una transición adecuada entre el diseño y la construcción y que las contrataciones correspondan a lo previsto durante la planeación y diseño, con el fin de lograr proyectos de alto desempeño, sostenibles y saludables. Esta etapa se basa en la documentación generada durante el proceso de diseño que ha sido aprobado, así como en los cálculos y especificaciones finales. La coherencia y consistencia de dicha información será vital para que este proceso sea exitoso y esté acorde a la visión y objetivos del proyecto.

Para que el proyecto tenga éxito, la integración que se ha logrado a lo largo de las fases anteriores debe mantenerse durante esta fase a pesar de la presión que se genere por el cumplimiento de tiempos y del presupuesto. Es importante tener en cuenta que en ocasiones las actividades y objetivos descritos en esta fase se extienden a la fase de construcción, toda vez que los contratistas y subcontratistas podrán ser elegidos más adelante, cerca al momento en el que iniciará su intervención en la obra.

<b>Preconstrucción</b>	
<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidación términos de referencia</li> <li>• Selección de contratistas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Taller de presentación del proyecto a proponentes interesados (opcional)</li> <li>• Elaboración de cuadro comparativo técnico de los proponentes</li> <li>• Reuniones con proponentes preseleccionados</li> </ul> </li> <li>• Elaboración de planes de manejo ambiental</li> <li>• Taller de arranque con el constructor o contratista general</li> <li>• Talleres de arranque con los contratistas o subcontratistas, y de empalme con el diseñador</li> </ul>
<b>Actores clave</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propietario</li> <li>• Gerencia del proyecto</li> <li>• Arquitecto</li> <li>• Constructor</li> <li>• Contratistas y subcontratistas</li> <li>• Interventoría</li> <li>• Autoridad de comisionamiento (cuando el proyecto está en un proceso de comisionamiento)</li> <li>• Consultor de sostenibilidad y certificaciones (cuando esta experticia no está en el proyecto)</li> <li>• Diseñadores técnicos claves (solo para resolver consultas puntuales y posiblemente para dar un concepto desde las propuestas): consultor bioclimático, diseñador hidrosanitario, diseñador mecánico (depende del alcance), diseñador estructural, diseñador eléctrico, diseñador de paisajismo (depende del alcance).</li> </ul>
<b>Resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Términos de referencia</li> <li>• Planes de manejo</li> <li>• Política de compras y cambios de especificaciones</li> <li>• Contratistas seleccionados</li> <li>• Documento de metas y expectativas actualizado*</li> <li>• Protocolo de comunicaciones e intercambio de información actualizado**</li> <li>• Protocolo de toma de decisiones actualizado**</li> <li>• Matriz de roles y responsabilidades actualizado**</li> </ul> <p><small>*Si el proyecto cuenta con un proceso de comisionamiento, esto se debe actualizar en los requerimientos del propietario (OPR)</small></p> <p><small>**Al trabajar con un proceso de comisionamiento estos elementos se integran al plan de comisionamiento de construcción.</small></p> <p><small>Nota: Al trabajar con metodología BIM, el protocolo de comunicaciones e intercambio de información se debe actualizar en el BEP.</small></p>

## Actividades

### 1. Consolidación términos de referencia:

- Se deben desarrollar unos términos de referencia para la licitación con una explicación clara de las responsabilidades del contratista en términos de calidad, construcción sostenible (criterios de desempeño), documentación de construcción, capacitación y supervisión de subcontratistas, etc.
- Estos deben integrar tanto los documentos de diseño y especificaciones desarrollados por el equipo de diseño que integran el cumplimiento de los requerimientos y metas del proyecto, como las especificaciones de sostenibilidad.

2. Selección de contratistas y subcontratistas: Es importante seleccionar los contratistas y subcontratistas que tengan la capacidad de integrar de manera adecuada los requerimientos y metas del proyecto en su trabajo y que se comprometan con la incorporación del proceso integrativo. Para esto se recomienda:
  - Realizar el taller de presentación del proyecto a proponentes interesados (opcional):
    - *Acciones previas al taller:* Invitación a proponentes preferibles para el proyecto.
    - *Acciones durante el taller:* presentación general de la visión y metas y expectativas del proyecto, así como las específicas del alcance de los proponentes. Explicación de las responsabilidades del contratista frente a la sostenibilidad del proyecto y al proceso integrativo. Explicación de la metodología para presentación de propuestas.
    - *Acciones al finalizar el taller:* Realizar lista de asistentes.
  - Elaborar el cuadro comparativo de proponentes: Adicional a los cuadros comparativos financieros que se hacen regularmente para la selección de contratistas y subcontratistas, es muy importante hacer un cuadro comparativo técnico para cada sistema, que permita entender los alcances que se están ofertando y garantizar que los equipos y elementos sí responden a lo solicitado de acuerdo a las especificaciones técnicas y las especificaciones de sostenibilidad del proyecto. Este cuadro debe tener de manera explícita cada especificación técnica y actividad del proceso integrativo aplicable al sistema, así como el nivel de cumplimiento de cada contratista o subcontratista, el cual debe servir para que al momento de hacer una contratación se realice integrando todo el alcance.
  - Es altamente recomendable tener el concepto del diseñador, por lo menos de la propuesta de los contratistas preseleccionados.
  - Reuniones con proponentes preseleccionados:
    - Como el dueño y el equipo de diseño han considerado las sinergias entre los sistemas, materiales y estrategias de diseño, la comprensión del contratista de estos aspectos es fundamental.
    - La importancia de apoyar el proceso integrativo y la visión, objetivos y metas del proyecto. Esto fomentará la apropiación del contratista del proyecto y puede evitar medidas de reducción de costos que podrían poner en peligro el diseño. Asimismo, esta sesión informativa puede evitar que el contratista agregue contingencias innecesarias.
    - Oportunidades de estrategias de reducción de costos mediante una gestión inteligente de los residuos, la reducción de desperdicios de recursos, ahorro de energía, el reciclaje en el sitio y el abastecimiento local de materiales. Además, el contratista puede sugerir formas más eficientes o efectivas de alcanzar los objetivos.
3. Elaboración de planes de manejo ambiental: En esta etapa es importante contar con los planes de manejo ambiental con el objetivo de prevenir, mitigar y monitorear los impactos ambientales a lo largo del proceso constructivo. Para una guía detallada sobre la elaboración de estos planes, consulte los Anexos 3 a 12 de la [Guía de gestión sostenible y circular en obras](#) (CCCS & Camacol, 2021).
4. Taller de arranque de construcción con el constructor o contratista general: Antes de arrancar la construcción es importante hacer un taller para revisar los diseños, las estrategias, requisitos del proyecto y llegar a acuerdos sobre la implementación del proceso integrativo durante esta fase.
  - *Acciones previas al taller:*
    - Definir los actores clave que deben participar: es importante que esté el equipo de diseño, el gerente del proyecto, el director de obra, los residentes de obra y la interventoría.
    - Compartir el documento de metas y expectativas actualizado.
    - Compartir con el equipo los diseños finales de cada disciplina.
    - Compartir los planes de manejo ambiental.

