
	RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (RAI)		
	Código: 1120325	Fecha: 13.10.2021	Versión No. 1

Fecha de elaboración: 13.10.2021			
Tipo de documento	TID:	Obra Creación:	Proyecto Investigación: X
Título	Análisis de las tecnologías sostenibles implementadas en los proyectos de construcción <i>BD Bacatá, Kubik Virrey y Edificio Terpel</i> ubicados en Bogotá		
Autor(es)	Laura Natalia Cepeda Merizalde		
Tutor(es)	Kenia Marcela González Pedraza		
Fecha de finalización	Construcción sostenible		
Temática	13.10.2021		
Tipo de investigación	Mixta		
Resumen			
<p>El presente trabajo tenía como objetivo principal analizar las tecnologías sostenibles de las siguientes edificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • BD Bacatá • Kubik Virrey • Edificio Terpel <p>Tal análisis se efectuó por medio de una compilación de información que permitió conocer las características principales de cada edificio para así llegar a la identificación de las tecnologías empleadas en cada uno de ellos. Se realizó una descripción detallada por categoría evidenciando su funcionamiento acorde a la ubicación, al tipo de estructura, al uso, entre otros. Seguido se realizó el análisis de las tecnologías por medio de una calificación basado en la certificación LEED, la cual permitió evidenciar que las edificaciones cumplen en su mayoría los requisitos para ser edificios sustentables. Y por último se realizaron las fichas técnicas que sintetizaron toda la información obtenida.</p>			
Palabras clave			
Tecnologías sostenibles, construcción, certificación LEED, impacto ambiental.			
Planteamiento del problema			
<ul style="list-style-type: none"> • La construcción está en el top de las actividades industriales que más causan impactos ambientales, tales como el fin de las reservas naturales no renovables de material explorado, alteración del paisaje, erosión, contaminación del aire a causa de la emisión de gas carbónico en la atmosfera y contaminación de ruido. • Si se continúa construyendo bajo los criterios de certificación ambiental traería consigo diversos beneficios ambientales. 			

	RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (RAI)		
	Código: 1120325	Fecha: 13.10.2021	Versión No. 1

- Casi la mitad de los materiales que son empleados en la industria de la construcción provienen de la tierra.
- Se ha creado una dependencia peligrosa a los combustibles fósiles y va en aumento.

Pregunta

¿Cuáles fueron las tecnologías sostenibles implementadas en los proyectos de construcción BD Bacatá, Kubik Virrey y el Edificio Terpel?

Objetivos

Objetivo general

- Analizar las tecnologías sostenibles implementadas en los proyectos de construcción BD Bacatá, Kubik Virrey y el Edificio Terpel

Objetivo específicos

- Identificar las tecnologías ambientales que han sido implementadas en las edificaciones por medio de la recopilación de datos.
- Analizar y clasificar las tecnologías halladas utilizando las categorías manejadas por la certificación de edificios sustentables LEED v2.2.
- Desarrollar fichas técnicas de cada uno de los proyectos sintetizando las aplicaciones en la sustentabilidad para identificar las tecnologías ambientales que han sido implementadas en las edificaciones

Marco teórico


Resuma únicamente los principales referentes teóricos o artísticos que siguió su trabajo. Señale los números de las páginas de su documento en los que se encuentra la información completa.

Construcción sostenible

Se sabe que las construcciones buscan satisfacer las necesidades del hombre, pero con la construcción sustentable no solo se benefician los usuarios sino que también se conserva el medio ambiente promoviendo soluciones integrales a los problemas que se avecinan en cuanto al cambio climático cuidando y protegiendo las actuales y futuras generaciones. (La importancia de la Construcción Sostenible, 2016) Esto no se logra simplemente construyendo viviendas eco-amigables, sino que también hay que tener en cuenta el entorno y las características del lugar. Es decir, la construcción sostenible busca que se planifique y desarrolle de forma responsable con el ambiente, haciendo uso adecuado de los recursos naturales en cada etapa del ciclo de vida del edificio.

Desarrollo Sustentable

Está definido en la Ley N° 19.300 de Bases del Medio Ambiente como “el proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las **personas, fundado en**

	RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (RAI)		
	Código: 1120325	Fecha: 13.10.2021	Versión No. 1

medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras”. Este concepto incluye el desarrollo equilibrado y coordinado de tres dimensiones: económica, social y ambiental. (Construcción sustentable, 2013).

Certificación LEED

- El Consejo Colombiano de Construcción Sostenible define esta certificación como: LEED (por sus siglas en inglés, Leadership in Energy & Environmental Design) el sistema de certificación más utilizado en el mundo para el diseño, construcción, mantenimiento y operación de construcciones sostenibles.
- Este certificado, premia el uso de estrategias sostenibles en todos los procesos de construcción del edificio, va desde la adecuación del terreno, hasta la eficiencia del uso del agua y energía, la selección de materiales sostenibles y proporcionar una calidad medioambiental interior.
- Al utilizar menos energía, los espacios certificados LEED ahorran dinero a las familias y empresarios, reducen las emisiones de carbono y contribuyen con ambientes saludables para el uso de residentes, trabajadores y la comunidad en general.

Categorías certificación LEED

Sitios Sostenibles. Considera que la selección del lugar de las construcciones es fundamental en la práctica de la sostenibilidad.

Calidad ambiental interior: el objetivo principal de esta categoría es proveer ventilación de aire fresco adicional con el fin de mejorar la calidad del aire interior, promover el confort, la buena salud y la. Productividad

Innovación en diseños y operaciones: Las estrategias innovadoras amplían la práctica de edificios ecológicos al incorporar técnicas de vanguardia, procesos y productos al desarrollo de un proyecto


Eficiencia de agua: su objetivo es incrementar la eficiencia en el uso del agua en la edificación con el fin de reducir la demanda en los acueductos municipales y otros sistemas de entrega.

Energía y atmósfera: Una de las principales fuentes de contaminación, durante el proceso de construcción, es la liberación de partículas de polvo que contaminan el aire.

Materiales y Recursos: esta categoría busca principalmente re-usar edificaciones existentes y materiales recuperados, planear comunidades pequeñas y compactas, diseñar viviendas y edificaciones más pequeñas y flexibles y promover la reducción de desechos en la fuente durante la etapa de la operación.

Método

Entendiendo que es el conjunto de tareas o procedimientos y de técnicas que deben emplearse, de una manera coordinada, para poder desarrollar correctamente y en su totalidad las etapas del proceso de investigación. Al comprender esta definición De esta definición se desprende claramente que el método de investigación aunque incluye los métodos científicos, no queda

	RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (RAI)		
	Código: 1120325	Fecha: 13.10.2021	Versión No. 1

reducido a ellos. Por el contrario, el método de investigación incluye tareas como la selección del tema o la difusión de los resultados que, en sentido estricto, no constituyen parte de los métodos científicos. Además, el método de investigación está directamente condicionado por el tipo de investigación que se realiza, lo que supone que los métodos científicos sólo resultan relevantes para las investigaciones científicas y académicas.

La metodología planteada es de tipo mixto y bajo el diseño de investigación, presentando a continuación las fases detalladas propuestas.

Fase I – Revisión y manejo de información: En esta fase se realiza una compilación de información que abarca todo lo necesario para poder establecer los conceptos base para entrar en el tema, todo lo relacionado con los impactos causados de la construcción en el medio ambiente y la de implementar estas tecnologías en las construcciones.

Fase II – Identificación de tecnologías y estrategias ambientales: Se describe cada una de las tecnologías, el método, las estrategias y el funcionamiento de sostenibilidad en cada uno de los proyectos. Se hace un énfasis en aclarar la metodología empleada.

Fase III – Análisis de las tecnologías y estrategias implementadas: Por medio de las categorías de sostenibilidad de la certificación LEED se procede a realizar un análisis minucioso de cada una en cada proyecto. Se identifica si cumplen con las categorías y determinar que tecnologías están aptas para certificación y cuales no lo están.


Fase IV – Diseño de fichas técnicas: Habiendo establecido y analizado las tecnologías, se realizan unas fichas técnicas, con una síntesis de la información por cada proyecto para evidenciar las estrategias que más resaltan

Resultados, hallazgos u obra realizada

Las metodologías en relación a sitio sustentable se desarrollan dependiendo del tipo de uso del terreno. Los proyectos instalados en terrenos urbanos ya desarrollados pondrán más énfasis en prevenir el efecto Isla de Calor, lograr conectividad a servicios y transporte público, mientras que los proyectos instalados en zonas más rurales sin desarrollar, se ocuparán de aspectos como prevenir la pérdida de cubierta vegetal, proteger el hábitat y evitar la intervención del terreno.

Todos los edificios, cuentan con un diseño de paisajismo de gran superficie, que cuenta con especies autóctonas, las que tienen escasas o nulas necesidades de riego, lo cual delata sus intenciones de mantener un entorno natural agradable para sus ocupantes y beneficiar el medio ambiente, pero de la misma forma preocupados para que esto no signifique un gasto excesivo o innecesario de agua.

La implementación de sistemas de grifería eficiente y sanitarios de doble descarga, son un factor común en la totalidad de los proyectos, esto en cierto modo se debe a lo muy difundido que han sido los beneficios de estas tecnologías en el último tiempo. Incluso en nuestro país se está evaluando la aplicación de un sello de eficiencia hídrica, dado que algunos estudios realizados por el mencionado centro “Observatorio de ciudades UC” indican que la utilización de

	RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (RAI)		
	Código: 1120325	Fecha: 13.10.2021	Versión No. 1

artefactos eficientes domiciliarios solo en Santiago, aportarían un ahorro de 100.000.000 m³ anuales de agua, equivalente a 61 mil millones de pesos (19% del gasto total anual al año).

En general, las consideraciones relacionadas con el consumo eficiente de agua se centran en disminuir los consumos propiamente tal y en reutilizar los caudales consumidos antes de eliminarlos.

Las metodologías empleadas en relación al diseño solar pasivo, son el diseño de orientación y forma para aprovechar de mejor manera la radiación solar como medio de climatización en los meses fríos y con medidas de control como aleros, toldos y persianas durante la temporada estival. Los 3 proyectos emplearon esta medida.

La envolvente de los edificios es un tema de gran importancia en los tres proyectos estudiados, a pesar de que se encuentran en una ciudad fría, por su estructura ubicación reciben los rayos del sol directos durante el día y esta medida les ayuda a reducir la incomodidad que esto causa.


Respecto a la iluminación, en general en nuestro país la utilización de iluminación eficiente pasa por el uso de ampollas fluorescentes y lámparas del tipo HID, sin embargo los proyectos sustentables analizados usan en su mayoría la tecnología LED en sus instalaciones, dadas las características de éstas, y asumiendo el gran costo económico inicial de éstas que es rápidamente recuperado, debido al uso intensivo al que están sometidas en los edificios, principalmente en los de uso comercial.

La totalidad de los proyectos presentan metodologías similares, respecto a materiales y recursos, lo cual indica que éstos están al tanto de las implicancias negativas, que malas prácticas en este sentido podrían generar. Por lo tanto, sus preocupaciones se reflejan en tempranos compromisos de reciclaje de los residuos generados en la etapa de construcción y en la operación de los proyectos. Además a lo anterior, todos los diseños privilegian el uso de materiales reciclados, junto con materiales de origen regional.

Respecto al uso de madera certificada, en caso de necesitar de dichos materiales, como es el caso del proyecto “Edificio Terpel”, éstos se encargan a proveedores oficiales y registrados en alguna certificación de madera. Una metodología que destaca en el uso de materiales reciclados corresponde al uso de acero estructural reciclado, lo cual significa importantes ahorros económicos y beneficios medio ambientales dados los enormes volúmenes de este material, usados a menudo en los proyectos de construcción.

Conclusiones

- En la identificación de tecnologías se evidenció que el grupo constructor de estas edificaciones tuvieron en cuenta todos los factores acordes para hacer de estas construcciones sustentables.
- El “Edificio Terpel” y el “Edificio Kubik Virrey” cuentan con certificación LEED y en el análisis realizado se comprobó, ya que cuentan con la

	RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (RAI)		
	Código: 1120325	Fecha: 13.10.2021	Versión No. 1

implementación de las categorías y criterios de evaluación adecuados para el tipo de edificación. Mientras que el “Edificio BD Bacatá” esta postulado para la certificación, el cual también se evidenció que cumple con los requisitos.

- Es importante fomentar el uso de tecnologías sustentables en el área de construcción, los beneficios y la economía que a mediano y largo plazo traen.

Productos derivados

Análisis de las tecnologías sostenibles implementadas en los proyectos de construcción
BD Bacatá, Kubik Virrey y Edificio Terpel ubicados en Bogotá

Laura N. Cepeda Merizalde
Cód. 1120325

Corporación Universitaria Unitec
Escuela de Ciencias Económicas y Administrativas
Especialización Gestión Seguridad y salud en el Trabajo

Bogotá, Distrito Capital
Octubre de 2021

Análisis de las tecnologías sostenibles implementadas en los proyectos de construcción
BD Bacatá, Kubik Virrey y Edificio Terpel ubicados en Bogotá

Laura N. Cepeda Merizalde
Cód. 11203254

Directora
Kenia Marcela González Pedraza

Corporación Universitaria Unitec
Escuela de Ciencias Económicas y Administrativas
Especialización Gestión Seguridad y salud en el Trabajo

Bogotá, Distrito Capital
Octubre de 2021

Tabla de contenido	
Planteamiento del problema	9
Justificación	11
Pregunta de investigación	13
Objetivos	14
Objetivo general	14
Objetivo específicos	14
Marco teórico	15
Antecedentes investigativos	15
Impacto de la construcción en el medio ambiente	17
Desarrollo Sustentable	18
Construcción sostenible	19
Ventajas y desventajas de construcciones sostenibles	19
Análisis de ciclo de vida ACV	21
Certificación LEED	21
Categorías Certificación LEED	22
Marco conceptual	29
Estado del arte	32
Método	36
Tipo y diseño de estudio	36
Participantes o fuentes de datos	37
Recolección de datos	38
Fase I – Revisión y manejo de información	38
Fase II – Identificación de tecnologías y estrategias ambientales	38
Fase III – Análisis de las tecnologías y estrategias implementadas	38

Fase IV – Diseño de fichas técnicas	38
Análisis	39
Resultados y hallazgos	41
Fase I – Revisión y manejo de información	41
Edificio BD Bacatá	41
Sitio sustentable.	42
Eficiencia en el uso de agua.	42
Energía y atmosfera.	42
Materiales y recursos.	43
Calidad del aire en el interior.	43
Innovación del diseño.	44

Edificio Kubik Virrey	44
Sitio sustentable.	45
Eficiencia en el uso de agua.	45
Energía y atmosfera.	46
Materiales y recursos.	46
Calidad del aire en el interior.	46
Innovación del diseño.	47
Edificio Terpel	47
Sitio sustentable.	48
Eficiencia en el uso de agua.	48
Energía y atmosfera.	49
Materiales y recursos.	49
Calidad del aire en el interior.	50
Innovación del diseño.	50
Fase II – Identificación de tecnologías y estrategias ambientales	50
Sitio sustentable.	50
Recuperación de Terrenos	51
Alta Densidad de Construcción	51
Transporte Alternativo	51
Análisis y discusión	52
Eficiencia en el uso de agua.	52
Manejo de Aguas Lluvias	52
Utilización de especies vegetales que no requieren riego	53
Reducción del uso de agua en sanitarios	54

Análisis y discusión	54
Energía y atmosfera.	54
Diseño Solar Pasivo	55
Iluminación LED	56
Envolvente	56
Análisis y discusión	57
Materiales y recursos.	57
Reutilización de Materiales	58
Utilización de Materiales Con Contenido Reciclado	58
Reciclaje de Desechos	59
Uso de Madera Certificada	59
Análisis y discusión	59
Calidad del aire en el interior.	60
Incrementar los niveles de ventilación natural	60
Materiales de baja Emisividad	60
Fuentes contaminantes de aire interior	61
Análisis y discusión	61
Fase III – Análisis de las tecnologías y estrategias implementadas (Por medio de las categorías de sostenibilidad de la certificación LEED)	61
Fase IV – Diseño de fichas técnicas	65
Bibliografía	72

Índice de Figuras

Figura 1 Ciclo de vida de una edificación	21
Figura 2 Cuadro de ajuste de tamaño del hogar de LEED para hogares.....	25
Figura 3 Distribución del uso de energía del edificio	26

Figura 4 Matriz de estado del arte.....	32
Figura 5 Diagrama metodológico del proyecto	39
Figura 6 Edificio BD Bacatá	41
Figura 7 Edificio Kubik Virrey.....	44
Figura 8 Edificio Terpel	47
Figura 9 Calificación LEED	62
Figura 10 Análisis de tecnologías BD BACATÁ.....	62
Figura 11 Análisis de tecnologías KUBIK VIRREY.....	63
Figura 12 Análisis de tecnologías EDIFICIO TERPEL.....	64
Figura 13 Ficha técnica BD BACATÁ.....	66
Figura 14 Ficha técnica KUBIK VIRREY	67
Figura 15 Ficha técnica EDIFICIO TERPEL.....	68

Planteamiento del problema

La construcción está en el top de las actividades industriales que más causan impactos ambientales, tales como el fin de las reservas naturales no renovables de material explorado, alteración del paisaje, erosión, contaminación del aire a causa de la emisión de gas carbónico en la atmosfera y contaminación de ruido. Adicional los impactos generados durante la extracción de las materias primas naturales, seguido de las consecuencias ocasionadas en las siguientes etapas del proyecto (construcción, demolición mantenimiento, adecuación y reforma de los edificios). (Paschoalin , Lima, & Faria, 2016).

Según (Casado, 2012) a nivel mundial la construcción civil a través de sus actividades cotidianas asume el 21% de agua tratada, 42% de energía eléctrica, 25% de las emisiones de CO₂ e 65% de la generación de residuos sólidos. Aun así, Casado indica que si se continua construyendo bajo los criterios de certificación ambiental traería consigo diversos beneficios ambientales, como un consumo de energía por debajo del 30%, un consumo de agua podría reducirse entre un 30 a 50%, las emisiones de CO₂ podrían mitigarse un 30% y la generación de residuos podría variar entre 30 hasta 50%.

Casi la mitad de los materiales que son empleados en la industria de la construcción provienen de la tierra, produciendo anualmente en la Unión Europea casi 450 millones de toneladas de residuos de la construcción y demolición (RCD), aumentando progresivamente y haciendo de su naturaleza un poco más compleja por la diversificación de materiales usados. (Arenas, 2013)Esto implica que las posibilidades de reutilización y reciclado de los residuos sea cada vez más difícil promoviendo así la creación de más vertederos y aumentar la extracción de materias primas.

Se ha creado una dependencia peligrosa a los combustibles fósiles y va en aumento. Su suministro cada vez es más limitado y su uso es más frecuente generando un alto nivel de contaminación en el planeta. En la actualidad el incremento en los costos de la energía y la

reducción de materiales disponibles, han generado que la construcción sea cada vez más costosa y menos amigable con el medio ambiente. Los edificios son la principal fuente de generación de CO₂, por encima de transporte y la industria, también es importante resaltar que los edificios consumen más del 70% del total de la energía eléctrica. Por ejemplo, “en estados unidos, solamente, los edificios generan un 39% del total de emisiones de CO₂, y consumen el 40% de materias primas a nivel global y 13% de agua potable” (Londoño, 2009)

Son tres las categorías en las que se pueden clasificar los impactos causados por la construcción: impactos sobre los ecosistemas, sobre los recursos naturales y sobre la comunidad. Esto teniendo en cuenta el ciclo de vida de un edificio que evidencia por cada etapa las consecuencias ambientales:

- En la extracción de la materia prima se ve impacto negativo en la diversidad biológica (tala de árboles), el uso desmesurado de los recursos naturales no renovables y los fósiles.
- En la construcción se hace transformación y alteración en el suelo, cambia el ecosistema, sigue impactando los recursos naturales, las altas emisiones de contaminantes.
- Durante todo el ciclo se generan residuos de todo tipo que si se realizara un buen manejo podrían ser reutilizables y los vertimientos a las fuentes de agua.

(Zolfagharian, Nourbakhsh , & Irizarry , 2012)

En los países latinoamericanos se puede observar la gran deficiencia con respecto a la implementación de estos sistemas constructivos, y en la reglamentación adecuada para su desarrollo. Sin embargo, la construcción sostenible se encuentra en una fase de crecimiento cada vez más grande, en Colombia existe poca información del tema de una manera formal y bien estructurada. Las reacciones desde las esferas pública y privada no han sido indiferentes a esta realidad, lo que ha llevado a la creación de normativas específicas para el manejo ambiental en la construcción como el Reglamento Colombiano de Construcción Sostenible que, junto con las iniciativas impulsadas por países desarrollados, buscan lograr un equilibrio entre políticas públicas, iniciativas gubernamentales, implementación de nuevas tecnologías más eficientes. (Peraza & Guitierrez, 20

Justificación

Para el desarrollo económico y social de un país la construcción cumple un papel muy importante, ya que se ha convertido en una parte fundamental para los seres humanos. A través de los años ha ido evolucionando para mejorar y satisfacer ciertas necesidades de las personas. Pero así como mejora y ayuda al crecimiento de un país, también genera un gran impacto negativo en el medio ambiente, desde la extracción de la materia prima, la construcción o modificación hasta la generación de escombros, provocando así contaminación atmosférica por la generación de gases, residuos peligrosos, uso excesivo de recursos naturales (agua, energía, etc.) y aun, cuando ya se encuentra habitado se suma un consumo de agua y energía continua, al igual que la generación de residuos.

La acelerada expansión urbana y el crecimiento del sector de construcción impactan directamente en la calidad de vida de los ciudadanos. La industria de la construcción representa aproximadamente un 40% del consumo energético global, un 12% del consumo de aguas frescas y 40% de la generación de residuos. (Michel, 2016).

Es por esta razón que varios profesionales de diferentes áreas relacionadas con la construcción se han unido para buscar la solución a esta problemática, desarrollando la construcción sostenible que se puede definir como: *“aquella construcción que teniendo especial respeto y compromiso con el medio ambiente, implica el uso eficiente de la energía y del agua, los recursos y materiales no perjudiciales para el medioambiente, resulta más saludable y se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales”*. (Ramírez s.f.).

En lo que respecta a nivel económico, el diseño verde aporta muchos beneficios, como la reducción de costos operativos, una mayor productividad y satisfacción por parte de los usuarios, un mejor rendimiento y una optimización del rendimiento económico en cuando al ciclo de vida del edificio (Michel, 2016). El USGBC (United States Green

Building Council) en un análisis al edificio de la administración General de Servicios de los Estados Unidos, los edificios verdes representan un 25% de ahorro en el consumo energético, un 11% de ahorro en el consumo de agua, un 34% de reducción en la emisión de gases de efecto invernadero y un 19% de ahorro de costos de mantenimiento. USGBC

Ahora bien, en países como Colombia en los últimos años, se ha dedicado a trabajar con este tipo de construcciones ya sea para viviendas de interés social o para grandes edificaciones. El objetivo de participar en estos proyectos es el de construir un edificio funcional, eficiente, meritorio, que otorgue calidad a los habitantes, duradero y sobretodo que este ajustado con el costo. De ahí que en Bogotá se desarrolle el programa de construcción sostenible como mecanismo de gestión que ha desarrollado la Secretaría Distrital de Ambiente, para promover el desarrollo de proyectos constructivos que implementen estrategias de eco-urbanismo y construcción sostenible. (SDA, s.f.).

Una de las recompensas de ser un proyecto verde es la de recibir la certificación LEED (por sus siglas en inglés, Leadership in Energy & Environmental Design) siendo el sistema de certificación más utilizado en el mundo para el diseño, construcción, mantenimiento y operación de construcciones sostenibles. Al utilizar menos energía, los espacios certificados LEED ahorran dinero a las familias y empresarios, reducen las emisiones de carbono y contribuyen con ambientes saludables para el uso de residentes, trabajadores y la comunidad en general. (CCCS, 2016). Por ello la importancia de analizar las tecnologías que fueron empleadas en los proyectos de Kubik Virrey y el Edificio Terpel, ya que son construcciones que recibieron esta certificación y pueden ser de gran ayuda para las futuras construcciones. Al igual que la edificación del complejo BD Bacatá, que a pesar de que no cuenta con la certificación, si es una construcción muy importante de Bogotá por que cuenta con unas muy buenas estrategias ambientales.

Pregunta de investigación

¿Cuáles fueron las tecnologías sostenibles implementadas en los proyectos de construcción BD Bacatá, Kubik Virrey y el Edificio Terpel?

Objetivos

Objetivo general

Analizar las tecnologías sostenibles implementadas en los proyectos de construcción BD Bacatá, Kubik Virrey y el Edificio Terpel

Objetivo específicos

- Identificar las tecnologías ambientales que han sido implementadas en las edificaciones por medio de la recopilación de datos.
- Analizar y clasificar las tecnologías halladas utilizando las categorías manejadas por la certificación de edificios sustentables LEED v2.2.
- Desarrollar fichas técnicas de cada uno de los proyectos sintetizando las aplicaciones en la sustentabilidad para identificar las tecnologías ambientales que han sido implementadas en las edificaciones

Marco teórico

Antecedentes investigativos

Para tener una perspectiva un poco más clara de cómo abordar y analizar las tecnologías sostenibles en los proyectos de construcción de Bogotá, es de vital importancia tener como base otros proyectos o documentos que se hayan llevado a cabo tanto en Colombia como en otras partes del mundo. Los más resaltados se presentan a continuación.

1. Título: **Construcción sostenible**

Autores: Laura Cristina Pinilla Vera

País y año: Bogotá, Colombia 2010

Universidad de los Andes.

Resumen: El proyecto se enfocó en realizar un análisis de la situación actual de Colombia en temas de sostenibilidad y eficiencia energética, estudiando que posibilidades hay de poder implementarla a futuro. Inició con una recopilación de información que permitió evidenciar cual es el escenario en Colombia con respecto a la inversión ambiental, los proyectos y prácticas ambientales implementados en el país. Seguido se estudiaron algunos casos de construcción sostenible en otros países identificando los ahorros en términos de energía, emisiones de CO₂ y en dinero. Para finalizar se contrastaron las medidas desarrolladas en los casos de estudio con la viabilidad de ponerlas en práctica en Colombia. Se concluyó que este es un tema aún incipiente y con falta de verdaderos estímulos del estado colombiano para implementarlo, además de la falta de recursos económicos para el mismo.

2. Título: **Diagnóstico de prácticas de reducción de los impactos ambientales en el entorno adoptadas por obras residenciales de diferentes regiones de la ciudad de Sao Paulo (SP)**

Autores: João Paschoalin; Paulo Lima; Ana Cristina de Faria; Larissa Gonçalves

País y año: Sao Paulo, Brasil 2017

Universidad Nove de Julho.

Resumen: Se basó principalmente resaltando que la construcción civil tiene un gran impacto ambiental desde la contaminación del suelo, hasta la contaminación auditiva pasando por la generación de residuos, entre otros. Es por eso que la investigación se enfocó en determinar si las constructoras localizadas en la ciudad de Sao Paulo adoptan en sus obras acciones de sustentabilidad mitigando los impactos. El proyecto se llevó a cabo bajo el método de estudio de varios casos en 9 obras, con un abordaje exploratorio y un análisis cuantitativo. Se utilizaron listas de chequeo basados en las recomendaciones del sistema de certificación Green Building. Concluyendo que no todas las constructoras tenían la intención de implementar acciones de mitigación de impacto en sus obras.

3. Título: Impactos ambientales producidos por la construcción de vivienda a gran escala en la ciudad de Guayaquil

Autores: Eva E. Vélez; Luis E. Coello

País y año: Guayaquil, Ecuador 2017

Universidad de Guayaquil

Resumen: El objetivo del trabajo fue promover la implementación de medidas ambientales en proyectos urbanísticos, para que no causen daños en los recursos naturales. Para ello fue necesario hacer un reconocimiento del medio bajo un diagnóstico físico, después se caracterizó el área urbanística con adecuaciones ecológicas, se procedió a identificar cuáles son las acciones que causan los impactos significativos, finalizando con la priorización de la medidas de control y mitigación.

4. Título: Estudio, análisis y discusión de las tecnologías utilizadas en el diseño y construcción de edificios sustentables en Chile.

Autores: Rony Ricardo Ramírez Vega

País y año: Santiago de Chile, Chile 2010

Universidad de Chile

Resumen: El objetivo principal del trabajo es el de evaluar 6 de las construcciones más importantes del país en términos de sustentabilidad, estudiando las tecnologías implementadas en ellas. Esto se hizo por medio de una recopilación de datos que permitiera establecer las características de las construcciones, evaluar las tecnologías implementadas y

así se determinaron las ventajas y desempeños que podían brindar cada una. Después se realizó una comparación entre las aplicaciones ambientales de cada edificación y así se pudo concluir que aunque las tecnologías traen grandes beneficios al medio ambiente, no todas pueden ser utilizadas en cualquier proyecto de construcción ya que influye el clima donde se va a efectuar el proyecto, disponibilidad de terrenos y en general las demandas por parte de los usuarios.

Impacto de la construcción en el medio ambiente

La industria de la construcción es un importante contaminante porque son grandes consumidores de recursos naturales como madera, minerales, agua y combustibles fósiles, y eso solo hablando del proceso de construcción. Durante su vida útil también impactan el medio ambiente por el consumo de energía y agua que se utiliza en su mantenimiento y para completar al terminar su utilidad también continúan contaminando por la gran cantidad de residuos que generan.

Según (Mejía, 2018) indica que la industria de la construcción y la operación de edificios le aportan al ambiente cerca del 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero, la extracción de materias primas y los procesos industriales para la fabricación de materiales de construcción causan daños como contaminación del aire con gases y partículas, contaminación de agua y deforestación y la operación de edificios consume cerca del 70% de la energía eléctrica.

Ahora bien para tener un poco más detallado el impacto causado por la construcción, un artículo de (360 en concreto Argos, s.f.) explica que las consecuencias son tanto en el ecosistema biótico como en el abiótico.

Ecosistema biótico

Suelo: las actividades que causan mayor impacto son demoliciones, erosión, excavaciones, obras hidráulicas, construcción de vías entre otras. Además de la generación de residuos sólidos y/o líquidos que contaminan el suelo. El impacto causado por los vertimientos puede llegar a alterar las características del suelo cambiando su pH y generando lluvia acida. (AGBC, 2018).

Los movimientos de tierra generan alteración de la geomorfología, la pérdida de cobertura vegetal, ocasionan procesos de erosión más rápidos y en ocasiones, cuando se

usan explosivos para excavaciones en la industria de la construcción, se pueden generar inestabilidad de los taludes lo que conllevaría a un riesgo de deslizamientos y derrumbes que pueden generar tanto pérdidas en la infraestructura como pérdidas humanas. (360 en concreto Argos, s.f.)

Agua: el mayor impacto es el causado cuando se realizan las excavaciones o movimientos de tierra que pueden contaminar las aguas subterráneas, también la remoción de la cubierta vegetal puede alterar los cuerpos de agua.

Aire: este recurso se ve alterado por la generación de ruido, de polvo las emisiones de CO₂ por la quema de combustibles fósiles y por el uso de maquinaria, emisiones de radiaciones peligrosas fugas de gas toxico y humos peligrosos. (Arenas, 2013)

Ecosistema abiótico

Flora: la vegetación sufre un gran impacto por la deforestación masiva, la erosión, al cambiar las condiciones del suelo directamente la vegetación se ve afectada también ya que cambian sus propiedades dañando sus raíces, la temperatura, entre otros. Se ven afectados cultivos por los metales pesados y los vertimientos contaminados,

Fauna: la migración de especies nativas por una construcción urbana en un área rural, la generación de ruido ahuyenta a los animales además de que están expuestos a las emisiones de gases tóxicos.

Desarrollo Sustentable

Está definido en la Ley N° 19.300 de Bases del Medio Ambiente como “el proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras”. Este concepto incluye el desarrollo equilibrado y coordinado de tres dimensiones: económica, social y ambiental. (Contruccion sustentable, 2013).

A nivel mundial se están buscando alternativas que permitan disminuir y frenar el cambio climático, y como bien se sabe la construcción de edificios es la principal fuente de CO₂ por encima de las emisiones generadas por el transporte y la industria.

En el ámbito de la construcción es obligatorio contar con Ingenieros Ambientales que ayuden a obtener los permisos pertinentes para poder desarrollar las obras, pero es evidente que no solo se necesitan permisos “ambientales” pues aun obteniendo los permisos

necesarios, las emisiones de *CO2* siguen creciendo, siendo necesario que el diseñador de los edificios tenga en cuenta el medio ambiente, los materiales, el ciclo de vida de los mismos, para que los diseños cambien de tradicionales a edificios sustentables. (Construcción sustentable, 2013)

Construcción sostenible

Se sabe que las construcciones buscan satisfacer las necesidades del hombre, pero con la construcción sustentable no solo se benefician los usuarios sino que también se conserva el medio ambiente promoviendo soluciones integrales a los problemas que se avecinan en cuanto al cambio climático cuidando y protegiendo las actuales y futuras generaciones. (La importancia de la Construcción Sostenible, 2016) Esto no se logra simplemente construyendo viviendas eco-amigables, sino que también hay que tener en cuenta el entorno y las características del lugar. Es decir, la construcción sostenible busca que se planifique y desarrolle de forma responsable con el ambiente, haciendo uso adecuado de los recursos naturales en cada etapa del ciclo de vida del edificio.