- *Acciones durante el taller:*
    - Explicar la intención, objetivos y metas del proyecto, así como las interacciones entre los sistemas y las estrategias o tecnologías innovadoras que se van a implementar en el proyecto.
    - Discutir requerimientos específicos para la construcción como la minimización de residuos, el ahorro de agua y energía, y la calidad del ambiente interior, entre otros.
    - Promover una comunicación abierta constante y la cooperación entre el equipo de diseño y el constructor. Para esto es importante establecer los canales de comunicación, los protocolos de intercambio de información y actualización de diseños, así como aclarar las responsabilidades y alcances de los involucrados. A partir de esta estrategia de comunicación, actualizar la matriz de roles y responsabilidades.
    - Socializar las actividades y entregas esperadas de cada contratista, lo cual debe ser integrado a la programación de obra.
  - *Acciones al finalizar del taller:*
    - Actualizar la matriz de roles y responsabilidades, los protocolos de intercambio de información y el cronograma de obra.
5. Talleres de arranque con contratistas y subcontratistas técnicos: A medida que cada contratista o subcontratista técnico se integre al proyecto es fundamental hacer un taller de arranque para explicarle la visión del proyecto, hacer aclaraciones finales del alcance y llegar a acuerdos con respecto a la implementación del proceso integrativo desde su especialidad. Es importante tener en cuenta que este taller se debe repetir para cada contratista o subcontratista de un sistema, cuando este ingrese al proyecto, por lo que es una actividad que puede extenderse a la fase de construcción.
- *Acciones previas al taller:*
    - Definir los actores clave que deben participar: es importante que esté el diseñador del sistema en cuestión, la gerencia del proyecto, el director de obra, el residente de obra, el contratista y la interventoría.
    - Compartir documento de metas y expectativas actualizado.
    - Compartir el diseño final.
    - Compartir los planes de manejo ambiental.
  - *Acciones durante el taller:*
    - Explicar la intención, objetivos y metas del proyecto, así como las interacciones de este sistema con los otros sistemas.
    - Discutir requerimientos específicos del sistema como la minimización de residuos, el ahorro de agua y energía, la calidad del ambiente interior, entre otros.
    - Discutir el procedimiento de solicitudes de información y cambios.
    - Discutir el alcance de cada entregable y de las actividades en las que debe participar el contratista, así como llegar a acuerdos para que estas se integren o actualicen de manera detallada en la programación general de obra.
    - Explicar el alcance del contratista en la implementación de los planes de manejo del proyecto.
    - Explicar el alcance del contratista en la ejecución del listas de verificación, pruebas de desempeño y otras actividades de entrega.
  - *Acciones al finalizar el taller:*
    - Actualizar la matriz de roles y responsabilidades, los protocolos de intercambio de información y el cronograma de obra.



Foto 6. Proyecto de oficinas. Créditos AEI Spaces

**Nombre del proyecto:**

Confidencial

**Tipología:**

Oficinas

**Ciudad:**

Bogotá D.C.

Generalmente y debido a políticas internas de la compañía, AEI Spaces contrata con terceros los diseños de los sistemas eléctrico, hidrosanitario, estructural, paisajismo, entre otros; y para la fase de obra se reali-

za una invitación a diferentes contratistas para comparar precios y ofertas. En este proyecto se hizo una excepción y se dio continuidad a los contratistas de diseño en la fase construcción. Esto se debió a que en la fase de diseño se logró una muy buena integración del equipo y los sistemas, y todos los involucrados conocían los objetivos de sostenibilidad del proyecto.

Se decidió entonces, que lo mejor para el proyecto era continuar con el mismo equipo de diseño en la construcción, evitando también la generación de silos de información y grandes cambios en obra. En la fase de pre-construcción, se incluyeron en los contratos todos los requerimientos de sostenibilidad, de integración de sistemas y el uso de la metodología BIM para la coordinación de la obra. Para la selección de contratistas, se generaron unos términos de referencia con todos los lineamientos y requerimientos del proyecto (incluyendo los de sostenibilidad), y el nivel de detalle y calidad esperada. A partir de esto los contratistas desarrollaron sus propuestas.

Otro aspecto importante que se llevó a cabo en el proyecto fue el proceso de comisionamiento. Se contó con un agente de comisionamiento que fue incluido desde la fase de diseño del proyecto por lo cual este pudo realizar aportes de manera temprana y antes de iniciar la construcción se realizó una reunión “kick off” en donde se elaboró el cronograma de las pruebas de desempeño de los sistemas y de las capacitaciones al operador del edificio.

Durante el comisionamiento se evidenciaron fallas en el aire acondicionado y gracias a este proceso se corrigieron a tiempo. Se hizo una gran tarea con los contratistas para que estuvieran alineados en el momento de las pruebas de los equipos y se dejaron las capacitaciones grabadas. En el lobby de cada piso de las oficinas también se dejó un Dashboard en donde se pueden ver los consumos energéticos de manera visual y educativa. Esta fue una iniciativa de sostenibilidad que surgió también por la implementación del proceso de comisionamiento.

**Recursos:**

- [Anexo E: Formato cuadro comparativo proponentes](#)
- [Anexo F: Recomendaciones política de compras y cambios de especificaciones](#)



## Construcción

---

En esta etapa del proyecto los diseños se vuelven realidad. Se deben considerar muchos factores para garantizar que los objetivos del proyecto se lleven a cabo hasta su finalización. Desde la fase anterior y a lo largo de la construcción se deben elegir contratistas y subcontratistas calificados, determinar y seguir los protocolos de comunicación e intercambio de información, y establecer e implementar procedimientos para las pruebas de desempeño de los sistemas.

<b>Construcción</b>	
<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones de coordinación y solución de dudas entre el equipo de construcción y el equipo de diseño</li> <li>• Proceso de cambios</li> <li>• Comités de obra</li> <li>• Revisión de entregables</li> <li>• Revisión del avance y calidad de los sistemas</li> <li>• Entrenamiento del personal de obra</li> </ul>
<b>Actores clave</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerencia del proyecto</li> <li>• Arquitecto</li> <li>• Constructor</li> <li>• Contratistas y subcontratistas</li> <li>• Interventoría</li> <li>• Autoridad de comisionamiento (cuando el proyecto está en un proceso de comisionamiento)</li> <li>• Consultor de sostenibilidad y certificaciones (cuando esta experticia no está en el proyecto)</li> <li>• Diseñadores técnicos claves (solo para resolver consultas puntuales, atender reuniones específicas y dar conceptos sobre ordenes de cambio): consultor bioclimático, diseñador hidrosanitario, diseñador mecánico (depende del alcance), diseñador estructural, diseñador eléctrico, diseñador de paisajismo (depende del alcance).</li> </ul>
<b>Resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentación de cambios y ajustes que incluye actas de reuniones, planos/ modelo récord del edificio</li> <li>• Entregables de cada sistema</li> <li>• Reporte y listas de chequeo de pruebas parciales de los sistemas*</li> </ul> <p>*Si el proyecto cuenta con un proceso de comisionamiento esto se debe integrar al reporte de comisionamiento.</p>

## Actividades

1. Reuniones entre el equipo de construcción y el equipo de diseño:
  - Es importante realizar reuniones del equipo, congregando al equipo de diseño con miembros del equipo de construcción, para revisar el progreso y resolver dudas o evaluar propuestas de cambio a medida que se presenten. Una mayor participación del equipo de diseño durante el proceso de construcción puede resultar en ahorros de costos significativos al reducir cambios, y tener una integración más fluida de las disciplinas, etc.
  - Se pueden hacer unas reuniones programadas en unos puntos clave del proyecto y citar a reuniones extraordinarias cuando existan condiciones especiales o se propongan cambios que impacten los sistemas.
  - En ocasiones se puede involucrar más de un sistema; sin embargo, en general solo deben integrarse las disciplinas necesarias. Siempre debe participar la dirección de obra y la interventoría.
  - Se recomienda siempre tener una reunión de coordinación de sistemas de control con el operador del proyecto y con todos los contratistas que se integran al sistema de control antes de programar las secuencias de control del proyecto.

## 2. Proceso de cambios:

- Tener presente la visión del proyecto, las metas y los objetivos al momento de revisar los diseños, así como las alternativas para los cambios. Asegurarse de que las sugerencias presentadas estén alineadas con el concepto de diseño y los objetivos descritos en las especificaciones del proyecto.
- Mantener la documentación y registros de los cambios a lo largo del proceso de construcción.
- Se recomienda integrar el concepto del diseñador antes de hacer un cambio a un sistema.
- Se debe evaluar la relación e impactos a otros sistemas del cambio propuesto.
- Se deben ir actualizando los planos o el modelo del proyecto para contar con las versiones récord, as-built o finales al terminar el proyecto.

## 3. Comités de obra:

- Socializar el avance y cumplimiento de las metas del proyecto, el cronograma y el presupuesto.
- Llevar un seguimiento periódico de las estrategias de sostenibilidad en obra de acuerdo al PMA. En comité de obra se deben socializar los aspectos de mejora y el estado de los indicadores o metas de sostenibilidad pactados.