En conclusión, se puede entender como el desarrollo de la construcción pero con una responsabilidad considerable con el medio ambiente. Lo que implica un interés creciente en todas las etapas de la construcción, considerando las diferentes alternativas en el proceso de construcción, favor de la minimización del agotamiento de los recursos. Previniendo la degradación ambiental y proporcionando un ambiente, tanto en interior de los edificios como en su entorno. (Pinilla, 2010)

Ventajas y desventajas de construcciones sostenibles

Las ventajas de una construcción sustentable tomadas de (Rio, 2015) son:

- Ahorro de energía: dependiendo del uso y la situación climática, los ahorros energéticos, comparados con una edificación de construcción convencional, podrían llegar hasta un 50%.
- Efectos en el medioambiente: una reducción en el gasto energético también significa un menor daño al medio, tanto por la reducción de contaminantes y/o la reducción de elevar la temperatura exterior. Por otra parte, los edificios que aprovechan las condicionantes naturales, tienen aún un menor efecto sobre el medio.

- Reducción de la dependencia de provisión de energía convencional: las edificaciones que emplean mecanismos de ahorro en sus diseños tienen mayor capacidad de soportar los vaivenes e incertidumbres de disponibilidad y de costos de las energías convencionales. Además brinda al usuario la posibilidad de incorporar o dejar previstas nuevas posibilidades de fuentes energéticas que puedan existir en el futuro.
- Confort térmico y visual: el diseño cuidadoso de ventanas y otros elementos transparentes en la edificación pueden mejorar el nivel de iluminación y ventilación natural del interior. Mejores niveles de aislación térmica ayudan a lograr temperaturas interiores mejores, en esto se debe considerar la situación climática y el destino del recinto, pues podría ocurrir una situación de sobrecalentamiento en verano a menos de que se cuente con sombras y ventilación, e incluso algo de masa térmica.
- Valor agregado: una edificación que ahorra energía tiene un valor extra, que con el tiempo será cada vez más interesante o atractivo, por lo que significa en ahorrar dineros y producir menos contaminación. Éste se está sobreponiendo, sobre todo en los países desarrollados y con fuerte conciencia en lo ecológico, a factores como de estilo, imagen, terminaciones y otros, como parámetros al momento de elegir un vivienda.
- Costos y retornos: en las edificaciones que ahorran y aprovechan las energías naturales, en poco o nada se debe invertir como extra a lo tradicional para lograr esos objetivos. Incluso en algunas ocasiones, esto puede ser menor. Por ejemplo, la implementación de ciertas protecciones solares, son más eficientes y económicas que un cristal de altísima tecnología, a la hora de ahorrar aire acondicionado en una edificación; o una buena cortina para la protección nocturna versus un vidrio doble; o cierta cantidad de masa versus un sistema auxiliar para calefaccionar; una buena aislación versus una sofisticada calefacción, etc. Estas posibilidades, finalmente, con el pasar del tiempo serán, aparte de económicas, muy rentables.
- Gran potencial para diseños arquitectónicos innovativos: este es un tema que está absolutamente abierto, vigente, y de un sinnúmero de posibilidades para los

proyectistas. Se proyecta de tal forma o manera que esté libre de interpretaciones, sin tener que optar por un determinado estilo.

Análisis de ciclo de vida ACV

Es el método o herramienta utilizada para entender el impacto real de un producto, proceso, servicio y edificio. El ciclo de vida abarca desde la extracción de materias primas y procesadas de materiales, hasta la fabricación, posiblemente distribución, uso, reparación y mantenimiento y finalmente, la eliminación o reciclado. Durante cada etapa del ciclo de vida, ACV utiliza una selección de parámetros para cuantificar el impacto ambiental.

El análisis del ciclo de vida comprende las actividades que se realizan para la producción de un edificio que involucran la fabricación de los materiales, su transporte, la construcción, el funcionamiento del edificio y por último su demolición. (Martinez, s.f.)

A continuación se presenta una ilustración que explica mejor el ciclo de vida de una edificación

Figura 1 Ciclo de vida de una edificación



Nota. Representa el impacto al medio ambiente causado en cada etapa del ciclo de vida de una edificación.

Fuente: (Construible, 2015)

Certificación LEED

El Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS, 2016) define esta certificación como: LEED (por sus siglas en inglés, Leadership in Energy & Environmental Design) el sistema de certificación más utilizado en el mundo para el diseño, construcción, mantenimiento y operación de construcciones sostenibles. Al utilizar menos energía, los espacios certificados LEED ahorran dinero a las familias y empresarios, reducen las

emisiones de carbono y contribuyen con ambientes saludables para el uso de residentes, trabajadores y la comunidad en general.

Este certificado, premia el uso de estrategias sostenibles en todos los procesos de construcción del edificio, va desde la adecuación del terreno, hasta la eficiencia del uso del agua y energía, la selección de materiales sostenibles y proporcionar una calidad medioambiental interior. En la actualidad, existen más de 14.000 construcciones en todo el mundo con certificación LEED, a los que se les conoce como *edificios verdes*. Entre ellos, hay viviendas pero también se encuentran oficinas, supermercados y restaurantes.

(CERTICALIA, s.f.)

Categorías Certificación LEED

La certificación LEED está constituida bajo las siguientes categorías de evaluación: **Sitios Sostenibles**. Considera que la selección del lugar de las construcciones es fundamental en la práctica de la sostenibilidad. Además que se deben estudiar el impacto en la hidrología del lugar, los ecosistemas y la vegetación existente. (HELIOS, 2017)

Los sistemas de clasificación de LEED abordan la ubicación del proyecto y el diseño del sitio y el mantenimiento a través de los siguientes temas:

- **Ubicación y conexión:** un buen sitio de proyecto canaliza el desarrollo en lugares donde mejorará, en lugar de empeorar, la línea de base triple. Las mejores ubicaciones son aquellas que promueven un crecimiento inteligente, un enfoque que protege el espacio abierto y las tierras de cultivo haciendo hincapié en el desarrollo con opciones de viviendas y transporte cerca de los trabajos, las tiendas y las escuelas. (U.S. Green Building Council)
- **Patrón y diseño del vecindario:** La disposición y planificación de la comunidad afectan el comportamiento de los ocupantes y los residentes mientras que establecen un estándar para lo que estas ubicaciones valoran. Por ejemplo, en los lugares donde las calles sin salida se conectan con calles de conexión cada vez más anchas, los servicios se agrupan en galerías comerciales y los trabajos se centran en complejos de oficinas, se hace hincapié en la esfera privada y el automóvil. (U.S. Green Building Council)
- **Transporte:** De acuerdo con la Administración de Información Energética (Energy Information Administration, EIA) de Estados Unidos, el transporte representó el 33% del total de emisiones de gases de efecto invernadero en los EE. UU. en 2008.²³

Mundialmente, el transporte es responsable del 13.5% del total de emisiones de dióxido de carbono.²⁴ Generalmente, esto es el resultado de tres factores fundamentales: Uso de la tierra, tecnología vehicular y combustibles para el transporte. (U.S. Green Building Council)

- **Diseño y gestión del sitio:** Los proyectos podrían establecer objetivos amplios para la gestión y el diseño sustentables de un sitio, como la reducción de los impactos ambientales de la jardinería paisajista, la minimización de los costos de mantenimiento, y la contribución con la restauración y la regeneración de un área. Alcanzar estos objetivos requiere una selección cuidadosa de plantas, integración de sistemas de riego innovadores y un nuevo enfoque con respecto al diseño de iluminación exterior. (U.S. Green Building Council)
- **Gestión de aguas pluviales:** Los sistemas de aguas pluviales de la mayoría de las áreas urbanas de EE. UU. tratan a las precipitaciones como un problema que debe solucionarse en el área tan rápido como sea posible para prevenir inundaciones. El resultado, combinado con el límite en constante expansión de la zona urbana y el aumento de calles pavimentadas y superficies duras, está dañando la función de la cuenca fluvial. La alternativa (aplicar procesos integrados basados en sistemas a la gestión de aguas pluviales) alienta a los equipos a imitar los sistemas naturales ralentizando el flujo del agua y haciendo hincapié en la retención de agua en las instalaciones. Estos pueden incrementar la infiltración de precipitaciones en la tierra, capturarla y reutilizarla; y usar procesos naturales para tratar el remanente de agua que sale de la propiedad. (U.S. Green Building Council)
- **Efecto isla de calor:** Las ciudades son por lo general más cálidas que las áreas rurales cercanas. Las superficies oscuras y planas de las calles, los lotes de estacionamiento y los techos alquitranados absorben y retienen el calor del sol durante el día y lo irradian muy lentamente por la noche. El resultado, conocido como efecto isla de calor, es un incremento de la temperatura del aire en un área desarrollada en comparación con un área no desarrollada. (U.S. Green Building Council)

Eficiencia de agua: su objetivo es incrementar la eficiencia en el uso del agua en la edificación con el fin de reducir la demanda en los acueductos municipales y otros sistemas de entrega. (HELIOS, 2017)

La construcción ecológica fomenta estrategias innovadoras para el ahorro de agua que ayudan a los proyectos a usar el agua con discreción. Los equipos de proyecto pueden seguir un proceso integrado para comenzar a evaluar los recursos de agua existentes, las oportunidades para reducir la demanda de agua y los suministros de agua alternativos. Por ejemplo, gran parte del agua que abandona el sitio en forma de aguas residuales o escorrentía de aguas pluviales puede, de hecho, usarse para funciones no potables. (U.S. Green Building Council)

- **Uso del agua interior:** el uso interior incluye agua para orinales, inodoros, duchas, fregaderos de cocina o lavabos en las salas de descanso, y otras aplicaciones tradicionales de los edificios ocupados. El uso del agua en interiores puede reducirse mediante la instalación de accesorios y apliques eficientes en el uso del agua, que utilizan agua no potable para cumplir funciones de descarga; y mediante la instalación de submedidores para realizar un seguimiento y registrar las tendencias de uso del agua, revisar el desempeño de los accesorios e identificar problemas. Los edificios también utilizan cantidades significativas de agua para distintos procesos y sistemas industriales, como las torres de enfriamiento, las calderas y los enfriadores. (U.S. Green Building Council)
- **Uso del agua en exteriores** El riego de jardines, un componente significativo del uso del agua en muchos edificios comerciales, presenta una oportunidad importante para conservar agua. Las reducciones en los riegos pueden lograrse especificando tecnología inteligente para jardines y riego con eficiencia de agua, usando agua no potable e instalando submedidores para realizar un seguimiento y un registro de las tendencias de riego. (U.S. Green Building Council).

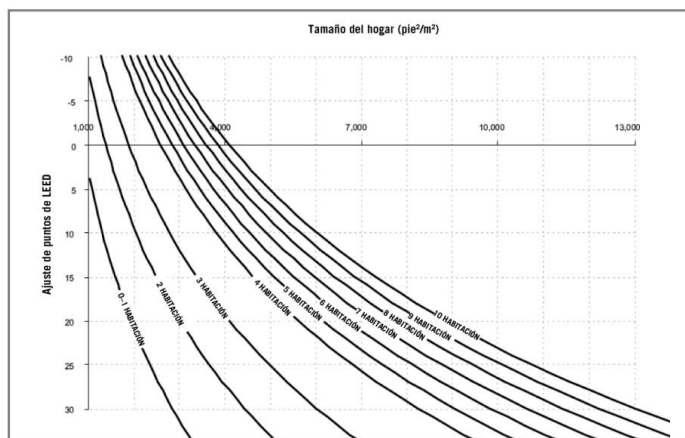
Energía y atmósfera: Una de las principales fuentes de contaminación, durante el proceso de construcción, es la liberación de partículas de polvo que contaminan el aire. Esta puede ser causada por los procesos propios de las etapas constructivas, por los vehículos transitando en caminos de tierra o por la acción del viento. (Ramirez, 2010)

La energía ha surgido como un asunto económico fundamental y una prioridad clave para los creadores de políticas. El suministro y la demanda de energía sustentable tienen implicancias graves para todo, desde presupuestos hogareños hasta relaciones

internacionales. Los edificios están primeros en este asunto debido al alto consumo energético. (U.S. Green Building Council).

- Demanda energética: el ahorro energético comienza con la conservación: reducir la demanda energética. Los edificios y vecindarios ecológicos pueden reducir la demanda energética captando energía natural incidente, como la luz natural, el viento y el potencial geotérmico, para reducir las cargas. (U.S. Green Building Council).
- Leed en la práctica: la demanda de energía aumenta por lo general en relación directa con el tamaño del edificio: cuantos más pies/metros cuadrados tiene un edificio, mayor es la cantidad de energía que se consume. El sistema de clasificación LEED para hogares (LEED for Homes) incluye un ajuste para compensar el efecto de los pies/metros cuadrados en el consumo de recursos al ajustar los umbrales de puntos para las clasificaciones Certified, Silver, Gold y Platinum (Certificado, Plata, Oro y Platino) en función del tamaño del hogar (Figura 2). El ajuste se aplica a todos los créditos LEED para hogares (LEED for Homes) y no solamente a las estrategias relacionadas con la energía y la atmósfera.

Figura 2 Cuadro de ajuste de tamaño del hogar de LEED para hogares

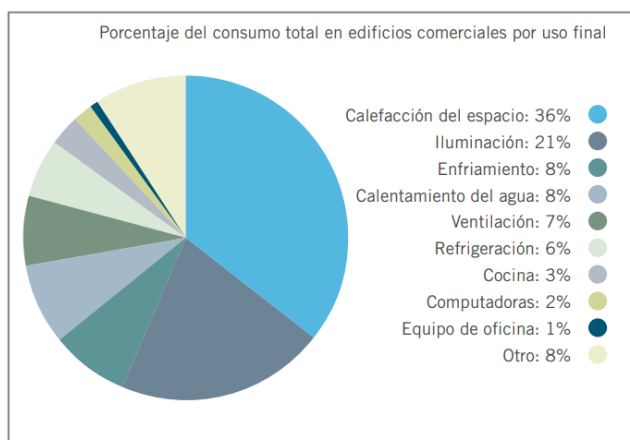


Fuente: Guía referencia de LEED para hogares [LEED for Homes Reference Guide], Segunda edición 2009, Washington, DC, 2009)

- Eficiencia energética Una vez abordadas e incluidas las estrategias de reducción de la demanda, el equipo del proyecto puede comenzar a implementar estas estrategias para promover la eficiencia energética: utilizar menos energía para completar la misma cantidad de trabajo. Obtener la mayor cantidad de trabajo por cada unidad de energía se describe a menudo como una medida de intensidad energética. Las métricas comunes

para edificios y vecindarios incluyen el uso de energía por pie/metro cuadrado y el uso per cápita. La Figura 3 describe el uso de energía típico de un edificio de oficinas. Cada categoría ofrece una oportunidad de aumentar la eficiencia y los ahorros.

Figura 3 Distribución del uso de energía del edificio



Fuente: (U.S. Green Building Council)

- **Energía renovable:** la reducción de la demanda y el aumento de la eficiencia a menudo hacen que cubrir la mayoría o todas las necesidades energéticas del edificio con recursos renovables resulte rentable. Por lo general, se considera que la llamada energía ecológica incluye la energía solar, eólica, impulsada por olas, de biomasa y geotérmica, además de determinadas formas de energía hidroeléctrica. El uso de estas fuentes de energía evita el sinnúmero de impactos ambientales asociados con la producción y el consumo de combustibles no renovables, como el carbón, la energía nuclear, el petróleo y el gas natural. (U.S. Green Building Council).
- **Desempeño energético constante:** la atención que debe ponerse al uso de energía no termina con el diseño y la construcción de un edificio eficiente en términos de energía. Es fundamental garantizar que un proyecto marche de la manera prevista y que sostenga y mejore su desempeño durante el tiempo. Los objetivos de cumplimiento que se establecen durante las etapas de planificación y diseño pueden socavarse debido a fallas en el diseño, defectos de la construcción, mal funcionamiento de los equipos y mantenimiento aplazado. El control y la verificación proporcionan la base para hacer un seguimiento del desempeño energético, con el objetivo de identificar y resolver cualquier problema que pudiera surgir. (U.S. Green Building Council).

Materiales y Recursos: esta categoría busca principalmente re-usar edificaciones existentes y materiales recuperados, planear comunidades pequeñas y compactas, diseñar viviendas y edificaciones más pequeñas y flexibles y promover la reducción de desechos en la fuente durante la etapa de la operación. (HELIOS, 2017).

- **Conservación de materiales:** Un edificio genera una gran cantidad de desechos durante su ciclo de vida. La reducción significativa de desechos comienza con la eliminación de la necesidad de materiales durante las fases de planificación y diseño. Por ejemplo, en comparación con comunidades en crecimiento rápido, los vecindarios urbanos más poblados y más compactos de uso mixto requieren menos millas (km) de caminos y menos infraestructura física para brindar soporte a la misma cantidad de personas. De igual modo, los edificios y hogares más pequeños y construidos de manera más eficiente requieren menor cantidad de madera o menos pies/metros lineales de tuberías, así como menos recursos que conservar. (U.S. Green Building Council)
- **Materiales preferentemente ecológicos:** muchos atributos pueden ser la base para designar a un producto como ecológico y estos pueden darse en cualquiera de las fases de su ciclo de vida útil. Para los consumidores, el mayor desafío es identificar qué productos son verdaderamente ecológicos. Así como ha crecido el interés en la sustentabilidad, lo ha hecho la práctica de lavado verde o la presentación errónea de información a los consumidores para mostrar un producto o una política como más amigable con el medio ambiente de lo que es en realidad. (U.S. Green Building Council)
- **Gestión de desechos:** la construcción de edificios genera grandes cantidades de desechos sólidos, y los desechos se generan durante todo el ciclo de vida del edificio a medida que se utilizan productos nuevos y se descartan los materiales utilizados. Estos desechos pueden transportarse hasta vertederos, incinerarse, reciclarse o convertirse en abono. El descarte de desechos sólidos contribuye directamente a las emisiones de gases de efecto invernadero mediante el transporte y, tal vez más significativamente, la producción de metano (un potente gas de efecto invernadero) en vertederos. La incineración de desechos produce dióxido de carbono como un producto residual. (U.S. Green Building Council)

- LEED en la práctica: operaciones y mantenimiento (LEED for Existing Buildings: Operation & Maintenance) alienta a los administradores de edificios a adoptar nuevas actitudes y formas de pensar y a cerrar el circuito del ciclo de vida al reutilizar y reciclar los materiales en el sitio. El primer paso para mejorar la tasa de desvío de desechos de un establecimiento es comprender cuál es el contenido de la corriente de desechos. (U.S. Green Building Council)

Calidad ambiental interior: el objetivo principal de esta categoría es proveer ventilación de aire fresco adicional con el fin de mejorar la calidad del aire interior, promover el confort, la buena salud y la productividad. (HELIOS, 2017)

- Calidad del aire interior ha recibido atención considerable en las décadas recientes, y las estrategias para reducir la bruma industrial y otras sustancias contaminantes en el aire son de vital importancia. Sin embargo, el aire que respiramos en el interior (donde millones de personas pasan gran parte del día) puede estar incluso más contaminado. La mejor manera de evitar las sustancias contaminantes interiores es eliminarlas o controlarlas a nivel de la fuente de emisión. La siguiente línea de defensa es una ventilación adecuada para eliminar cualquier sustancia contaminante que pudiera ingresar. Ambos enfoques se deben tener en cuenta en todas las fases del ciclo de vida del edificio. (U.S. Green Building Council)
- Bienestar, confort y control de los ocupantes: para estar saludables, sentirse felices y ser productivos en el edificio, los ocupantes deben sentirse cómodos y tener el control de su ambiente. Esto incluye confort térmico, iluminación y vistas, acústica y ergonomía. Sentir demasiado calor o demasiado frío, tener iluminación insuficiente o no poder mirar al exterior a través de una ventana, tener que lidiar con demasiado ruido o tener una estación de trabajo no confortable puede causar estrés y reducir la calidad de vida.
- Leed en la práctica leed para edificios existentes: operaciones y mantenimiento (LEED for Existing Buildings: Operaciones y mantenimiento) fomenta que los administradores de edificios evalúen los niveles de confort de los ocupantes mientras trabajan. A través de una encuesta confidencial, los ocupantes pueden calificar los niveles de calefacción y aire acondicionado, la acústica, la calidad del aire, los niveles de iluminación, la limpieza y otros aspectos de sus espacios de trabajo.

Innovación en diseños y operaciones: Las estrategias innovadoras amplían la práctica de edificios ecológicos al incorporar técnicas de vanguardia, procesos y productos al desarrollo de un proyecto. Idealmente, la innovación es un derivado del proceso de edificación ecológica mencionado en esta guía. (U.S. Green Building Council)

Marco conceptual

Para una mejor comprensión del texto la mayoría de los términos utilizados en el proyecto fueron tomados de la Resolución 03654 del 2014.

Ambiente Natural: Conjunto de áreas naturales y sus elementos constitutivos dedicados a usos no urbanos ni agropecuarios del suelo, que incluyen como rasgo fisionómico dominante la presencia de bosques, pastizales, vegas, túrbales, lagos, lagunas, ríos, arroyos, litorales y masas de agua marina y cualquier otro tipo de formación ecológica inexplorada o escasamente explotada. **Balastro:** Unidad insertada en la red y una o más bombillas de descarga, la cual, por medio de inductancia o capacitancia o la combinación de inductancias y capacitancias, sirve para limitar la corriente de la(s) bombilla(s) hasta el valor requerido.

El balastro puede constar de uno o más componentes. Puede incluir, también medios para transformar la tensión de alimentación y arreglos que ayuden a proveer la tensión de arranque, prevenir el arranque en frío, reducir el efecto estroboscópico, corregir el factor de potencia y/o suprimir la radio interferencia.

Biodiversidad: Se define como el total de la diversidad y variación de los seres vivos y de los sistemas de los cuales forman parte. Fuente Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Contaminación: Liberación artificial de sustancias o energía hacia el entorno y que puede causar efectos adversos en el ser humano, otros organismos vivos, equipos o el medio ambiente.

Construcción sostenible. Se entiende por construcción sostenible el conjunto de medidas pasivas y activas, en diseño y construcción de edificaciones, que permiten alcanzar los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía señalados en la presente resolución, encaminadas al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad ambiental y social.

Deslumbramiento: Sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad.

Diseño Arquitectónico: Proyección y producción de la totalidad de los espacios con especificaciones y planos que señalen claramente las dimensiones de cada una de las áreas cubiertas y patios; así mismo, deben especificar los elementos de ventilación e iluminación, preferiblemente directas, que van a lograr el ambiente de confort requerido en la edificación.

Energías renovables: Son aquellas que por sus reservas y posibilidad de uso, se pueden llegar a emplear durante un periodo muy largo de tiempo, sin que incurran en un desgaste de los recursos naturales.

Envolvente: Conjunto de elementos ya sean estructurales o no cuya materialidad puede ser natural o artificial que define el nivel de aislamiento térmico, lumínico y acústico entre el espacio interior y el exterior de una edificación.

Factor de uniformidad de iluminancia: Medida de la variación de la iluminancia sobre un plano dado, expresada mediante alguno de los siguientes valores: a) Relación entre la iluminancia mínima y la máxima. b) Relación entre la iluminancia mínima y la promedio.

Factor de potencia: Relación entre la potencia activa (kW) y la potencia aparente (kVA) del mismo sistema eléctrico o parte de él.

Fuente energética: Todo elemento físico del cual podemos obtener energía, con el objeto de aprovecharla. Se dividen en fuentes energéticas convencionales y no convencionales.

Fuentes convencionales de energía: Son fuentes convencionales de energía aquellas utilizadas de forma intensiva y ampliamente comercializadas en el país.

Fuentes no convencionales de energía: Son fuentes no convencionales de energía, aquellas fuentes de energía disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleadas o son utilizadas de manera marginal y no se comercializan ampliamente.

Iluminancia: Es el flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su unidad, el lux, equivale al flujo luminoso de un lumen que incide homogéneamente sobre una superficie de un metro cuadrado.

Instalación eléctrica: Conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Luminancia: Es el flujo reflejado por los cuerpos, o el flujo emitido si un objeto se considera fuente de luz. También llamado brillo fotométrico. Su unidad es la candela o lúmenes por metro cuadrado.

Luminaria: Componente mecánico principal de un sistema de alumbrado que proyecta, filtra y distribuye los rayos luminosos, además de alojar y proteger los elementos requeridos para la iluminación.

Reconocimiento: Para la presente Resolución es el mecanismo por el cual se da legitimidad absoluta sobre la implementación de estrategias de Ecourbanismo y construcción sostenible, mediante acto administrativo debidamente motivado.

Reflectancia de una superficie: Relación entre el flujo radiante o luminoso reflejado y el flujo incidente sobre una superficie.

Reflexión: Término general para el proceso mediante el cual el flujo incidente deja una superficie o medio desde el lado incidente sin cambios en la frecuencia.

Ventilación: El proceso de suministrar o retirar aire de un espacio con el fin de controlar los niveles de contaminación del aire, la humedad o la temperatura dentro del espacio.

Ventilación mecánica: Ventilación suministrada mediante equipos con energía mecánica, como ventiladores y sopladores eléctricos pero no mediante dispositivos como ventiladores de turbina impulsada por aire y ventanas que funcionan mecánicamente.

Ventilación Natural: Efecto de mayor o menor movimiento de aire generado por la disposición y área de ventanas o aperturas en una edificación.

Estado del arte

Para tener una perspectiva un poco más clara de cómo abordar y analizar las tecnologías empleadas en la construcción sostenible, es de vital importancia tener como base otros documentos que tengan relación ya sea en Bogotá, en el país o en otra parte del mundo, y de este modo poder tener unas bases de estudio.

Figura 4 Matriz de estado del arte

TÍTULO	ENLACE WEB	AÑO	AUTOR	RESUMEN	OBJETIVO	MÉTODO DESARROLLADO	CONCLUSIONES	INTERESES PARA ESTA INVESTIGACIÓN
Construcción sostenible en Colombia	https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/11155/u402347.pdf?sequence=1&isAllowed=y	2010	Laura Cristina Pinilla Vera	El trabajo busca analizar la situación actual de la construcción sostenible en Colombia y evaluar las posibilidades de usar los conceptos de construcción sostenible eficiencia energética implementados en países pioneros en este tema para la adecuación y diseño de nuevas edificaciones en el país. Se evaluaron casos de estudio extraídos de literatura indexada de países que han desarrollado proyectos sostenibles como Japón, Estados Unidos, Suecia, Alemania y España, lo cual permitieron evidenciar los ahorros conseguidos en sus investigaciones con respecto a energía, emisiones de CO2 y dinero, así como las medidas sostenibles utilizadas para la obtención de estos ahorros. De estas medias se rescataron aquel que pueden implementarse Colombia.	Analizar la situación actual de la construcción sostenible en Colombia y evaluar las posibilidades de usar los conceptos de construcción sostenible y eficiencia energética implementados en países pioneros en este tema para la adecuación y diseño de nuevas edificaciones en Colombia	El tipo de estudio es explicativo ya que hace recopilación de información de diferentes autores y como se puede aplicar esa información en el país.	La construcción sostenible es un tema aún incipiente y en donde hacen falta verdaderos estímulos por parte del Estado. Además existe un inmenso potencial para el país en estos temas. La implementación de medidas sostenibles en los casos estudiados en este documento, permite evidencia que estrategias son perfectamente aplicables al entorno colombiano.	Esta investigación cuenta con información relevante de un estudio que se realizó con referencia al tema del proyecto.

<p>Estudio de los sistemas sostenibles implementados en la construcción de vivienda unifamiliar en la ciudad de Bogotá</p>	<p>https://repositorio.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1745/1/ESTUDIO%20DE%20LOS%20SISTEMAS%20SOSTENIBLES%20IMPLEMENTADOS%20EN%20LA%20CONSTRUCCION%20DE%20VIVIENDAS%20UNIFAMILIARES%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20BOGOTA.pdf</p>	<p>2014</p>	<p>José Luis Peraza Velandia Julieta Nathali Gutiérrez Pizarro</p>	<p>las edificaciones se convierten hoy en uno de los principales responsables del cambio climático mundial. En respuesta a estos problemas han surgido los edificios sostenibles, los cuales tienen como objetivo ser amigables con el medio ambiente y mejorar la calidad de vida del ser humano. Según el Consejo de Construcción Sostenible Colombiano, los principales países que están implementando estos sistemas son: Estados Unidos, Japón, Suiza, Canadá y Francia entre otros. En este contexto, esta investigación toma como herramientas los resultados en los cambios en el comportamiento de un edificio de vivienda, en términos de confort y/o ahorro, por medio de cuyas variaciones se determinarán los criterios que serán el contenido del marco normativo. Con el total de la información recolectada en el mencionado informe, sobre los hábitos de consumo de energía, agua y gas natural del sector residencial de esta ciudad, se establecen parámetros que sustentan el estudio de sistemas sostenibles presentados como una alternativa para lograr un cambio en la mentalidad de los constructores y compradores, con el fin de ayudar a la reducción de las emisiones y la generación de residuos asociados a la práctica constructiva.</p>	<p>Estudiar los sistemas sostenibles implementados en la construcción de vivienda unifamiliar en la ciudad de Bogotá.</p>	<p>El tipo de estudio es descriptivo ya que evalúa los diferentes sistemas sostenibles que fueron implementados las construcciones de vivienda en Bogotá.</p>	<p>La incorporación de sistemas sostenibles en unidades de vivienda, representan ahorros para las familias que las conforman. Por lo tanto los ahorros en sistemas sustentables, son ingresos personales. En la construcción Colombia no existen reglamentaciones definidas que atribuyan a la implementación de edificaciones amigables hacia el medio ambiente. En Bogotá las viviendas unifamiliares espontáneas se limitan solamente al hábitat esencial sostenidas por servicios públicos primordiales, prestados por entidades afines. Más no por la sostenibilidad de la misma.</p>	<p>La información que aporta este proyecto sirve como base para entender que tecnologías son viables para las construcciones sostenibles en Bogotá.</p>
<p>Análisis de las edificaciones sustentables como la mejor alternativa económica, social y ambiental para la construcción en Colombia.</p>	<p>https://repositorio.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3983/An%C3%A1lisis_edificaciones_sustentables_Colombia.pdf?sequence=1&isAllowed=y</p>	<p>2018</p>	<p>Nicole Paola Malaver Jaramillo Nelson Fabián Ortiz Esguerra</p>	<p>Esta Investigación pretende analizar ¿por qué es importante construir edificios sustentables en Colombia?, con el fin de ofrecer a diseñadores y arquitectos una nueva perspectiva de la construcción y las ventajas económicas y ecológicas, que esta traerá a futuro. Es importante resaltar que en Colombia ya existen iniciativas para edificaciones sustentables y sostenibles, pero a pesar de ser pioneros en esto, los diseñadores y arquitectos siguen construyendo de manera tradicional sin pensar en la relación hombre y naturaleza, y son pocos los que han querido innovar y participar en la eliminación de CO2 debido a la construcción.</p>	<p>Realizar una investigación sobre los beneficios ambientales, sociales y económicos que tiene la construcción de edificios sustentables en Colombia.</p>	<p>El trabajo se realizó mediante un análisis de fuentes secundarias (tesis de investigación, análisis de edificios sustentables y artículos de prensa) Después se analizaron los beneficios ambientales, sociales y económicos de edificaciones sustentables respecto a la construcción tradicional.</p>	<p>Es evidente que en Colombia, se necesitan mejores prácticas en el diseño y construcción de edificaciones pues como bien se sabe el sector de la construcción es la principal fuente de CO2 al ambiente, para esta necesidad ha surgido la construcción de edificaciones sustentables y sostenibles, que disminuirán los impactos ambientales, sociales y económicos La construcción de edificaciones sustentables es eficiente energéticamente,</p>	<p>Esta investigación cuenta con información relevante de un estudio que se realizó con referencia al tema del proyecto.</p>

							optimizando la energía, siendo amigable con el medio ambiente, lo que se traduce directamente en un ahorro económico.	
Estudio, análisis y discusión de las tecnologías utilizadas en el diseño y construcción de edificios sustentables en Chile	http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf-ramirez_rv/pdf/Amont/cf-ramirez_rv.pdf	2010	Rony Ricardo Ramírez Vega	<p>Dados los altos porcentajes que presenta la industria de la construcción, en el consumo energético y emisiones de CO2 a nivel mundial, es que esta se debe reformular y buscar maneras más limpias de continuar con su actividad. Frente a estos antecedentes, es que surge la construcción sustentable, la cual se basa en la utilización de aplicaciones y tecnologías que permitan a los inmuebles reducir su huella de carbono a lo largo de su ciclo de vida, utilizar mayoritariamente energías renovables y mejorar significativamente su eficiencia energética. Los objetivos de este Trabajo de Título corresponden a catastrar seis de los más importantes edificios sustentables, diseñados y construidos en nuestro país en los últimos cinco años y describir las tecnologías utilizadas en éstos, para disminuir su perturbación al medio ambiente a causa de su construcción y ciclo de vida. De forma complementaria se confeccionaron fichas técnicas que resumen las aplicaciones que presenta cada uno de los proyectos. También se realizó una representación sistemática de cada edificio estudiado denominada "gPOP Model", con el propósito de distinguir los procesos y consideraciones organizacionales que se llevaron a cabo para realizar los proyectos, además de indicar sus requisitos, soluciones escogidas y posteriores desempeños alcanzados. Como resultado del Trabajo de Título se presentan las fichas técnicas de cada edificio estudiado donde se especifican sus características generales y tecnologías empleadas, las cuales junto a la descripción que se realizó de las distintas tecnologías y variantes que éstas poseen, pueden ser de gran ayuda a los diseñadores, proyectistas y mandantes de futuros proyectos sustentables.</p>	Los Objetivos Generales de este Trabajo de Título corresponden a catastrar seis de los más importantes edificios sustentables diseñados y construidos en nuestro país en los últimos cinco años y describir las múltiples tecnologías utilizadas en éstos, para disminuir su perturbación al medio ambiente a causa de su construcción y ciclo de vida; y disminuir los efectos negativos que provocará en los que la llevarán a cabo y en los que posteriormente vivirán en ellos.	Se realiza un estudio descriptivo donde se efectúa un catastro de los principales edificios sustentables de Chile, posteriormente se identificó y analizo las tecnologías que se están utilizando en éstos, para poder describir el estado del arte sobre esta materia y permita visualizar los alcances que se pueden obtener con el uso de dichas tecnologías y finalmente se realizó una comparación de los proyectos estudiados.	El conocimiento en mayor profundidad de las tecnologías sustentables permite comprender la importancia del uso de éstas y los beneficios que otorga su utilización. Por tanto, una mayor difusión en este sentido es de gran importancia en la actualidad, cuando problemas como el calentamiento global y la crisis energética están afectando gravemente las economías y sociedades a lo largo del planeta. En general, la implementación de las tecnologías sustentables significan importantes costos iniciales, los cuales en el largo plazo son recuperados, no obstante, esto presenta una limitación a la extensión de su uso, por lo que se hace necesaria la existencia de subsidios para su puesta en marcha. Si bien los proyectos estudiados pudieron llevar a cabo esos desembolsos iniciales, no todos los proyectos están dispuestos, o tienen la capacidad para desembolsar estas grandes sumas de dinero.	Este proyecto es de gran ayuda y un buen aporte teórico ya que, muestra las construcciones sustentables vista desde el punto de vista de otro país.