#### 4. Revisión de entregables:

- Con el fin de integrar ciclos de retroalimentación al proceso de obra, cada contratista debe entregar una serie de entregables que permitan verificar que lo que se va a instalar en el proyecto es lo adecuado y se realizará de manera correcta.
- Se recomienda establecer por lo menos cuatro entregables así:
  - Entregable 1: fichas técnicas, planos de taller, descripción de los sistemas. Estos deben ser entregados antes de la compra de equipos y elementos para verificar que las compras cumplen a cabalidad con las especificaciones.
  - Entregable 2: Manuales de instalación. Estos deben ser entregados cada vez que los equipos y elementos llegan a la obra. Pueden servir como base para desarrollar listas de verificación que ayudan a hacer una mejor revisión de avance y calidad de los sistemas.
  - Entregable 3: Secuencias de control. Estas deben ser entregadas antes de programar el sistema de control.
  - Entregable 4: Planos y modelo récord o as-built, manuales de operación y mantenimiento, planes de mantenimiento, garantías, etc. Estos deben ser entregados al finalizar la instalación de los sistemas.
- Cuando el proyecto se encuentra realizando un proceso de comisionamiento, estos entregables deben ser revisados por la autoridad de comisionamiento.

#### 5. Revisión del avance y calidad de los sistemas:

- Llevar a cabo revisiones periódicas de instalación de sistemas técnicos de acuerdo a las especificaciones de diseño y a las metas de sostenibilidad del proyecto. Esto se favorece cuando el proyecto cuenta con listas de verificación de la instalación (desarrolladas a partir de los manuales de instalación) que se ejecutan a lo largo del proceso de obra.
- Llevar a cabo pruebas parciales de los sistemas y tomar medidas correctivas en caso de ser necesario.
- Realizar reportes con los resultados de las pruebas parciales y medidas correctivas tomadas.

#### 6. Entrenamiento del personal de obra:

- A medida que se integran nuevos contratistas, se debe asegurar que se transmita la visión, los objetivos y las metas del proyecto, y que estos estén alineados con las mismas.
- Realizar charlas y procesos de capacitación periódicas, a medida que se integra nuevo personal de obra, sobre seguridad y salud en el trabajo, planes de manejo, uso racional de materiales, agua y energía, manejo de residuos, separación en la fuente, pruebas de calidad, etc.

#### Tips fase de construcción



- Integrar metodologías como Lean Construction y BIM que faciliten la programación y seguimiento del proyecto, realización de reuniones e intercambio de la información.
- Las reuniones, preferiblemente en el sitio del proyecto, deben realizarse con una frecuencia que dependerá del tamaño y alcance del proyecto, la cual debe determinarse al inicio de esta fase.
- Utilizar un entorno común de datos para el intercambio de información y evitar el uso de información desactualizada.

#### Recursos:

- [Anexo G: Recomendaciones para la revisión de avance y calidad de los sistemas instalados](#)
- [Anexo H: Lista de chequeo para entregables](#)

**Nombre del proyecto:**

El Paraíso

**Tipología:**

Residencial

**Ciudad:**

Valparaíso, Antioquia



Foto 6. Proyecto El Paraíso. Créditos SYMA

En la etapa constructiva, se llevaron a cabo comités de obra e informes de seguimiento periódico de las estrategias de sostenibilidad en la obra de acuerdo al Plan de Manejo Ambiental. Constantemente se iban validando los indicadores de cumplimiento y se tomaban medidas correctivas inmediatas en los casos en que los indicadores bajaran su cumplimiento. Como resultado, el proyecto implementó un plan de manejo de residuos de construcción y demolición, el cual permitió el aprovechamiento de más de 13.000 toneladas de residuos, y logró que menos del 2% de los residuos generados en obra se dispusieran en los rellenos sanitarios. El proyecto aprovechó internamente los residuos de corte de bloque en el urbanismo del mismo.

Durante la obra se implementaron estrategias para el manejo responsable del agua, utilizando un sistema de tratamiento y recirculación con el cual se logró ahorrar un volumen de agua equivalente al consumo de una familia valparaíseña durante 5 años aproximadamente, minimizando los vertimientos de obra.

## » Entrega o aceptación

Esta es una fase de transición clave durante la cual el equipo de diseño y construcción debe garantizar que se transfiera todo el conocimiento del edificio a los encargados de su operación: el propietario, los ocupantes y el personal de operación y mantenimiento. Esta fase es esencial para que el proyecto en la operación tenga el desempeño que se ha planteado y toma como base la documentación generada en la construcción y en la terminación del proyecto.

Entrega o aceptación	
<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas finales de desempeño de los sistemas</li> <li>• Entrenamiento del personal de mantenimiento y operación</li> <li>• Taller de lecciones aprendidas</li> </ul>
<b>Actores clave</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerencia del proyecto</li> <li>• Arquitecto</li> <li>• Constructor</li> <li>• Contratistas y subcontratistas</li> <li>• Interventoría</li> <li>• Personal de administración y operación del edificio</li> <li>• Ocupantes del edificio</li> <li>• Autoridad de comisionamiento (cuando el proyecto está en un proceso de comisionamiento)</li> <li>• Consultor de sostenibilidad y certificaciones (cuando esta experticia no está en el proyecto)</li> </ul>
<b>Resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entregables finales:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos/ modelo récord del edificio*</li> <li>• Manual de operación y mantenimiento*</li> <li>• Plan de mantenimiento</li> <li>• Reporte de desempeño final de los sistemas*</li> <li>• Material educativo y de entrenamiento</li> </ul> </li> </ul> <p>*Si el proyecto cuenta con un proceso de comisionamiento estos documentos se deben integrar al reporte final de comisionamiento y al manual de los sistemas.</p>

### Actividades

1. Pruebas finales de desempeño de los sistemas:
  - Llevar a cabo pruebas finales de los sistemas simulando las diferentes condiciones de operación y tomar medidas correctivas en caso de ser necesario.
  - Realizar reportes con los resultados de las pruebas y medidas correctivas tomadas.
  - Confirmar si se alcanzaron las metas de desempeño y operación de los sistemas.

## 2. Entrenamiento del personal de mantenimiento y operación:

- Desarrollar y entregar un manual de operación y mantenimiento con consideraciones de las capacidades del equipo de mantenimiento, los procesos de operación y mantenimiento de los sistemas, el cronograma de mantenimiento preventivo, entre otras actividades. Es importante tener en cuenta:
  - El manual debe incluir una descripción clara de las características del edificio, su intención, cómo se relacionan los sistemas y cuáles son sus interdependencias operativas.
  - El manual debe ser lo suficientemente flexible, claro y completo para asegurar que el edificio se pueda operar a lo largo del tiempo y por personas diferentes.
  - Integrar planos o modelo as-built. Si se cuenta con un modelo BIM as-built, este debería incluir la información de la operación del proyecto.
  - Desarrollar herramientas y protocolos para el monitoreo del desempeño de los sistemas.
- Realizar capacitaciones a los encargados de la operación sobre los procedimientos de operación y mantenimiento para evitar fallas de los sistemas, así como en el manejo de la información y modelo as-built del proyecto (si se está trabajando con metodología BIM). Generar material educativo y de entrenamiento para el personal de operación y mantenimiento como brochures, videos y guías específicas previendo cambios en el personal.
- Se recomienda hacer una capacitación en el momento de la entrega y otra aproximadamente 6 meses después del inicio de la operación del proyecto, de forma tal que el operador tenga un mayor entendimiento del mismo.
- Dependiendo de las condiciones del proyecto se pueden integrar capacitaciones al usuario final.

## 3. Taller de lecciones aprendidas:

- Una vez que el edificio esté ocupado, se debe organizar una sesión informativa con todo el equipo de diseño, consultores, el desarrollador, el constructor y el responsable de posventas para discutir qué salió bien, qué no funcionó y cómo se puede mejorar el proceso. Esta sesión de retroalimentación es invaluable para que todo el equipo mejore sus procesos de diseño para proyectos futuros.
- Destinar un espacio para la celebración de la finalización y éxito del proyecto que incluya a todos los involucrados.