<p>Guía básica para la implementación de los sistemas autosustentables en proyectos urbanísticos. caso de estudio: urbanización bellamans de la ciudad de quito</p>	<p>http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5739/1/T-UCE-0011-115.pdf</p>	<p>2016</p>	<p>Alba lucia Neira Burneo</p>	<p>El desarrollo sustentable ha generado mucho interés en todos los campos del conocimiento. En ingeniería, arquitectura y urbanismo es un tema que influye directamente en los procesos de diseño, construcción, tecnología y funcionamiento de las edificaciones; por esta razón, es muy importante su estudio desde el punto de vista de los arquitectos y constructores. El presente trabajo analiza la implementación de los conceptos de sustentabilidad aplicados en los diseños y procesos constructivos de la urbanización BELLAMANS del Distrito Metropolitano de Quito, los mismos que son evaluados para llegar a determinar los beneficios y la aplicabilidad en proyectos futuros. La construcción de proyectos urbanísticos con sistemas autosustentables aplica los criterios del desarrollo sustentable en el manejo de los recursos naturales, económicos y humanos, de tal forma que se reduzca el impacto ambiental, los gastos energéticos, el consumo de agua y que se logre, por consecuencia, un mejoramiento del confort al interior de las viviendas, respetando el entorno inmediato, es decir, el sitio o lugar de la implantación de proyecto. Para cumplir con este objetivo, la presente investigación brinda una herramienta acoplada a las necesidades de nuestra realidad, que controle y maneje los factores intervinientes en los procesos constructivos con criterios sustentables básicos e incorpore al proceso de diseño y construcción, una orientación ecológicamente responsable</p>	<p>Proponer una Guía Básica para facilitar el diseño y la implementación de sistemas constructivos autosustentables en Proyectos Urbanísticos de la Ciudad de Quito, mediante la determinación de criterios de evaluación para reconocer los principios y parámetros enfocados al desarrollo urbano, ambiental y social sustentable, utilizando el proyecto BELLAMANS como ejemplo para determinar los beneficios y la aplicabilidad a este tipo de proyectos.</p>	<p>Se aplica una metodología de evaluación cualitativa y cuantitativa de fácil aplicación como. Con la información recopilada se formula una guía para implementar los sistemas autosostenibles en Quito.</p>	<p>se pudo percibir que, para los diseños sustentables se presentan varias dificultades, ocasionadas por no disponer de los espacios adecuados o ideales, ni con el equipamiento necesario para el manejo de las aguas, por lo cual no se pueden aprovechar todas las energías que la naturaleza otorga, además del encarecimiento del proyecto al implementar tecnologías nuevas, por esta razón, el caso de estudio se ajustó a la utilización de recursos existentes en el país. las personas que intervienen en las diferentes fases de un Proyecto Autosustentable, deben estar muy conscientes y comprometidas con los principios de la protección a los ecosistemas, la participación social y el desarrollo económico equitativo, que son los tres pilares fundamentales de la Sostenibilidad.</p>	<p>Este proyecto es de gran ayuda y un buen aporte teórico ya que, muestra las construcciones sustentables vista desde el punto de vista de otro país.</p>
---	--	-------------	--------------------------------	---	--	---	--	--

Nota. Representa los algunos de los documentos base para la recopilación de información.

Fuente: elaboración propia

Método

Entendiendo que es el conjunto de tareas o procedimientos y de técnicas que deben emplearse, de una manera coordinada, para poder desarrollar correctamente y en su totalidad las etapas del proceso de investigación. (INTERNACIONAL & CALDUCH, 2014) Al comprender esta definición De esta definición se desprende claramente que el método de investigación aunque incluye los métodos científicos, no queda reducido a ellos. Por el contrario, el método de investigación incluye tareas como la selección del tema o la difusión de los resultados que, en sentido estricto, no constituyen parte de los métodos científicos. Además, el método de investigación está directamente condicionado por el tipo de investigación que se realiza, lo que supone que los métodos científicos sólo resultan relevantes para las investigaciones científicas y académicas.

Tipo y diseño de estudio

Para el presente estudio se va manejar un método mixto (MM), el cual combina la perspectiva cuantitativa (cuanti) y cualitativa (cuali) en un mismo estudio, con el objetivo de darle profundidad al análisis cuando las preguntas de investigación son complejas. (education & Hamui Sutton, 2013). Los MM utilizan diversas fuentes de información que se combinan de diversas maneras para sustentar análisis más comprensivos, acerca de la problemática educativa planteada. La investigación con MM va más allá de la suma de lo cuanti y lo cuali, en el proceso de interfase entre ellos se van subsanando las limitaciones de ambos, al mismo tiempo que se dibuja un panorama más amplio que fortalece la validez de la interpretación de los resultados (Creswell & Plano Clark , 2011).

La investigación no es experimental, ya que no busca trabajar con variables que lleguen a dar respuesta a una hipótesis, lo que hace que sea un estudio de tipo descriptivo. Las variables que se manejan son ubicación, tipo, características, entre otros, información que puedan dar un contexto real del estudio.

Es por eso que la investigación llevara a cabo primero una la recolección de información de las características constructivas de cada edificio, después un análisis de las mismas y por ultimo empleando la metodología de (Kunz & Fischer, 2012) usando una representación sistemática se identificaran las consideraciones sustentables.

Participantes o fuentes de datos

Para desarrollo de la investigación se analizaron 3 tipos de edificaciones sustentables:

- **BD Bacatá:** está ubicado en la calle 19 No. 5-20 y es el complejo arquitectónico más ambicioso que se construye actualmente en Colombia y que se posicionará como el nuevo ícono de la renovación del centro de Bogotá. Se trata de un rascacielos compuesto por dos torres, una de ellas la más alta de Colombia, con 66 pisos, 260 metros de altura y 114.384 m² de construcción total. (Claros, 2012)
- **Kubik Virrey:** esta ubicado en la calle 87 No. 19 C – 41 conocido como un desarrollo de carácter residencial en Bogotá, que se caracteriza por ser el primer proyecto que cuenta con el reconocimiento de la certificación LEED en categoría Gold. Teniendo como su mayor estrategia el uso adecuado de agua. (Garavito, AXXIS, 2019)
- **Edificio Terpel:** esta ubicado en la carrera séptima con calle 75, es un edificio de una multinacional el cual se caracteriza por tener grandes ventanales y curvas a base de madera, es un edificio que cuenta con una fachada diferente a lo que se puede encontrar en la capital. Esta obra tenía como objetivo construirse con menos material que una obra tradicional esto sin comprometer la seguridad y calidad de la obra, Además que los materiales pudieran estar a la vista, como se puede ver en la Imagen 1 que muestra la fachada de la edificación. (Torres, 2017)

Para obtener la información acorde con la investigación los autores que se tomaran en cuenta serán quienes en su autoría cumplan con los criterios para dar respuesta a la pregunta problema o están relacionados con los objetivos planteados. Se tendrán en cuenta artículos, documentos, informes, paginas web científicas, blog y todo lo que sea necesario y que cumpla con los parámetros de la investigación y de este modo permitan ampliar el rango de información.

Recolección de datos

Como se mencionó anteriormente, la metodología planteada es de tipo mixto y bajo el diseño de investigación, presentando a continuación las fases detalladas propuestas.

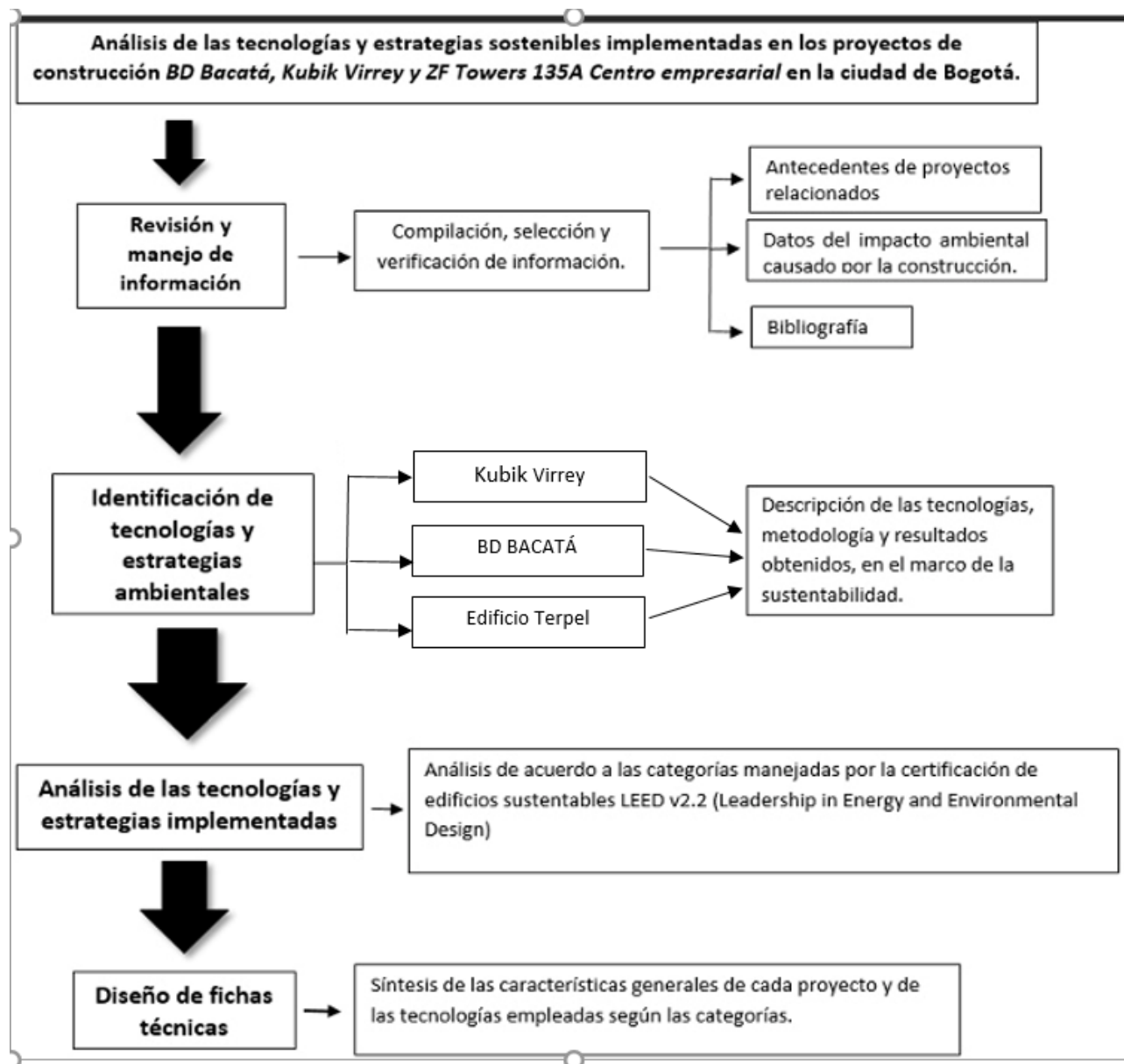
Fase I – Revisión y manejo de información: En esta fase se realiza una compilación de información que abarca todo lo necesario para poder establecer los conceptos base para entrar en el tema, todo lo relacionado con los impactos causados de la construcción en el medio ambiente y la de implementar estas tecnologías en las construcciones.

Fase II – Identificación de tecnologías y estrategias ambientales: Se describe cada una de las tecnologías, el método, las estrategias y el funcionamiento de sostenibilidad en cada uno de los proyectos. Se hace un énfasis en aclarar la metodología empleada.

Fase III – Análisis de las tecnologías y estrategias implementadas: Por medio de las categorías de sostenibilidad de la certificación LEED se procede a realizar un análisis minucioso de cada una en cada proyecto. Se identifica si cumplen con las categorías y determinar que tecnologías están aptas para certificación y cuales no lo están.

Fase IV – Diseño de fichas técnicas: Habiendo establecido y analizado las tecnologías, se realizan unas fichas técnicas, con una síntesis de la información por cada proyecto para evidenciar las estrategias que más resaltan.

Figura 5 Diagrama metodológico del proyecto



Nota. Representa una síntesis de las fases de la metodología del proyecto.

Fuente: elaboración propia

Análisis

Para llevar a cabo el análisis de los resultados obtenidos en la investigación es necesario no perder de vista las fases planteadas, ya que basados en ellas se hará la retroalimentación.

Es decir; la fase I (Recopilación de datos) permitirá dar a conocer todas las características, condiciones, y especificaciones de los edificios, desde los materiales empleados para su elaboración hasta la importancia de su construcción. En la fase II (Identificación de tecnologías) se hallaran las tecnologías sostenibles ambientales empleadas en la edificación, la justificación y los beneficios que estas implican en el medio ambiente. La fase III (Las tecnologías sostenibles relacionada con la certificación LEED) permitirá relacionar las categorías que se evalúan para la certificación LEED con las tecnologías halladas en la fase anterior, justificando así aquellas construcciones que cuentan con dicha certificación. Seguido en la fase IV (Fichas técnicas) se sintetizara la información obtenida en las fases anteriores, evidenciando un resumen de las características mas representativas para dar una lectura puntual.

Resultados y hallazgos

Teniendo como base la pregunta de investigación, los objetivos y la aplicación del método propuesto; a continuación, se exponen los resultados obtenidos a través de la información recopilada.

Fase I – Revisión y manejo de información

Edificio BD Bacatá

Figura 6 Edificio BD Bacatá



Ubicación: Cl. 19 #6 – 31 Bogotá, Colombia

Arquitectura: Alonso & Balaguer

Constructora: PRABYC Ingenieros

Superficie Construida: 112847.0 m²

Inversión: 240 000 millones (COP)

Certificación: En proceso de postulación LEED NC, Gold. Consultor LEED: IDIEM.

Año Construcción: 2017

Uso: Oficinas y residencias.

El BD BACATÁ es un proyecto ambicioso que llegó a Bogotá para renovar el centro de la ciudad. La complejidad de esta obra requirió para su edificación, de la ayuda de ingenieros y arquitectos expertos en terrenos complicados (Infinity lab, 2015). Esta

edificación acogió lo descrito en la cartilla de manejo ambiental para el sector de la construcción, tomando como pilares principales el manejo eficiente del agua, control de emisiones atmosféricas y el manejo integral de residuos sólidos.

La rigurosidad del manejo ambiental de la obra contempla distintas áreas que van desde el manejo eficiente del agua, hasta el manejo integral de residuos, pasando por un control de emisiones de fuentes móviles. (NOT INGENIO, 2013).

Sitio sustentable.

Esta construido en el centro de la ciudad, ubicado en una zona de mucho flujo vehicular, con transporte público de fácil acceso, zona comercial y esto beneficia de tal manera de tal manera el retiro de residuos sólidos y material sobrante de obra.

Se tomaron medidas de mitigación para controlar la erosión y contaminación de la tierra y del ambiente durante el período de construcción y la posterior operación. Recuperación de terreno contaminado. Luces exteriores instaladas, las que se dispusieron de manera de evitar la contaminación lumínica hacia el cielo y los terrenos aledaños.

Eficiencia en el uso de agua.

En este proceso se controla el vertimiento de agua residual a las calles, calzadas, canales y alcantarillando. Además de una verificación diaria al estado de limpieza y mantenimiento de los sumideros aledaños con el propósito de evitar colmatación (acumulación de sedimentos) por material de arrastre.

A diario se reiteraba al personal de obra la importancia de reutilización del recurso hídrico, logrando llevar a la práctica hasta tres ciclos de uso del mismo. Por ejemplo, el agua de excavación de pilotes sirve luego para lavado de llantas de los vehículos antes de salir de la obra y/o humectación de las vías circundantes para su barrido y limpieza. (NOT INGENIO, 2013).

Energía y atmosfera.

Desde el proceso de construcción se llevaron a cabo medidas que mitigara la contaminación atmosférica como el humedecimiento previo de las superficies a limpiar

para el control de material particulado; protección de los materiales de construcción para evitar erosión y afectación a la salud de quienes trabajan en la obra y quienes están cerca de ella; identificación de las fuentes y generadores de ruido por encima de la línea base, para tomar las medidas de control pertinentes como insonorización o pausas de operación según normas internacionales.

En el edificio las plantas de energía permanecen en los primeros niveles y se envía la energía por medio de barras conductoras a las subestaciones eléctricas distribuidas en los niveles superiores.

Para el control de la temperatura y la iluminación, el edificio utiliza grandes ventanas con aislamiento para iluminar el interior. Al tomar ventaja de la luz natural, se estima una reducción prevista del 30 por ciento en el consumo de energía. Además, se llevaron a cabo estudios sobre el clima para mostrar las variables de distribución de la luz a lo largo del año, así como las temperaturas medias en Bogotá durante el último siglo. (Franco, 2013)

Materiales y recursos.

Las ventanas, paredes y placas del edificio están construidas en materiales que permitan conservar la temperatura adecuada para cada uso inmobiliario. Para integrar los componentes del edificio con el medio ambiente, se incluye la instalación de cobertura vegetal sobre la mayoría de las terrazas del proyecto BD Bacatá.

Utiliza materiales reciclados y materiales que son reciclables. Sus elementos resistentes están dotados de nuevas tecnologías de aumento de resistencia en el tiempo, basado en soluciones químicas no contaminantes. Se favoreció la utilización de materiales que fueran biodegradables, pensando en la demolición del edificio una vez cumplido el ciclo de vida.

Calidad del aire en el interior.

En el diseño también se tuvo en cuenta un estudio climático detallado en el que se involucraron variables tales como la distribución lumínica a lo largo del año y las temperaturas promedio del último siglo en Bogotá, de manera que se hizo posible la

eliminación del 50% del uso de aire acondicionado y de los sistemas de calefacción; de manera que las ventanas, paredes y placas del edificio estarán construidas en materiales que permitan conservar la temperatura adecuada para cada uso inmobiliario. (NOT INGENIO, 2013).

Respecto de las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), el edificio se encuentra totalmente libre de éstas, dado que los materiales usados para su construcción se escogieron precisamente con ese criterio.

Innovación del diseño.

La disposición estratégica de las ventanas, muros y losas de hormigón, permitirá que el edificio sea capaz de tomar ventaja de su entorno natural para controlar la temperatura ambiente tanto como sea posible.

Cuenta con la implementación de sistemas urbanos de drenaje sostenibles que mediante la captación y retención en condiciones adecuadas recogerá agua de lluvias y las reutilizará en sus labores de mantenimiento.

Edificio Kubik Virrey

Figura 7 Edificio Kubik Virrey



Fuente: (Garavito, Axxis arquitectura, 2019)

Ubicación: Calle 87 No. 19 C – 41 Bogotá, Colombia

Arquitectura: Kubik Lab

Constructora: Kubik Lab

Certificación: certificación LEED en categoría Gold

Año Construcción: 2015

Uso: residencias.

El edificio al que se refiere es Kubik Virrey I y II, el primer desarrollo de carácter residencial en Bogotá reconocido con la certificación LEED en categoría Gold. Ubicado sobre el parque El Virrey, al norte de la ciudad, su concepto arquitectónico gira sobre cómo involucrar el entorno al inmueble, cómo abrirlo hacia la naturaleza. “El parque es una joya”, afirma. Al poner a dialogar el proyecto con el parque, el arquitecto decidió hacerlo a través de una obra de arte. El artista Nicolás Cárdenas creó una roca de oro que dispuso en el primer piso, embebida dentro de la naturaleza mientras acompaña el acceso. Los bancos de concreto que conforman recintos dentro del antejardín difuminan los límites y ofrecen una interacción más cercana entre el interior y la ciudad. Esta íntima relación entre lo privado y lo público lo hizo también merecedor del premio Cemex al espacio colectivo. (Garavito, Axxis arquitectura, 2019)

Sitio sustentable.

El proyecto está ubicado en una zona previamente desarrollada y sin riesgo de inundación, alejado de cualquier área de humedal o zona protegida. Está localizado en un área de densidad residencial alta con acceso a un parque urbano, cercano a una gran variedad de servicios básicos y con disponibilidad de servicios de transporte público. Además se cuenta con un amplio número de parqueaderos para bicicletas. Estas características hacen que se promueva la actividad física de los residentes, que se desestime el uso del vehículo privado y que se reduzca la afectación ambiental debida a la emisión de gases de efecto invernadero. (Innovaciones Kubik Lab).

Eficiencia en el uso de agua.

Uno de los objetivos del proyecto es el adecuado uso del agua, por ello está instalado un sistema de alta eficiencia, se realiza captación de agua lluvia para riego y la descarga de sanitarios, además de cuenta con un tratamiento de aguas negras.

Las especies sembradas dentro del lindero del proyecto son nativas o adaptadas, lo cual se traduce en bajos requerimientos de riego. El bajo volumen que se requiere proviene también de agua lluvia recuperada como ya se mencionó.

Energía y atmosfera.

El proyecto esta enfocado en el ahorro energético, según un artículo de *arquitectura y empresa* se estima que en total es del 35% al 45% el ahorro que realiza en relación con una edificación tradicional-, no solamente en las áreas comunes, como los ascensores los cuales debido a sus máquinas sincrónicas ayudan a un ahorro energético del 30%, sino también dentro de los apartamentos, los cuales cuentan con un diseño inteligente, y por medio de un sistema de automatización amigable con el usuario, permite optimizar el uso energético apagando las luces de los espacios que no están siendo habitados. Es importante resaltar que el mecanismo de calefacción central es con base en agua y calderas, todas las luces son LED, y las estufas son de inducción.

Los ascensores elegidos, de doble acceso, suministrados por la empresa Righa, cuentan con máquinas sincrónicas que ayudan a un ahorro del 30 % en el consumo de energía. De igual forma, cuentan con un variador tipo VVVF –Variador de voltaje Variador de frecuencia–, que tiene una corriente variable y no constante. (Garavito, Axxis arquitectura, 2019)

Materiales y recursos.

Los materiales empleados en la construcción de la edificación contienen un porcentaje superior al 20% en contenido, como el concreto y el acero. De esta forma se promueven las practicas de reciclaje, reúso y desvío de materiales contaminantes. Además, la gran mayoría de los materiales y productos utilizados en obra fueron extraídos y manufacturados dentro de un radio de 800 km de proyecto, reduciendo las emisiones debidas al transporte, y apoyando la economía local.

El piso de los apartamentos es con la minas en bambú , el cual es un material rápidamente renovable (ciclo de renovación 7 años).

Calidad del aire en el interior.

Para garantizar una ventilación adecuada, el proyecto cumple los estándares establecidos, el cual cuenta con una ventilación para las áreas residenciales y las zonas comunes. El diseño funciona principalmente por el principio de ventilación cruzada, en el

cual se ubicaron varias ventanas en la diferentes fachadas del edificio garantizando el ingreso de aire exterior a cada uno de los espacios de los apartamentos y promoviendo la renovación del mismo, evitando problemas de salud de los ocupantes.

Los parqueaderos y los baños cuentan con un sistema de ventilación mecánico debido a que no están ubicados cerca a la fachada del edificio.

Además, el diseño arquitectónico permite espacios iluminados naturalmente, afectando en forma positiva la calidad de los espacios y garantizando la calidad del aire esta completamente prohibido el consumo de cigarrillo y similares al interior del edificio, inclusive en las áreas privadas de los arrendatarios/propietarios. Adicional a esto, esta también prohibido el consumo de cigarrillo en balcones y cubierta del edificio.

Innovación del diseño.

Durante la construcción del proyecto se implemento un Plan de Gestión Integral de Residuos Solidos que permitió lograr desvíos de residuos del relleno sanitario de mas del 90% del total producido durante la obra.

El proyecto cuenta con una política de manejo de residuos solidos en la operación a la cual deberán acogerse todos los arrendatarios/propietarios de los espacios de manera que se cumplan los requisitos de la misma.

Edificio Terpel

Figura 8 Edificio Terpel



Fuente: (Archivo Baq, 2012)

Ubicación: carrera séptima con calle 75 Bogotá, Colombia

Arquitectura: Esguerra Arquitectos

Certificación: certificación LEED Platinum

Año Construcción: 2016

Uso: oficinas

El edificio Terpel es un proyecto ubicado en Bogotá, destacado por su uso destinado a oficinas y su llamativo sistema de fachada. Desde su diseño, cuenta con una concepción muy diferente a los de una edificación tradicional, destacándose el concepto de brindar una vista completa a los materiales de construcción, con muros en concreto a la vista y ventanería de suelo a techo sin divisiones.

Esta obra tenía como objetivo construirse con menos material que una obra tradicional esto sin comprometer la seguridad y calidad de la obra.

Sitio sustentable.

Cuentan con un programa de incentivos en el cual prestan bicicletas a sus empleados para los trayectos casa – trabajo y viceversa.

Tiene una excelente localización central, conectividad con servicios de transporte público y accesibilidad peatonal a una serie de servicios básicos tales como supermercados, bancos, restaurantes, etc. Además cabe mencionar que el terreno estaba siendo utilizado por un antiguo edificio muy deteriorado.

Tiene estacionamientos preferenciales para vehículos de bajo consumo, número mínimo de estacionamientos exigidos. Para la techumbre y las terrazas, se utilizaron materiales blancos, para ayudar a evitar el efecto isla de calor. Y cuenta con un control y medición de las emisiones de polvo, ruido y gases generados durante la construcción.

Eficiencia en el uso de agua.

Este edificio además de hacer posible la coexistencia del hombre con el agua y la naturaleza sin que ninguno invada el espacio del otro, cuenta con una cubierta verde. Además de contar con planes de ahorro de agua y energía a través del reúso del recurso hídrico y ahorro de energía usando tecnologías eficientes.

Utiliza aparatos sanitarios de alta eficiencia, adicionalmente el agua lluvia se utiliza en los sanitarios y las necesidades de riego, esto aporta a un 70% de ahorro en el consumo de agua.

Energía y atmosfera.

El proyecto fue diseñado para aprovechar las condiciones climáticas de la ciudad, una selección rigurosa de los materiales de cubierta y fachada, un sistema de ventilación y confort optimizado, un diseño inteligente de iluminación, implementación de energías alternativas y una selección de equipos eficientes

La iluminación natural fue maximizada gracias al tamaño de las ventanas, protegiéndose de la radiación solar por medio de un vidrio ligeramente oscuro y la fachada de madera. Modelación del comportamiento climático, simulando las energías pasivas durante los 365 días del año. Muro cortina de cristal laminado, que disminuye considerablemente la carga térmica solar, lo cual permite ahorros en aire acondicionado. Sistema de climatización descentralizado mixto de volumen de refrigerante variable, en los cuales cada piso se climatiza según sus necesidades y cada oficina paga sus consumos particulares, lo cual incentiva el ahorro energético. Ascensores, que permiten recuperar la energía generada al frenar, la cual se re inyecta al sistema. Se estima un ahorro de 30% de energía, respecto a un edificio de iguales características. (Torres, 2017)

Materiales y recursos.

Estructura y punto fijo en concreto a la vista, ventanería en acero de suelo a techo con vidrios amplios y sin divisiones, y un tejido en madera superpuesto a los dos elementos mencionados.

El primer piso es generoso con la ciudad, transparente hacia el patio posterior. El edificio se posa sobre un jardín, mitad en agua, mitad en tierra, a manera de humedal, y el gran hall queda inmerso en este paisaje urbano, interno y externo. El edificio de oficinas se proyecta como una planta libre, con pantallas en concreto en el perímetro y un punto fijo de cuatro ascensores en el costado occidental con iluminación natural.

La fachada de madera está compuesta por tres matrices distintas de curvatura, que colocándolas en su posición inversa o invertida dan las múltiples posibilidades que se refleja en el orden aleatorio de la fachada. (Archivo Baq, 2012)

Calidad del aire en el interior.

Cuenta con un sistema de ventilación natural donde el aire renovado enfría a su vez los espacios internos impidiendo que estos se sobre calienten debido al calor del ambiente.

El primer piso y la cubierta verde contribuyen a reducir la onda de calor atmosférica generada por las superficies asfaltadas y las cubiertas que reflejan la radiación solar sin atenuantes.

Monitoreo y control de las demandas eléctricas del proyecto. Integración de climatización e iluminación por medio de un sistema de control. Instalación de iluminación de bajo consumo, la cuales cuentan con sistema de dimerización. Se espera ahorrar hasta un 60% de energía eléctrica en iluminación.

Innovación del diseño.

Además para esta obra se utilizaron pinturas inocuas a la capa de ozono sin contenido de metales pesados, Cuenta también con paneles de yeso para las paredes que fueron fabricados con papeles 100% reciclados. El mayor atractivo que tiene este edificio es el primer piso en la recepción donde hay un acuario gigante que alberga peces y rinde homenaje a los humedales de la ciudad. (Torres, 2017).

Fase II – Identificación de tecnologías y estrategias ambientales

En esta fases se brindará una descripción detalla de cada una de las tecnologías que tienen los 3 proyectos en estudio, en cada una de sus categorías y de las posibles variantes que posee cada una de ellas. Además, se analizarán las características comunes que se presentan en los distintos edificios.

Sitio sustentable.

La determinación de la ubicación del edificio es un aspecto central en la construcción sustentable y a menudo no es tenida en cuenta. Es necesario tener en cuenta que no siempre la mejor opción es elegir un lugar con total ambiente natural, ya que para la elección del sitio es necesario analizar ciertas características, como la cercanía a transporte publico, a zonas de comercio, entre otros.

Dado lo anterior, es que se debe buscar una localización urbana o suburbana cercana a vías de comunicación, buscando mejorar y fortalecer la zona. Que facilite la movilidad, ya sea en transporte público, en vehículo o en bicicleta.

Recuperación de Terrenos

Existen numerosos terrenos que fueron anteriormente utilizados para fines comerciales o industriales y simplemente fueron abandonados o se encuentran contaminados con desechos peligrosos, debido a lo cual actualmente están en desuso. Por ello, es que muchos proyectos realizan una evaluación de costos y beneficios frente a la posibilidad de desarrollar dichos terrenos que generalmente tienen un valor menor a un terreno en uso o no contaminado.

En dicha evaluación se deben incluir los precios de los estudios que permiten analizar el nivel de daño de los terrenos y el monto de las labores de recuperación de éstos. Los resultados que se logran a través de esta estrategia, es disminuir la amenaza de desarrollo de suelos aún en estado natural, volviendo a habilitar terrenos que de manera contraria estarían inutilizados en forma permanente.

Alta Densidad de Construcción

Se define como la densidad de construcción (m^2/ha), al coeficiente entre la superficie del proyecto (m^2) y la superficie total de terreno (ha). Los beneficios de tener un proyecto con un alto índice de densidad de construcción radica en un aprovechamiento más eficiente de toda la infraestructura existente: agua potable, telefonía, alcantarillados, redes eléctricas, obras viales y lugares de uso público, lo que se traduce además en importantes ahorros en los costos de inversión inicial del proyecto. (Torres, 2017)

Transporte Alternativo

Los usuarios de los proyectos tienen necesidades de transporte, las cuales se deben satisfacer en forma adecuada para que éstos no provoquen un aumento en la contaminación ambiental. Un importante número de los usuarios de los edificios dejará de trasladarse en vehículos particulares si se facilita el acceso al transporte público, se provee de instalaciones para ciclistas y se incentiva el uso de vehículos de bajo consumo.

Las estrategias que se emprenden con este propósito se centran en: Acceso al transporte público. Se espera que el proyecto se ubique en las cercanías de paraderos de transporte público y líneas del metro, para que éstas permitan satisfacer en forma adecuada las necesidades de transporte de sus usuarios, las cuales se deben conocer por medio de un análisis en base al perfil de los usuarios del edificio. En caso de no ser posible lo anterior se debe disponer de buses de acercamiento al transporte público.