### Tips fase de entrega



- Hacer capacitaciones al operador y al usuario del proyecto. Una capacitación técnica de cada sistema para el operador, y una capacitación de funcionamiento y controlabilidad de los sistemas que serán manipulados por el usuario.
- Integrar el plan de mantenimiento para cada sistema en el manual de operación y mantenimiento elaborado por cada contratista, que incluya los manuales de mantenimiento y la programación desglosada de actividades de mantenimiento.

### Recursos:

- [Anexo I: Contenido sugerido de manual de operación y mantenimiento](#)

**Nombre del proyecto:** Confidencial

**Tipología:** Salud

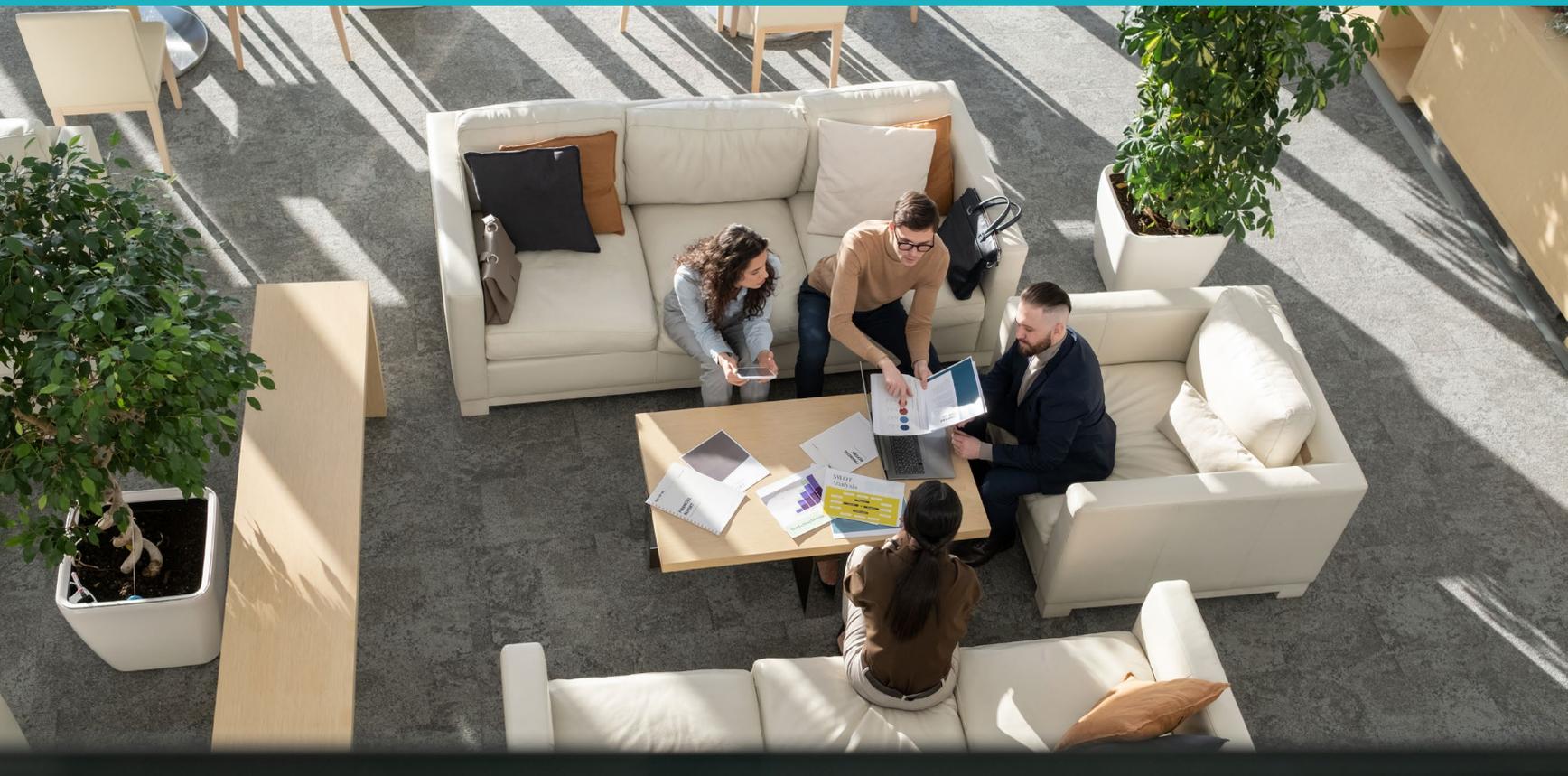
**Ciudad:** Confidencial

---

En los proyectos de Arquitectura y Concreto se busca generar retroalimentación constante durante la fase de construcción y al finalizar los proyectos, como parte de talleres de lecciones aprendidas, para entender qué se puede mejorar y qué cambios son necesarios en el proyecto y en futuros desarrollos. Tanto los constructores como los diseñadores informan las lecciones aprendidas a través de la plataforma BIM donde queda el registro de las mismas.

Un ejemplo de esto fue el desarrollo de un proyecto de una clínica para procesos médicos. Este proyecto presentó falencias en la coordinación e integración de las diferentes redes y sistemas. Las decisiones de diseño se tomaron en el camino sin un trabajo colaborativo previo lo que generó grandes cambios a lo largo del proyecto, considerando además que se integraron otros usos para nuevos clientes quienes tenían requerimientos muy diferentes a los de la clínica. No se llegó a acuerdos de manera temprana frente a los requerimientos técnicos por lo que hubo muchos cambios y compromisos principalmente por la insuficiencia de los espacios.

A partir de las lecciones aprendidas de este proyecto, Arquitectura y Concreto está integrando este ejercicio de aprendizaje en un nuevo proyecto de salud similar, que está en proceso de estructuración. Se ha buscado mejorar la integración del equipo y los sistemas, así como el establecimiento temprano de los requerimientos de todos los usos del proyecto. Se realizó el pre dimensionamiento de los espacios desde las etapas tempranas considerando las necesidades de los otros usos y que representan el 30% del proyecto. Se anticiparon las dificultades que se presentaron en el proyecto anterior con temas de ubicación de espacios, requerimientos de potencias, y ascensores, entre otros, lo cual ha traído mejoras significativas en su ejecución.



# 8

## Estudio de caso: Centro Cívico Universidad de los Andes



El Centro Cívico Universitario está ubicado en el Campus de la Universidad de los Andes, en el centro histórico de la ciudad de Bogotá, Colombia.

Tiene un área construida de 10.300 m<sup>2</sup> y cuenta con más de 2.500 m<sup>2</sup> de áreas verdes de terrazas en cubiertas.

El programa del edificio cuenta con 32 salones generales, 15 Espacios Pedagógicos Informales (EPIs), diseñados para la permanencia de los estudiantes, la tienda Uniandes, SeneCafé, y una sala de exposiciones de 500 m<sup>2</sup>.

El edificio obtuvo la Certificación LEED Gold en su versión 4 de enero 5 de 2022, gracias a la estrategia de diseño bioclimático, la reutilización de aguas lluvias, la implementación de aparatos ahorradores, el sistema de iluminación inteligente y el diseño de cubiertas verdes; con estas estrategias, se logra alcanzar un ahorro energético del 19.6 % y uno del 61 % en consumo de agua potable. Adicionalmente, es el primer edificio con aisladores sísmicos en Bogotá, que permite soportar de mejor manera un sismo fuerte.

El equipo de la Gerencia de la Universidad de los Andes, como propietario, promovió el desarrollo del proyecto por medio de un proceso integrativo que se extendió desde el diseño, durante la construcción, y hasta la entrega del mismo.

### « Equipo colaborativo de profesionales clave »

La concepción del equipo del proyecto partió de un proceso competitivo y transparente de selección. Para el diseño arquitectónico, la Universidad organizó un concurso internacional, donde se plantearon las pautas claras que permitieran la creatividad de las propuestas. Con el apoyo de un jurado internacional se seleccionó al ganador para el diseño arquitectónico.

El equipo de diseñadores se fue conformando de especialistas con experiencia y altas capacidades técnicas, y con una definición clara de su rol que permitió que trabajaran de forma integrada, agregándole valor al proyecto al participar de forma temprana. Incluso el proyecto contó con la participación de técnicos que, aunque no hacían parte contractual del proyecto en esta fase, vieron en los talleres que les agregaba valor y aclaraban varios aspectos antes de iniciar los trabajos.