Análisis y discusión

Las metodologías en relación a sitio sustentable se desarrollan dependiendo del tipo de uso del terreno. Los proyectos instalados en terrenos urbanos ya desarrollados pondrán más énfasis en prevenir el efecto Isla de Calor, lograr conectividad a servicios y transporte público, mientras que los proyectos instalados en zonas más rurales sin desarrollar, se ocuparán de aspectos como prevenir la pérdida de cubierta vegetal, proteger el hábitat y evitar la intervención del terreno.

Eficiencia en el uso de agua.

Aproximadamente el 97,5 % del agua sobre el planeta es agua salada, lo que solo deja el 2,5 % como agua fresca. Dos tercios de ésta se encuentra congelada en los polos y glaciares, los cuales se están derritiendo rápidamente debido a los efectos del calentamiento global. El resto del agua fresca sin congelar se halla como agua subterránea, con sólo una pequeña fracción presente sobre la tierra o en el aire. Aunque el agua fresca es un recurso renovable, el suministro de ésta disminuye constantemente, pues los consumos han aumentado en gran manera durante el último siglo. Desde 1900 la población del mundo se ha duplicado, mientras la cantidad de agua fresca utilizada se ha incrementado seis veces (Bloch, 2004.).

Dado estos antecedentes es que la eficiencia en el uso de agua es un punto de interés en la construcción sustentable.

Manejo de Aguas Lluvias

Se debe realizar un manejo de las aguas lluvias para mantener bajo control la perturbación de los cursos naturales tanto en cantidad como calidad. Siendo estos dos ítems en los que se centran las metodologías de manejo. El control de la cantidad se logra disminuyendo las superficies impermeables del proyecto, de forma de incrementar las

infiltraciones in-situ. Las técnicas utilizadas con este fin sirven a modo de filtro y permiten simultáneamente el control de la calidad del flujo de agua.

- **Pavimento permeable:** es un concreto de alto desempeño fabricado en base a cantidades controladas de cemento, agregado grueso, agua y aditivos. Éste no contiene arena, lo que crea un sistema de vacíos interconectados altamente permeable que drena con rapidez. El concreto permeable tiene entre 15% y 25% de estructura de vacío, lo que permite el paso de entre 120 a 320 litros de agua a través de cada metro cuadrado, con una tasa de flujo típica de 3,4 mm/s. Esta tasa de flujo es mayor que el generado durante cualquier evento de lluvia, lo que permite al agua fluir a través de este. Por lo tanto, cuando se usan pavimentos de concreto permeables, la totalidad del agua de lluvia se filtra al suelo, recargando la capa freática natural en lugar de fugarse y causar erosión.
- **Trincheras de infiltración:** consisten en un sistema formado por dos tuberías perforadas o a junta suelta de 10 cm de diámetro, las cuales se ubican una sobre la otra en un lecho de grava. Entre los dos lechos se deposita una capa de arena gruesa de 60 cm. de espesor aproximadamente. El agua infiltrada por la grava se depositará en las tuberías, las cuales al tener una pequeña pendiente (0,5- 0,15) llevarán el flujo hasta un curso de agua o a otro sector donde estas se deseen infiltrar.
- **Techos Verdes:** consisten básicamente en revestir total o parcialmente la cubierta de un edificio con vegetación. El sistema consiste en la instalación de elementos especialmente confeccionados para dicho propósito. A pesar de ser un sistema constructivo excepcional, en el mercado se puede encontrar una gran variedad de productos que permiten conformar el sistema, compuesto principalmente por una membrana impermeabilizante, capas drenantes, sustratos y vegetales.

Utilización de especies vegetales que no requieren riego

Una de las estrategias más utilizadas es la realización de un análisis de clima y ubicación para efectuar una elección de especies nativas o adaptadas que necesiten la menor cantidad de agua posible y se adapten a las condiciones del terreno, además de la utilización de zonas mixtas de vegetación con árboles y arbustos para otorgar zonas de sombra donde se mantenga la humedad y evitar la evaporación del agua de riego. También

se utilizan para este fin los denominados cubre-suelos, que consisten en materiales inertes que se extienden en grandes áreas de paisajismo y mantienen la humedad natural del terreno y no necesitan riegos.

Reducción del uso de agua en sanitarios

Los sanitarios (W.C.) convencionales consumen en promedio 6 litros por descarga, mientras que los equipos de doble descarga poseen un sistema de dos botones: el primero activa el empleo de un estanque de 4 litros, mientras que el segundo activa uno de 6 litros. Se activará uno u otro, dependiendo de los residuos que se quiera eliminar.

Análisis y discusión

Todos los edificios, cuentan con un diseño de paisajismo de gran superficie, que cuenta con especies autóctonas, las que tienen escasas o nulas necesidades de riego, lo cual delata sus intenciones de mantener un entorno natural agradable para sus ocupantes y beneficiar el medio ambiente, pero de la misma forma preocupados para que esto no signifique un gasto excesivo o innecesario de agua.

La implementación de sistemas de grifería eficiente y sanitarios de doble descarga, son un factor común en la totalidad de los proyectos, esto en cierto modo se debe a lo muy difundido que han sido los beneficios de estas tecnologías en el último tiempo. Incluso en nuestro país se está evaluando la aplicación de un sello de eficiencia hídrica, dado que algunos estudios realizados por el mencionado centro “Observatorio de ciudades UC” indican que la utilización de artefactos eficientes domiciliarios solo en Santiago, aportarían un ahorro de 100.000.000 m³ anuales de agua, equivalente a 61 mil millones de pesos (19% del gasto total anual al año).

En general, las consideraciones relacionadas con el consumo eficiente de agua se centran en disminuir los consumos propiamente tal y en reutilizar los caudales consumidos antes de eliminarlos.

Energía y atmosfera.

La industria de la construcción consume aproximadamente el 30% de la energía generada anualmente a nivel mundial. Dicho consumo se realiza tanto en la etapa de construcción como en la operación de los proyectos. La generación de energía por medio de

combustibles fósiles impacta el medioambiente por diversos canales, tanto como en su extracción, transporte, refinamiento y distribución.

Los objetivos de la construcción sustentable en este sentido se enfocan principalmente en establecer detalladamente el consumo energético del proyecto y optimizarlo, junto con promover fuentes de energía renovable. Los edificios que logran un mejor comportamiento energético, además de disminuir el impacto en el medio ambiente, obtienen importantes ahorros en sus gastos operacionales, dado que día a día aumenta la competencia mundial por el suministro de combustibles, especialmente los de origen fósil.

Diseño Solar Pasivo

Las ventanas, paredes y pisos de un edificio pueden ser diseñados para recoger, almacenar y distribuir la energía solar en forma de calor durante el invierno y rechazar el calor solar en verano. Esto es el llamado diseño solar pasivo, el cual a diferencia de los sistemas activos de energía solar, no utiliza dispositivos mecánicos ni eléctricos, tales como bombas, ventiladores, o controles eléctricos para obtener o distribuir el calor solar.

La base en el diseño de un proyecto solar pasivo es aprovechar al máximo su clima local. Este diseño puede aplicar técnicas fácilmente cuando corresponde a un nuevo edificio. Sin embargo, los edificios existentes también pueden ser readaptados para captar y almacenar pasivamente el calor solar.

Para realizar un diseño solar pasivo, es necesario incorporar los que se consideran los cinco elementos de diseño solar pasivo.

- **Colector (Apertura):** Ventana por donde la luz entra en el edificio. Por lo general, la apertura no debe estar a la sombra de otros edificios o árboles entre las 9 a.m. y 3 p.m. durante la temporada de calefacción. Ya que son las horas de mayor soleamiento.
- **Absorbedor:** La superficie dura y de preferencia opaca del elemento de almacenamiento. Esta superficie que podría ser la de un muro de mampostería, piso o la de un recipiente con agua que se ubica en la trayectoria directa de la luz solar.
- **Masa térmica:** Los materiales que retienen o almacenan el calor producido por la luz solar. La diferencia entre el absorbente y masa térmica, aunque a menudo

corresponden al mismo elemento, es que el absorbente es la superficie expuesta mientras que la masa térmica es el material por debajo o detrás de esa superficie.

- **Distribución:** Método por el cual circula el calor desde los puntos de almacenamiento a diferentes áreas del recinto. Un diseño pasivo utilizará las tres formas de transferencia de calor; conducción, convección y radiación.
- **Control:** Aleros del techo se puede utilizar para sombrear el área de apertura durante los meses de verano. Otras aberturas operables pueden restringir el flujo de calor en época estival, también se recomienda el uso de persianas y toldos exteriores.

Iluminación LED

El diodo emisor de luz (LED) es una de las formas más eficientes de iluminación. Esta tecnología es más durable, y ofrece mejor calidad de luz que cualquier otro tipo de iluminación. La iluminación LED es muy diferente de otras fuentes de luz como las bombillas incandescentes y lámparas fluorescentes compactas. Las diferencias fundamentales son que el sistema LED es una fuente de luz monocromática que emiten varios colores (excepto el blanco), son direccionales casi como una linterna y no emiten calor. En comparación, las bombillas incandescentes liberan el 90% de su energía como calor.

Envolvente

El diseño de la envolvente del edificio es un punto de gran importancia, ya que esta ofrece la resistencia al flujo de calor. Mientras mayor sea la resistencia a este flujo, mayor será el ahorro en calefacción y refrigeración. El calor fluye naturalmente de un sector de alta temperatura a un espacio más fresco. En el invierno, este flujo de calor se mueve directamente de todos los espacios habitables que se calientan hasta los espacios fríos. El flujo de calor también puede moverse indirectamente a través de techos interiores, paredes y pisos donde hay una diferencia de temperatura. Actualmente, en nuestro país la forma de aislar la envolvente de los edificios se realiza por la cara exterior, ya que estos sistemas tienen una mejor eficiencia, una mayor facilidad de instalación y protege los muros de los factores climáticos.

Análisis y discusión

Las metodologías empleadas en relación al diseño solar pasivo, son el diseño de orientación y forma para aprovechar de mejor manera la radiación solar como medio de climatización en los meses fríos y con medidas de control como aleros, toldos y persianas durante la temporada estival. Los 3 proyectos emplearon esta medida.

La envolvente de los edificios es un tema de gran importancia en los tres proyectos estudiados, a pesar de que se encuentran en una ciudad fría, por su estructura ubicación reciben los rayos del sol directos durante el día y esta medida les ayuda a reducir la incomodidad que esto causa.

Respecto a la iluminación, en general en nuestro país la utilización de iluminación eficiente pasa por el uso de ampollitas fluorescentes y lámparas del tipo HID, sin embargo los proyectos sustentables analizados usan en su mayoría la tecnología LED en sus instalaciones, dadas las características de éstas, y asumiendo el gran costo económico inicial de éstas que es rápidamente recuperado, debido al uso intensivo al que están sometidas en los edificios, principalmente en los de uso comercial.

Materiales y recursos.

Aunque es conocido que las actividades de procesado de materias primas y la fabricación de los materiales generan un alto costo energético y medioambiental, no ha resultado fácil introducir nuevas estrategias que permitan cambiar el actual sistema de construcción y la utilización irracional de los recursos naturales, donde las prioridades de reciclaje, reutilización y recuperación de materiales, no han sido tomadas en cuenta y sólo en los últimos años han estado posicionándose con más importancia.

Debido a lo anterior es que se hace necesario reconsiderar esta preocupante situación de crisis ambiental, buscando la utilización racional de materiales que cumplan sus funciones sin menoscabo del medio ambiente. Conocido es que los materiales de construcción inciden en el medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción y procesado de materias primas, hasta el final de su vida útil; es decir, hasta su tratamiento como residuo; pasando por las fases de producción o fabricación del material y por la del empleo estos materiales en la edificación.

En este contexto es que los edificios sustentables cuentan con algunas metodologías que les permiten tener un mejor desempeño en este sentido. Estas se centran principalmente en: reutilización de materiales, utilización de materiales con contenido reciclado, reciclaje de residuos generados, utilización de materiales de origen regional, uso materiales de renovación rápida, y uso de madera certificada.

Reutilización de Materiales

La intención de esta estrategia es reducir el uso total de materiales nuevos en un edificio, reduciendo así la demanda por materiales vírgenes, y ayudando a disminuir la cantidad de desechos generados por la construcción y los costos asociados a la extracción y procesamiento de materias primas y recursos vírgenes. La estrategia consiste en incorporar en la construcción materiales o elementos constructivos de 2ª mano o reacondicionados, provenientes de los desechos de demolición, generalmente de otros edificios, de modo que estos pasen a formar parte del nuevo proyecto. Generalmente los edificios estudian en la etapa de diseño del proyecto la opción de incorporar materiales con estas características.

Dichos materiales pueden corresponder a elementos de terminación como revestimientos de muros, pisos, puertas, ventanas, molduras u otros elementos estructurales como vigas y pilares de madera o metálicos.

Utilización de Materiales Con Contenido Reciclado

Esta estrategia incrementa la utilización de materiales de construcción que incorporen contenido reciclado, de manera de reducir los impactos asociados a la extracción y procesamiento de estos. Estas acciones se llevan a cabo estableciendo como objetivo del proyecto la especificación de materiales con contenido reciclado e identificando aquellos materiales que son factibles de conseguir en el mercado local, de esta forma se favorecerá la industria que incorpora el reciclaje en sus procesos productivos.

Algunos ejemplos de materiales con contenido reciclado son: cubiertas encimeras con vidrio reciclado, acero estructural reciclado, cubiertas de linóleo con plásticos reciclados y cemento Pórtland con agregados de cenizas.

Reciclaje de Desechos

Este proceso se implanta con la intención de reducir los desechos generados durante la operación del edificio que son llevados a los rellenos sanitarios. Por lo general se habilita un área de fácil acceso que permita la recolección y almacenaje de los materiales a reciclar, entre los que se encuentran vidrio, papel, cartón, plásticos y metales.

Uso de Madera Certificada

La certificación de la madera es una iniciativa que combina la auditoría de las prácticas forestales con el seguimiento de los productos que salen del bosque. Es un aval que garantiza al consumidor que los productos que adquiere han sido obtenidos de bosques bien gestionados desde un punto de vista económico, social y ambiental. De hecho, asegura que la compra de muebles, papel, tableros o carbón, entre otros, no ha contribuido a la destrucción de la masa arbórea que aún queda en la capa terrestre. Se estima que se pierden alrededor de 14 millones de hectáreas de zonas boscosas al año.

A todo ello contribuyen prácticas como la explotación abusiva, la tala ilegal, o la pérdida de la biodiversidad de las zonas verdes. Bajo estas perspectivas, parece evidente que una medida como la certificación de la madera, basada en criterios de sostenibilidad económicos y ambientales, ayudará a todos los sectores implicados en la explotación de los bosques a mantener sus negocios y a mejorar tanto su imagen como la salud de los bosques explotados. Frente a estos antecedentes es que los proyectos sustentables que necesiten insumos de madera deben obtenerlos de distribuidores que tengan productos certificados.

Análisis y discusión

La totalidad de los proyectos presentan metodologías similares, respecto a materiales y recursos, lo cual indica que éstos están al tanto de las implicancias negativas, que malas prácticas en este sentido podrían generar. Por lo tanto, sus preocupaciones se reflejan en tempranos compromisos de reciclaje de los residuos generados en la etapa de construcción y en la operación de los proyectos. Además a lo anterior, todos los diseños privilegian el uso de materiales reciclados, junto con materiales de origen regional.

Respecto al uso de madera certificada, en caso de necesitar de dichos materiales, como es el caso del proyecto “Edificio Terpel”, éstos se encargan a proveedores oficiales y registrados en alguna certificación de madera. Una metodología que destaca en el uso de materiales

reciclados corresponde al uso de acero estructural reciclado, lo cual significa importantes ahorros económicos y beneficios medio ambientales dados los enormes volúmenes de este material, usados a menudo en los proyectos de construcción.

Calidad del aire en el interior.

La calidad del aire de los ambientes, donde se desarrollan las actividades diarias, impacta directamente en la salud de las personas. La agencia de protección ambiental de Estados Unidos estima que las personas gastan alrededor del 90% de su tiempo en interiores, donde la calidad del aire puede ser muy inferior al que se tiene en el exterior. De ahí es que nace la necesidad de los proyectos sustentables de establecer estrategias y tecnologías que brinden una buena calidad del aire interior, permitan la eliminación de fuentes contaminantes internas, y aseguren la capacidad de control de las distintas variantes de confort en los recintos.

Incrementar los niveles de ventilación natural

Esta técnica se implementa con la intención de proporcionar aire fresco adicional para mejorar la calidad del aire interior y de esta forma alcanzar mejores niveles de confort, bienestar y productividad de los ocupantes. La estrategia más simple para lograr una adecuada ventilación natural, cuando las condiciones del entorno lo permiten, es la ventilación cruzada. Dicha estrategia consiste en generar aberturas estratégicamente ubicadas para facilitar el ingreso y salida del viento a través de los espacios interiores de los edificios, considerando de manera cuidadosa la dirección de los vientos dominantes. Siendo más precisos, la ventilación cruzada implica generar aberturas en zonas de alta y baja presión de viento de la envolvente arquitectónica.