Convocatoria | Concurso

# CENTRO CÍVICO UNIVERSITARIO

Proyecto arquitectónico en el campus de la Universidad de los Andes



**Requisitos:**

Para participar en el concurso se debe cumplir con uno de estos requisitos:

- Diseño de un edificio universitario de más de 4.550m<sup>2</sup>, que haya hecho parte de la selección de proyectos de alguna Bienal de Arquitectura de la SCA.
- Reconocimiento equivalente a ganador en uno de sus categorías en alguna Bienal de Arquitectura de la SCA.

**Para mayor información:**  
[Arq@univaldes.edu.co](mailto:Arq@univaldes.edu.co) o [www.univaldes.edu.co](http://www.univaldes.edu.co)

Aquellos interesados en participar deberán enviar el formulario adjunto diligenciado antes del día 28 de Marzo al correo [convocatorias.architectonicas@univaldes.edu.co](mailto:convocatorias.architectonicas@univaldes.edu.co)

**CONCURSO ARQUITECTÓNICO CENTRO CÍVICO UNIVERSITARIO**  
 ANTEPROYECTO PLAN MAESTRO ARQUITECTÓNICO PARA LOS SECTORES NORMATIVOS 11, 12 Y 23 DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES Y ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO PARA SU PRIMERA FASE DE DESARROLLO.

La Universidad de los Andes convoca a arquitectos con experiencia en diseño y construcción de edificios universitarios y con reconocimiento a la obra construida a participar en el diseño del proyecto que le dará una nueva fachada arquitectónica y urbana al Campus.

El objetivo del concurso privado de arquitectura, es el desarrollo de una intervención de gran vocación urbana que module en simultáneo los conceptos de campus vertical y horizontal, integrarán que ha caracterizado a esta institución a lo largo del tiempo. Así mismo, busca promover un enfoque innovador y contemporáneo, que contribuya a consolidar esta universidad como actor académico y cultural de la ciudad.

El proyecto abarcará un área aproximada de 26.000m<sup>2</sup> y se desarrollará en 3 sectores normativos de la universidad.

Universidad de los Andes Facultad de Arquitectura y Diseño | Sistema del Campus

Tomado de <https://campusinfo.uniandes.edu.co/es/component/content/article/cat-sostenibilidad/centrocivico>

## El equipo

El equipo de diseño arquitectónico estuvo en cabeza de las firmas Konrad Brunner Arquitectos (Colombia) y Cristián Undurraga (Chile) que consiguieron desarrollar una propuesta de diseño eficiente en términos de uso de energía y agua. En el diseño, participaron también, Setri Sustentabilidad (asesor LEED y modelador energético), Arquitectura y Bioclimática (Asesoría bioclimática). Por su parte, los diseños técnicos fueron coordinados e integrados por Ingeco, grupo de investigación asociado al Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad.

La construcción del edificio estuvo a cargo de la firma ARPRO Arquitectos Ingenieros S.A., y PAYC SAS en la interventoría del mismo, quienes implementaron una serie de metodologías de seguimiento en BIM para el proyecto. Finalmente, el proceso de commissioning fue adelantado también por Setri Sustentabilidad.



## « Definición visión, alcance y metas »

La universidad realizó un ejercicio importante de alineación de los actores en el proyecto, por medio de talleres donde se compartió cuál es la visión desde la Universidad, como organización y del proyecto, como parte del campus. En estos talleres se involucraron diferentes grupos de interés como los estudiantes, profesores, directivos, la gerencia del campus, visitantes, biblioteca, eventos, y el equipo de sistemas, y como resultado se definieron los requisitos para el proyecto como las condiciones de confort, la calidad de aire adecuada, la preferencia por el uso de ventilación natural e iluminación natural, las condiciones acústicas y las métricas de desempeño energético, entre otros aspectos.

Desde el inicio, el equipo de diseño tenía una claridad de las necesidades a satisfacer del usuario final, y de las expectativas de desempeño. Esto como punto de partida, deja claro cuáles son los mínimos a cumplir, las restricciones y donde se puede agregar valor e innovar

## « Comunicación efectiva y abierta »

Con la variedad de actores que conformaron el equipo del proyecto, fue fundamental definir un protocolo de comunicaciones y de intercambio de información, así como una definición clara de los roles y responsabilidades de cada uno de los actores. Desde la Universidad se tenía un gerente del proyecto quien era el responsable de la comunicación con todos los actores.

Desde el proceso integrativo se formalizaron los espacios para la socialización y retroalimentación con la participación de todos los especialistas en los talleres y comités de diseño y construcción.



Foto 8. Taller de metas y expectativas.  
Créditos Universidad de los Andes

## Los requerimientos operacionales y funcionales del proyecto

El proyecto contó con un proceso de comisionamiento, para el cual se documentaron los requerimientos operacionales y funcionales esperados por parte del propietario o en inglés Owner project requirements (OPR), el cual se puede consultar ingresando [aquí](#).

*El Centro Cívico Universitario busca con su desarrollo responder a varios aspectos fundamentales: Respuesta a los valores espaciales de la universidad, flexibilidad, habitabilidad y conceptos técnicos, claridad en la definición de las fases constructivas y programáticas del conjunto, definición de espacios académicos con un carácter cívico que contribuyan positivamente a la calidad espacial y ambiental del sector de las aguas<sup>4</sup>.*



## BIM

Desde la coordinación del proyecto se contó con el uso de tecnologías BIM lo cual facilitó el trabajo abierto y colaborativo con todo el equipo.

<sup>4</sup> Texto extraído del documento de requerimientos del propietario (OPR) del Centro Cívico Universidad de los Andes.

## « Innovación y síntesis »

El proyecto se destaca por su gran carácter innovador. Para poder integrar la innovación al proyecto, la Universidad promovió desde su planeación unos lineamientos abiertos a la creatividad y un proceso de evaluación de alternativas innovadoras considerando el tiempo y los recursos necesarios para llevar a cabo dicha evaluación.

El Centro Cívico es el primer edificio que cuenta con aisladores sísmicos en Bogotá, cuya propuesta llegó desde el concurso. Para la evaluación de esta idea se tuvo apoyo de una empresa chilena con experiencia implementando este tipo de sistemas y del centro de investigaciones de la Universidad. Se diseñó la estructura con y sin aisladores sísmicos para evaluar el impacto en costo y entender cómo agrega valor la innovación. Para integrar el sistema en el diseño, se hizo un trabajo en conjunto para alinear a los diseñadores arquitectónicos, al hidráulico y al constructor por medio de talleres cuyo objetivo era el aprendizaje y la coordinación. Y finalmente, para convertir la innovación en una realidad, con los proveedores se generaron espacios para el diálogo con propuestas de elementos que respondieran al diseño innovador.

En el edificio se implementaron grandes ventanales y una marquesina transitable en cubierta para facilitar el ingreso de luz natural a todos los pisos y sótanos del edificio para disminuir la necesidad de iluminación artificial. La fachada funciona como filtro de la radiación solar, que sumado a los vacíos centrales funcionan como chimeneas para el aire caliente, aislando y acondicionando naturalmente el edificio. La fachada con la celosía de concreto y el tratamiento en la ventanería, aplicaron a incentivos tributarios por sus beneficios en la eficiencia energética del proyecto.



### Beneficios tributarios

El proyecto logró conseguir un ahorro considerable en exclusión de IVA gracias a los incentivos tributarios promovidos por la Ley 1715 de 2014, el Decreto 2106 de 2019 y la Resolución 463 de 2018 de la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Los capítulos del presupuesto que se pusieron en consideración de este beneficio fueron: celosía de fachada, iluminación, equipos de bombeo y ventanería. En total, el ahorro alcanzó un valor de 600 millones de pesos.



Foto 9. Vista de la fachada. Créditos Enrique Guzman – Universidad de los Andes



Foto 10. Interior Centro Cívico. Créditos – Enrique Guzman – Universidad de los Andes



## « Proceso de decisión sistemático »

El proyecto contó con una gerencia de proyecto que lideraba el proceso de toma de decisiones tomando en consideración el insumo de todo el equipo y los requerimientos operacionales y funcionales. Se llevó un proceso de control de cambios a lo largo del proyecto en el que se consideraba también que se no alterara negativamente el desempeño ambiental, la habitabilidad, la estética, el uso y la experiencia esperada para estudiantes y profesores.

El documento de requerimientos operacionales y funcionales del proyecto se fue actualizando para reflejar estos cambios, mantener la coherencia en los requerimientos y de forma clara y transparente, mantener informado a todo el equipo.

## El presupuesto

El presupuesto total del desarrollo del Centro Cívico fue de 74.000 millones de pesos, de los cuales 30.000 millones fueron financiados a través de las líneas de crédito de redescuento con tasa compensada, promovidas por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público a través de la Financiera de Desarrollo S.A. – FINDETER. El saldo restante fue financiado con recursos de la Universidad. La duración de la construcción fue de 2,5 años en los cuales se vivió la cuarentena y las restricciones de actividades por la pandemia.

## « Proceso iterativo con ciclos de retroalimentación »

Para el proyecto se realizaron varios talleres a lo largo de su proceso, en la etapa de planeación para la definición de metas y expectativas, en la retroalimentación del diseño, en el seguimiento de la obra, durante la fase de entrega y en la finalización con las lecciones aprendidas del proceso.

El equipo del proyecto contaba con la disposición en la participación de cada uno de los talleres, que a medida que avanzaba el proyecto, alcanzaban una mayor complejidad por la cantidad de actores, disciplinas e interacciones entre sistemas y decisiones.

La Universidad de los Andes, continuando con el compromiso con la sostenibilidad, cuenta con una serie de lineamientos para la operación y mantenimiento del edificio sostenible. Es por esto que la Universidad cuenta con políticas de mantenimiento y renovaciones de las instalaciones, de limpieza verde, manejo del sitio y de compras sostenibles.



## Recorridos virtuales de obra

Durante la pandemia, el proyecto implementó de manera complementaria al BIM, imágenes obtenidas con un dron para realizar recorridos virtuales del avance de la construcción, y así continuar el proceso continuo de retroalimentación.

## « Cuestionar supuestos »

Desde la invitación del concurso y en los talleres se promovía la creatividad, por lo que cuestionar el status quo ya era una premisa para el proyecto, por el contrario, se debía controlar hasta donde podía llegar el proyecto para que las ideas creativas e innovadoras fueran posibles. En este caso fue fundamental tener claras las restricciones del proyecto con la consideración especial de estar ubicado en el centro histórico, declarado monumento nacional; también por el tipo de suelo y los grandes volúmenes de excavación.

## La ubicación y su entorno

El edificio se encuentra en una esquina estratégica del campus, ya que conecta el Parque Espinosa con el Campus Central, teniendo por otro lado como vecino el edificio Pedro Navas, Bien de Interés Cultural. La articulación armónica entre los elementos con edificios de patrimonio, sistemas ambientales, la relación con el entorno urbano y las comunidades vecinas, y un edificio que hace evidente sus atributos de sostenibilidad, logran el impacto que debe generar la arquitectura en la ciudad.



Escuche la entrevista completa a Maurix Suarez, Gerente del campus de la Universidad de los Andes aquí.



Foto 11. Centro Cívico Universitario en la noche. Créditos: Felipe Cazares – Universidad de los Andes



Este documento describe preguntas orientadoras y aspectos que se recomiendan abordar para llevar el cabo de taller de metas y expectativas. Se recomienda que se adapte previamente a cada caso, y se defina la metodología de acuerdo a las especialidades y actores que participarán en el taller. El taller podrá tener varias sesiones, de ser necesario, y deberá contar con un facilitador que lidere las preguntas o actividades, así como para la recopilación de los resultados.

### 1. Contexto general del proyecto

¿Cuál es la necesidad a satisfacer con el proyecto?

¿Quién es el cliente y quiénes son los usuarios y beneficiarios del proyecto?

¿Cuáles son las condiciones para la operación del proyecto?

¿Cuál es la expectativa del tiempo de vida útil del proyecto?

¿Cuáles considera que son los factores de éxito de sus proyectos? (ambientales, económicos y sociales)

¿El proyecto aplicará algún proceso o metodología colaborativa? (BIM, Comisionamiento)

¿Qué aspectos desea repetir de los proyectos desarrollados previamente? (selección de proveedores, tecnología, participación de la comunidad, relación con el entorno, entre otros.)

¿Qué aspectos no desea repetir de los proyectos desarrollados previamente? (procesos fragmentados, falta experiencia del contratista, sobre costos, imprevistos %, quejas de usuarios y la comunidad, proceso de aceptación de los sistemas, entre otros.)

### 2. Aspectos normativos, estándares y guías

¿Cuáles son las normas que debe cumplir el proyecto?

¿Hay requerimientos especiales por licencias, permisos u otros estándares que se deben cumplir?

¿El proyecto desea optar por algún sistema de certificación?

¿El proyecto contará con un proceso de verificación de la calidad o comisionamiento?

¿Tienen la expectativa de cumplir con alguna norma, estándar o guía opcional en la construcción de sus proyectos? (puede ser mínimo exigido, preferible, o a futuro).

### 3. Objetivos de desempeño y sostenibilidad

¿Cuál es la expectativa en cuanto a los objetivos de desempeño? Porcentajes o unidades de los ahorros en energía, agua, emisiones, residuos.

¿Cuentan con alguna línea base propia? (kWh por m<sup>2</sup> o por persona, dependiendo de la tipología de uso).

¿Cuáles son las metas en relación a la salud y bienestar de los ocupantes? (calidad del aire, térmico, acústico, visual, ergonomía, toxicidad, entre otros).

¿Cuáles son las metas en relación con el entorno? (escorrentía, isla de calor, comunidad, tráfico, entre otros) Es importante aclarar si existe una prioridad con relación al cumplimiento de los objetivos, cuáles son necesarios y cuáles son deseables.

¿Qué condiciones del contexto pueden representar limitaciones y oportunidades para el proyecto? (en términos de infraestructura y de los recursos naturales que están en la proximidad con el proyecto).

---

#### **4. Requerimientos funcionales y expectativas de cada sistema del proyecto**

¿Cuáles son los requerimientos específicos y los deseables para cada sistema? (eficiencias, preferencias de tipo de tecnología, garantía, soporte local, controles, comunicación con otros sistemas, requisitos de operación, mantenimiento y limpieza, tipo de materiales, niveles de controlabilidad de ocupantes, entre otros.)

¿Cuáles son las restricciones para los sistemas, si las hay?

Incluir todos los sistemas, de ventilación y confort, envolvente, iluminación y sus controles, eléctrico, hidráulico y agua caliente, control central, paisajismo y otros sistemas dentro del proyecto.

#### **5. Tecnologías alternativas y fuentes de suministro**

¿Qué tipos de fuentes de energía y agua alternativa es deseable evaluar?

¿Cuál sería el presupuesto disponible o modelos de negocio e incentivos disponibles a evaluar?

¿Cuáles serían los requerimientos funcionales del sistema? (Eficiencias, preferencias de tipo de tecnología, garantía, soporte local, controles, sistema de reserva, almacenamiento de la energía, comunicación con otros sistemas, requisitos de operación, mantenimiento y limpieza, tipo de materiales, niveles de controlabilidad de ocupantes, entre otros)

#### **6. Requerimientos de aceptación de los sistemas**

Dentro de los requerimientos de aceptación se recomienda especificar si existen los siguientes: Cumplimiento de pruebas de desempeño, verificación del desempeño frente a la línea de base, planos récord que sean entendibles y manejables, manuales, listas de chequeo diligenciadas, plan de mantenimiento preventivo y correctivo, criterios de la comunidad o de los usuarios en el sector, tiempo de ejecución del proyecto, video de capacitaciones, plan de mantenimiento del sistema, un mínimo de garantías, adaptación a cambios climáticos, proyecciones futuras que tengan representación local, y trazabilidad de los cambios ejecutados en los sistemas

## » Anexo B: Base para elaborar la matriz de roles y responsabilidades

Para elaborar y definir la matriz de roles y responsabilidades del proyecto, se deben incluir cada uno de los actores que participan en el proyecto, desglosados por especialidades y disciplinas, así como identificar otros roles que puede tener el proyecto, como coordinación de diseño, coordinador BIM, autoridad de comisionamiento, consultor en sostenibilidad, líder de compras y contratación, y consultor en energía, entre otros. A continuación, se definen los roles principales:

- **Propietario:** Dueño del proyecto a ejecutar y principal responsable del mismo. Será el encargado de determinar y comunicar las metas y expectativas del proyecto, las características y los criterios de éxito. Además, es el encargado de tomar las decisiones finales respecto a los sistemas a instalar.
- **Gerente de proyecto:** Será el encargado de gestionar todo el proceso de planeación, diseño y construcción del proyecto.
- **Diseñadores (se debe desglosar en cada especialidad):** Son los encargados de los diseños de acuerdo al alcance del proyecto, proveen las bases de diseño, diseños completos, especificaciones, planos, cantidades y demás documentación asociada al diseño. Pueden revisar las propuestas para los contratistas y equipos de su sistema. Deben revisar los cambios de diseño en obra.
- **Contratistas (se debe desglosar en cada especialidad):** Será el encargado de proveer materiales, componentes y equipos, y de realizar la construcción e instalación de los mismos de forma tal que respondan a lo que está plasmado en los diseños de los sistemas correspondientes. Son los encargados de suministrar los entregables de acuerdo al alcance, de ejecutar los protocolos de las pruebas de desempeño y de resolver todas las no conformidades, de suministrar la información necesaria para que se cree el manual de los sistemas, y de hacer las capacitaciones al usuario final y al personal de operación y mantenimiento.
- **Interventor:** Esta persona o entidad se encargará de hacer una veeduría de los procesos llevados a cabo por los diseñadores y los contratistas.
- **Personal de operación y mantenimiento:** Son los encargados de realizar los procesos de mantenimiento en el proyecto terminado y de realizar las maniobras de operación descritas en el manual de los sistemas para que el sistema funcione de forma adecuada.
- **Usuario final:** Serán los residentes u ocupantes del proyecto responsables de la operación final del sistema siguiendo los lineamientos del diseño y del manual del sistema.

La matriz debe incluir la información que identifica a cada uno de los roles (empresa que representa, nombre y datos de contacto) así como las responsabilidades y alcance definidos para el proyecto. La matriz debe ser consistente con el protocolo de comunicación e intercambio de información del proyecto.

Se sugiere adaptar el siguiente formato para la elaboración de la matriz de acuerdo con los actores que harán parte del proyecto:

Requerimientos del proyecto	Identificación Actores			
		Propietario	Gerente de proyecto	A
1.	Empresa			
	Nombre responsable			
	Datos de contacto			
2.	Empresa			
	Nombre responsable			
	Datos de contacto			
3.	Empresa			
	Nombre responsable			
	Datos de contacto			
4.	Empresa			
	Nombre responsable			
	Datos de contacto			
5.	Empresa			
	Nombre responsable			
	Datos de contacto			
6.	Empresa			
	Nombre responsable			
	Datos de contacto			



## Anexo C: Formato de bases de diseño

---

Este formato describe el contenido mínimo sugerido para que los diseñadores puedan elaborar sus bases de diseño. Este documento se puede usar como referencia para que cada proyecto lo adapte previamente a cada caso, y se defina el contenido específico para cada disciplina o alcance de diseño.

### **1. Descripción del documento**

Incluye los objetivos del documento y alcance del diseño. Empresa y responsable de su elaboración, revisión y posibles actualizaciones. Se debe seguir el protocolo de intercambio de información del proyecto.

### **2. Descripción del proyecto**

Se recomienda incluir una descripción del proyecto desde el punto de vista de la disciplina del diseño. En general se incluye el emplazamiento, tipología, tamaño y áreas, ocupación, horario de operación estimada para la operación del sistema a diseñar, entre otros aspectos.

También se debe incluir un análisis del documento de metas y expectativas del proyecto, y la explicación de su cumplimiento desde el diseño, confirmando la aplicación de estándares, normas, y guías para el diseño.

### **3. Parámetros de diseño**

Incluir todos los supuestos y variables de entrada para diseñar. Estos varían de acuerdo a cada disciplina los cuales pueden corresponder a:

- Variables meteorológicas y climáticas: asociadas a la temperatura, la humedad, vientos, evapotranspiración y la radiación.
- Variables hidrológicas: se debe recolectar información de precipitación, evaporación y evapotranspiración.
- Condiciones del suelo: se debe tener en consideración la topografía y la permeabilidad del suelo y del subsuelo, así como el nivel freático.
- Condiciones de calidad del aire exterior del sitio donde se ubica el proyecto.
- Análisis acústico de la zona de influencia
- Evaluación física del sitio y del vecindario
- Disponibilidad de servicios: se debe conocer si el proyecto cuenta con conexión a servicios públicos (electricidad, gas, distritos térmicos, acueducto y alcantarillado).
- Entre otros

Adicionalmente se deben identificar los puntos de coordinación con los demás especialistas que participan en el diseño para buscar un trabajo más integral.

### **4. Análisis preliminar de alternativas**

Describir las alternativas propuestas de diseño y su análisis con ventajas y desventajas en términos económicos, funcionales y de operación y mantenimiento. Se pueden usar herramientas como simulaciones preliminares, balance hídrico, cálculos preliminares.

### **5. Descripción de sistemas propuestos**

- Con base en el análisis anterior, el diseñador debe dar la recomendación de las mejores estrategias para el proyecto. Se debe incluir una zonificación general en el caso de usar varias estrategias en el proyecto.

## » Anexo D: Formato de revisión de los diseños

El siguiente formato puede ser usado como base por cada proyecto para llevar un control de los ciclos de retroalimentación de los diseños.

Responsable de la entrega	Fecha de entrega	Nombre del documento revisado	Comentario	Responsable del comentario	Respuesta del responsable de la entrega	Fecha de la respuesta	Aprobación
<i>Ejemplo: Diseñador de iluminación</i>	<i>DD/MM/AAAA</i>	<i>ABC_BoD_v1</i>	<i>Se recomienda entregar una zonificación de las estrategias de control de iluminación sugeridas.</i>	<i>Gerencia del proyecto</i>	<i>Se presenta y entrega un plano de zonificación de las estrategias propuestas de control de iluminación.</i>	<i>DD/MM/AAAA</i>	<i>Comité DD/MM/AAAA</i>

En las revisiones de diseño se recomienda tener en cuenta siempre el cumplimiento con las metas y expectativas del proyecto, la consistencia en la información de variables de entrada y supuestos, la solución de comentarios de entregas previas, el cumplimiento normativo, el presupuesto, la integración entre sistemas, la materialidad, los atributos de sostenibilidad, los requerimientos para actividades de mantenimiento y limpieza, la retroalimentación de las otras disciplinas y actores, los requerimientos para otras disciplinas, y las secuencias de operación, entre otros.

## » Anexo E: Formato cuadro comparativo proponentes

---

El siguiente formato puede ser usado como base por cada proyecto para hacer un cuadro comparativo entre proponentes de un mismo alcance. En la columna de requerimientos se debe ajustar de acuerdo al alcance, al diseño y a las metas y expectativas del proyecto. Se recomienda elaborar este cuadro detallado con los proponentes preseleccionados del proyecto.

<b>Requerimientos</b>	<b>Proponente 1</b>	<b>Proponente 2</b>	<b>Proponente 3</b>
Cumplimiento con especificación de equipos			
Cumplimiento con especificación de materiales			
Cumplimiento con especificación de cantidades			
Cumplimiento con especificación de presupuesto			
Cumplimiento con especificación de garantías			
Cumplimiento con especificación criterios de sostenibilidad en obra			

## Anexo F: Recomendaciones política de compras y cambios de especificaciones

---

La política de compras debe establecer claramente los criterios de sostenibilidad para la selección de proveedores, así como los atributos de materialidad y desempeño de los materiales y componentes de los sistemas. El encargado de compras debe entender su responsabilidad y compromiso frente al cumplimiento de las metas y expectativas del proyecto, así como el desempeño del edificio en la operación y mantenimiento del proyecto.

En el caso de presentarse cambios en obra respecto al diseño se sugiere seguir el siguiente protocolo:

1. Crear la no conformidad e informar al equipo del proyecto
2. Recibir comentarios del diseñador sobre implicaciones en diseño, en eficiencia del sistema y su integración con los demás sistemas del proyecto, aspectos de operación y mantenimiento.
3. Recibir comentarios de dirección de obra (efectos en cronograma y presupuesto)
4. Retroalimentación al propietario para tomar una decisión informada con insumos del diseñador, de la obra, y otros diseñadores por integración con el sistema.
5. Documentar el proceso y actualizar la documentación como entregables, modelo, manuales, ajustes en diseño y demás asociados al cambio, en caso de ser aceptado.

## »» Anexo G: Recomendaciones para la revisión de avance y calidad de los sistemas instalados

---

Para verificar la calidad de la instalación se recomienda llevar a cabo las siguientes actividades y se recomienda también, que estas hagan parte de los términos de referencia y los contratos::

- En diseño

El proyecto debe elaborar una lista de verificación con base en las especificaciones técnicas de diseño de cada sistema, donde se registren todos los parámetros que se deben verificar en obra con base en los diferentes entregables, y el estado del proyecto con respecto a estos requerimientos.

- En construcción

Realizar recorridos de obra con los contratistas para verificar la adecuada instalación de los sistemas y la actualización de los planos de taller o de línea roja. Todas las no conformidades encontradas durante las visitas de obra deben ser documentadas y socializadas en los comités de obra.

- En aceptación

Una vez instalados todos los componentes, y en condiciones previas a la ocupación, solicitar a los contratistas y verificar la ejecución de las pruebas de desempeño para la verificación del funcionamiento del sistema de una manera integral, conforme a las especificaciones técnicas. Se deben simular las condiciones típicas más reales para las cuales fueron diseñados estos sistemas, y así realizar las pruebas de desempeño con la medición de parámetros y equipos necesarios. Incluir pruebas de desempeño térmico y de infiltraciones de aire y agua, preferiblemente bajo la supervisión de un equipo de comisionamiento.

Revisar la construcción finalizada, incluyendo todos los trabajos de rectificación y verificación de estándares de calidad. Solicitar a los contratistas, y revisar, la grabación de las capacitaciones al personal de operación y mantenimiento. Asimismo, solicitar a los contratistas, y revisar, los entregables finales, y corregirlos si es necesario.

## Anexo H: Lista de chequeo para entregables

---

A continuación, se desglosan los entregables de acuerdo con el momento ideal para su entrega. Este listado se debe ajustar para cada proyecto y disciplina, así como debe formar parte de los términos de referencia para la contratación en la etapa de construcción, en consistencia con el cronograma del proyecto.

### Antes de la compra de equipos:

Para reducir el riesgo de llegada de equipos que no cumplan la especificación y de inconsistencias con el diseño sin la coordinación previa de la obra.

- Descripción detallada de los equipos
- Fichas técnicas de equipos y componentes a instalar
- Planos de taller o ajuste de planos de diseño

### Con la llegada de equipos a la obra:

Usualmente esta información llega con el equipo o se debe solicitar con antelación para que el fabricante la incluya o sea enviada con antelación.

- Manuales de instalación, operación y mantenimiento, y garantías de todos los equipos y componentes del sistema
- Reportes de pruebas de fábrica
- Protocolos de pruebas de arranque del sistema y otras pruebas sugeridas por el fabricante y/o por el contratista
- Recomendaciones de almacenamiento
- Certificados de calidad y calibración
- Cadena de custodia

### Antes de la programación del sistema:

Cuando ya están todos los elementos y componentes del sistema y previo a la programación.

- Secuencia de control del sistema
- Listado de partes del sistema de control
- Listado de software del sistema
- Agenda de entrenamiento

### Al finalizar la instalación:

En la etapa de aceptación, los entregables finales.

- Protocolos de pruebas ejecutados
- Planos récord o as built
- Video de capacitaciones
- Plan de mantenimiento del sistema
- Garantía del sistema

## Anexo I: Contenido sugerido de manual de operación y mantenimiento

---

Es un documento que compila tanto la información de diseño, como toda la información de construcción que sea útil en el proceso de operación. De igual forma, debe incluir todos los aspectos críticos para un correcto mantenimiento y proceso de operación del proyecto. A continuación, se indica el contenido sugerido para el manual de operación y mantenimiento del proyecto:

1. Resumen ejecutivo
2. Diseño y construcción de las instalaciones
  - a. Documento de metas y expectativas del proyecto
  - b. Bases de diseños
  - c. Récord de diseños y construcción (o la ubicación de los mismos para consulta)
3. Información sobre instalaciones, sistemas y ensamblajes
  - a. Especificaciones
  - b. Entregables aprobados
  - c. Información de operación y mantenimiento del fabricante
  - d. Garantías
  - e. Información y contacto del contratista y proveedores
4. Operación de las instalaciones
  - a. Guía de las instalaciones: Plan de operaciones que contiene horarios, set points, rangos y limitantes, secuencias de control y procedimientos de emergencia
  - b. Plan de mantenimiento con los procedimientos, listas de verificación y registros
  - c. Cronograma de mantenimiento
  - d. Medición e informes de servicios públicos
  - e. Planes y procedimientos de limpieza
5. Capacitación
  - a. Planes y materiales de capacitación
  - b. Registros de entrenamiento
  - c. Documentación del comisionamiento continuo para modificaciones y ajustes
6. Actividades recomendadas para el mantenimiento del manual
  - a. Protocolo para el mantenimiento de la información del manual
  - b. Periodicidad

# 10 Bibliografía

- 7 Group, Reed, B. (2009). *The Integrative Design Guide to Green Building*. John Wiley and Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
- AIA National, AIA California Chapter (2007). *Integrated Project Delivery: A Guide*.
- BCA (2011). *New Construction Commissioning Best Practices*.
- Busby Perkins and Will, Stantec Consulting. (2007). *Roadmap for the Integrated Design Process*. BC Green Building Roundtable.
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (2022). *Hoja de Ruta Nacional de Edificaciones Neto Cero Carbono*.
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible & Camacol. (2021). *Guía de gestión sostenible y circular en obras*.
- C. Raheb, Hassan Abdel-Salam, Ingi A. Elcherif. (2018). *Applying the Integrative Design Process (IDP) in Architectural Firms: An Analytical Study on Egyptian Firms*. Londres, UK. ISBN 978-81-936279-8-3 [http://heaig.org/images/proceedings\\_pdf/H0618302.pdf](http://heaig.org/images/proceedings_pdf/H0618302.pdf)
- Deutsch, R. (2011). *BIM and Integrated Design: Strategies for Architectural Practice*.
- Einsohn, M.S. (2012). *The popular guide to whole systems and integrative design process*.
- Korkmaz, S., Messner, J.I., Riley, D.R., & Magent, C.S. (2010). *High-Performance Green Building Design Process Modeling and Integrated Use of Visualization Tools*. *Journal of Architectural Engineering*, 16, 37-45.
- Lewis, E., Chamel, O., Mohsenin, M., Ots, E., & White, E.T. (2018). *Whole Building Design*.
- Ospina Alvarado, A. (n.d). *Compilado ICYA4317: Gestión integral de proyectos sostenibles*. Universidad de Los Andes.
- Ospina-Alvarado, A., Castro-Lacouture, D., Roberts, J. (2016). *Unified Framework for Construction Project Integration*. *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Szokolay, S. (2008). *Introduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design*. Segunda Edición. Elsevier Ltd. Burlington Massachusetts.
- USGBC (2014). *LEED V4 for Building Design and Construction*.
- Wang, Yang & Zhang, Ping. (2016). *Research on the integrated design strategy of green building*. *MATEC Web of Conferences*. 63. 02039. 10.1051/mateconf/20166302039



© Consejo Colombiano de Construcción Sostenible 2021  
Todos los derechos reservados.  
Dir. de correspondencia: Carrera 7 # 71-21  
Edificio Avenida Chile, Torre A, Piso 5. AA 110231  
Bogotá, Colombia  
[www.cccs.org.co](http://www.cccs.org.co)