Materiales de baja Emisividad

A menudo los materiales usados en la construcción de los edificios liberan algunos contaminantes que son tóxicos, irritantes y dañinos para el confort y salud, tanto de los instaladores, como de los futuros ocupantes. Debido a esto es que los adhesivos, pinturas y selladores usados en el edificio deben cumplir algunos requerimientos. Los más comunes contaminantes tóxicos son los compuestos orgánicos volátiles (COV), los cuales se convierten fácilmente en vapores o gases. Estos son liberados por disolventes, pinturas y otros productos utilizados en la construcción. La exposición a estos compuestos puede

causar en corto plazo mareos o reacciones alérgicas leves, pero en prolongados periodos de tiempo pueden llegar a causar graves lesiones neurológicas.

Fuentes contaminantes de aire interior

Existen fuentes contaminantes ubicadas dentro de los edificios, las cuales pueden ser perjudiciales para los ocupantes, por lo que es necesario tomar medidas para evitar la contaminación del aire interior. En los recintos donde se utilicen o se generen gases y productos químicos perjudiciales para la salud (estacionamientos, área de limpieza, lavanderías, salas de impresión) se deben realizar renovaciones de aire como mínimo de 0,15 m³ /min/m² para mantener las condiciones mínimas de confort (USGBC, 2006). Al mismo tiempo, se deberán diseñar las áreas antes mencionadas con sistemas de extracción aislados y alto nivel de filtración, además de mantener un aislamiento físico del resto de las áreas del edificio.

Análisis y discusión

En relación a la calidad del aire interior, los proyectos presentan consideraciones en común, en el sentido de usar materiales de baja emisividad, en la incrementación de niveles de ventilación y eliminar las fuentes internas de contaminación. El proyecto “Kubik Virrey” cuenta con una política interna de cero contaminantes de aire al interior, ya que no es permitido fumar en ninguna parte de las instalaciones.

Fase III – Análisis de las tecnologías y estrategias implementadas (Por medio de las categorías de sostenibilidad de la certificación LEED)

Una vez identificadas las tecnologías empleadas en cada edificación de estudio y basado en el proceso de certificación LEED, se realizó un análisis cualitativo para determinar una calificación final.

Esta evaluación consiste en tomar cada categoría que se estudió en la fase I, asignarle un porcentaje (%) de acuerdo a la importancia según criterio, estas a su vez tienen subcategorías que también tienen su % asignado. Una vez determinado el porcentaje, se procede a darle una calificación según lo identificado en la fase II y de este modo poder determinar su calificación, basado en el criterio presentado en la figura 9.

Figura 9 Calificación LEED

Calificación	% puntuación
EXCEPCIONAL	≥ 85
EXCELENTE	≥ 70
MUY BUENO	≥ 55
BUENO	≥ 45
CORRECTO	≥ 30
SIN CLASIFICAR	< 30

En la figura 10 se logra ver la evaluación y calificación dada a cada categoría del edificio BD BACATÁ

Figura 10 Análisis de tecnologías BD BACATÁ

BD BACATÁ			
CATEGORIA		PONDERACIÓN MEDIOAMBIENTAL (%)	PUNTUACIÓN (%)
SITIO SUSTENTABLE		12,5	9,8
	Protección suelo	4,5	3,8
	Acceso a transporte publico de calidad	4	4
	Instalaciones para bicicletas	2	2
	Vehículos sostenibles	2	0
EFICIENCIA Y USO DE AGUA		20	15
	Reducción consumo de agua en el exterior	6	4
	Reducción consumo de agua en el interior	6	6
	Contadores de agua	3	1
	Reutilización y reciclaje de agua	5	4
ENERGIA Y ATMOSFERA		18,5	15,8
	Emisiones de CO2	4	3
	Optimización de la eficiencia energética	3,5	3
	Contadores auxiliares de energía	2	1,5
	Sistemas de construcción energético - eficiente	4	4
	Energía verde y compensaciones de carbono	2	1,8
	Producción de energía renovable	2	1,5
	Mínima eficiencia energética	1	1
MATERIALES Y RECURSOS		23	21
	Almacenamiento y recogida de reciclables	8	6
	Planificación de la gestión de residuos de construcción y demolición	12	10
	Aprovisionamiento Responsables de Materiales	4	3

	Reducción del impacto en el ciclo de vida del edificio	3	2
CALIDAD AIRE INTERIOR		15	11,9
	Mínima eficiencia de la calidad del aire interior	2	2
	Control ambiental del humo del tabaco	6	5
	Materiales de baja emisión	4	3,5
	Iluminación interior	2	1
	Eficiencia acústica	1	0,4
INNOVACIÓN		11	5
	Novedades sostenibles	6	5
	Certificación LEED	5	0
TOTAL		100	78,5

Elaboración propia

El resultado fue de 78,5% dado como resultado una calificación de Excelente, lo que evidencia que tiene buenas tecnologías incorporadas que minimizan el impacto ambiental como construcción sostenible.

Figura 11 Análisis de tecnologías KUBIK VIRREY

KUBIK VIRREY			
CATEGORIA		PONDERACIÓN MEDIOAMBIENTAL (%)	PUNTUACIÓN (%)
SITIO SUSTENTABLE		12,5	10,8
	Protección suelo	4,5	4
	Acceso a transporte público de calidad	4	3,8
	Instalaciones para bicicletas	2	2
	Vehículos sostenibles	2	1
EFICIENCIA Y USO DE AGUA		20	17
	Reducción consumo de agua en el exterior	6	5
	Reducción consumo de agua en el interior	6	6
	Contadores de agua	3	2
	Reutilización y reciclaje de agua	5	4
ENERGIA Y ATMOSFERA		18,5	16,8
	Emisiones de CO2	4	3,5
	Optimización de la eficiencia energética	3,5	3
	Contadores auxiliares de energía	2	1,5
	Sistemas de construcción energético - eficiente	4	4
	Energía verde y compensaciones de carbono	2	2
	Producción de energía renovable	2	1,8

	Mínima eficiencia energética	1	1
MATERIALES Y RECURSOS		23	20
	Almacenamiento y recogida de reciclables	8	6
	Planificación de la gestión de residuos de construcción y demolición	12	9
	Aprovisionamiento Responsables de Materiales	4	3
	Reducción del impacto en el ciclo de vida del edificio	3	2
CALIDAD AIRE INTERIOR		15	12,9
	Mínima eficiencia de la calidad del aire interior	2	2
	Control ambiental del humo del tabaco	6	5
	Materiales de baja emisión	4	3,5
	Iluminación interior	2	2
	Eficiencia acústica	1	0,4
INNOVACIÓN		11	10
	Novedades sostenibles	6	5
	Certificación LEED	5	5
TOTAL		100	87,5

Elaboración propia

En la figura 11 se analizan las tecnologías del edificio Kubik Virrey dando como resultado **87,5%** dando como resultado una calificación Excepcional, y esto es debido a que cumple en su mayoría con todas las categorías con posibilidades de seguir mejorando.

Figura 12 Análisis de tecnologías EDIFICIO TERPEL

EDIFICIO TERPEL			
CATEGORIA		PONDERACIÓN MEDIOAMBIENTAL (%)	PUNTUACIÓN (%)
SITIO SUSTENTABLE		12,5	10,2
	Protección suelo	4,5	4,2
	Acceso a transporte público de calidad	4	4
	Instalaciones para bicicletas	2	2
	Vehículos sostenibles	2	0
EFICIENCIA Y USO DE AGUA		20	15,5
	Reducción consumo de agua en el exterior	6	4,5
	Reducción consumo de agua en el interior	6	5
	Contadores de agua	3	2
	Reutilización y reciclaje de agua	5	4

ENERGIA Y ATMOSFERA		18,5	18
	Emisiones de CO2	4	4
	Optimización de la eficiencia energética	3,5	3,5
	Contadores auxiliares de energía	2	1,5
	Sistemas de construcción energético - eficiente	4	4
	Energía verde y compensaciones de carbono	2	2
	Producción de energía renovable	2	2
	Mínima eficiencia energética	1	1
MATERIALES Y RECURSOS		23	22
	Almacenamiento y recogida de reciclables	8	6
	Planificación de la gestión de residuos de construcción y demolición	12	11
	Aprovisionamiento Responsables de Materiales	4	3
	Reducción del impacto en el ciclo de vida del edificio	3	2
CALIDAD AIRE INTERIOR		15	13,5
	Mínima eficiencia de la calidad del aire interior	2	2
	Control ambiental del humo del tabaco	6	5
	Materiales de baja emisión	4	3,5
	Iluminación interior	2	2
	Eficiencia acústica	1	1
INNOVACIÓN		11	10
	Novedades sostenibles	6	5
	Certificación LEED	5	5
TOTAL		100	89,2

Elaboración propia

La figura 12 evidencia el análisis del edificio Terpel, obteniendo como resultado un 89.2% teniendo una calificación Excepcional como la del edificio Kubik Virrey, ya que son las dos estructuras que cuentan ya con una certificación LEED.

Fase IV – Diseño de fichas técnicas

En esta fase se presentan las fichas técnicas resumen de cada edificación, para dar un acceso a la información más importante y relevante investigada y analizada en cada una.

Figura 13 Ficha técnica BD BACATÁ

EDIFICIO BACATÁ	
UBICACIÓN: Cl. 19 #6 – 31	FECHA CONSTRUCCION: 2017
REGISTRO FOTOS	
	
CARACTERÍSTICAS: <ul style="list-style-type: none"> • Se encuentra en el centro de Bogotá con un fácil acceso al servicio de transporte público. • Es una edificación empleada para oficinas, hotel, apartamentos, área comercial y parqueaderos. • Está catalogado como uno de los edificios más altos del país. 	
TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES: <ul style="list-style-type: none"> • Uso eficiente de agua con grifos ahorradores y reutilización del agua. • Adecuado manejo y disposición de residuos sólidos y obra. • Tiene un aspecto innovador y diferente a los típicos edificios del centro 	CLASIFICACION LEED: Excelente

Elaboración propia

Figura 14 Ficha técnica KUBIK VIRREY

KUBIK VIRREY	
UBICACIÓN: Calle 87 No. 19 C – 41	FECHA CONSTRUCCION: 201
REGISTRO FOTOS	
	
CARACTERÍSTICAS: <ul style="list-style-type: none"> • Kubik Virrey I y II es el primer desarrollo de carácter residencial en Bogotá reconocido con la certificación LEED en categoría Gold. • Su concepto arquitectónico gira sobre cómo involucrar el entorno al inmueble, cómo abrirlo hacia la naturaleza. • El edificio alberga 55 apartamentos, todos únicos y diferentes, y servicios comunes como un business center, gimnasio, jacuzzi, piscina climatizada y un área para la práctica de yoga. 	
TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES: <ul style="list-style-type: none"> • cuenta con un mecanismo de recolección de aguas lluvias • Cuenta con un sistema de ahorro energético utilizando luces LED y un sistema de automatización fácil para el ahorro. 	CLASIFICACION LEED: Excepcional

Figura 15 Ficha técnica EDIFICIO TERPEL

EDIFICIO TERPEL	
UBICACIÓN: CRA 7 CON CALLE 75	FECHA CONSTRUCCION: 2016
REGISTRO FOTOS	
	
	
CARACTERÍSTICAS: <ul style="list-style-type: none"> • La fachada de madera está compuesta por tres matrices distintas de curvatura, que colocándolas en su posición inversa o invertida dan las múltiples posibilidades que se refleja en el orden aleatorio de la fachada. • El edificio se posa sobre un jardín, mitad en agua, mitad en tierra, a manera de humedal, y el gran hall queda inmerso en este paisaje urbano, interno y externo. 	
TECNOLOGIAS SOSTENIBLES:	CLASIFICACION LEED:

<ul style="list-style-type: none">• La fachada es hecha con madera reciclable y cuenta con certificación de ser madera de bosques cultivados.• utilizaron pinturas inocuas a la capa de ozono sin contenido de metales pesados• La iluminación natural fue maximizada gracias al tamaño de las ventanas, protegiéndose de la radiación solar por medio de un vidrio ligeramente oscuro y la fachada de madera.	Excepcional
--	-------------

Conclusiones

El presente trabajo tenía como objetivo principal analizar las tecnologías sostenibles de las siguientes edificaciones:

- BD Bacatá
- Kubik Virrey
- Edificio Terpel

Tal análisis se efectuó por medio de una compilación de información que permitió conocer las características principales de cada edificio para así llegar a la identificación de las tecnologías empleadas en cada uno de ellos. Se realizó una descripción detallada por categoría evidenciando su funcionamiento acorde a la ubicación, al tipo de estructura, al uso, entre otros.

El conocimiento en mayor profundidad de las tecnologías sustentables permite comprender la importancia del uso de éstas y los beneficios que otorga su utilización. Por tanto, una mayor difusión en este sentido es de gran importancia en la actualidad, cuando problemas como el calentamiento global y la crisis energética están afectando gravemente las economías y sociedades a lo largo del planeta.

Seguido se realizó el análisis de las tecnologías por medio de una calificación basado en la certificación LEED, la cual permitió evidenciar que las edificaciones cumplen en su mayoría los requisitos para ser edificios sustentables. A eso sumarle que tecnologías abordadas presentan grandes beneficios medio ambientales, pero también se tiene claro que no todas pueden ser utilizadas en cualquier proyecto de construcción, ya que para esto se debe tener en cuenta muchos factores, entre ellos la disponibilidad de terrenos, la capacidad de operación y las demandas en sí de los usuarios.

En general, los proyectos presentaron tecnologías adecuadas para conseguir los objetivos medio ambientales que estos procuraron obtener, las cuales se escogieron

mediante un diseño a cargo de un equipo multidisciplinario. Este equipo de cierta forma centró sólo en uno, de los múltiples aspectos su diseño, lo cual se exhibe en el resultado de los proyectos. De manera que las consideraciones sustentables contempladas en los diseños, sean cada vez más y se repartan de forma más equilibrada en las categorías.

Bibliografía

- 360 en concreto Argos. (s.f.). *Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción.*
- AGBC. (JUNIO de 2018). *¿Cómo afecta la construcción al medio ambiente? ¿Qué hacemos para minimizar el impacto?*
- Archivo Baq. (2012). Obtenido de EDIFICIO TERPEL:
<https://www.arquitecturapanamericana.com/edificio-terpel/>
- Arenas, F. (2013). *Los materiales de construcción y el medio ambiente.*
- Casado, M. (2012). *Green Buildings, antes tarde do que nunca.*
- CCCS, C. C. (2016). *Certificación LEED en Colombia .*
- CERTICALIA. (s.f.). *Qué es la certificación LEED.*
- Claros, E. (2012). Argos. Obtenido de BD BACATÁ: CONCRETOS DE ALTURA:
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/bd-bacata-concretos-de-altura>
- Construible. (2015). *Isover apuesta por la sostenibilidad en el ciclo de vida del edificio.*
- Construcción sustentable. (2013). *Estrategia Nacional de construcción sustentable .*
- Creswell, J., & Plano Clark , V. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research.* Michigan: Third Edition.
- División de construcción sostenible . (s.f.). *Construcción sostenible .*
- dONCEL, j. (2016). *Apoyo al programa bogotá construcción sostenible (bcs) y al directorio de la construcción sostenible de la secretaría distrital de ambiente.*
- Edificación & Project Management. (18 de noviembre de 2013). *Gestión en el ciclo de vida de un proyecto de construcción.*

- Education, U. a., & Hamui Sutton, A. (2013). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2007505713727145>
- Franco, J. T. (noviembre de 2013). *Arch Daily*. Obtenido de BD Bacatá: se construye en Bogotá el edificio más alto de Colombia: <https://www.archdaily.co/co/02-313064/bd-bacata-se-construye-en-bogota-el-edificio-mas-alto-de-colombia>
- Garavito, C. (JULIO de 2019). *AXXIS*. Obtenido de Kubik: el primer proyecto residencial con certificación LEED en Bogotá: <https://revistaaxxis.com.co/arquitectura/kubik-edificio-residencial-certificacion-leed/>
- García, M. (2008). Colombia, a la vanguardia de la construcción sostenible en Latinoamérica. *Revista Andesco*.
- Gonzalez, K. (2017). *Evaluación de la implementación de tecnologías y certificaciones en construcción sostenible entre las ciudades de sao paulo, brasil, y bogotá, colombia*.
- GRUPO ZFB. (2014). *Infomre de sostenibilidad 2014*.
- HELIOS. (2017).
- KUBIK LAB. (s.f.). *Kubik virrey- Plan educativo Caso de estudio* .
- Kunz , J., & Fischer, M. (2012). *Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions*.
- Infinity lab. (2015). *Infinity lab revista* . Obtenido de BD BACATÁ, EL DESAFÍO ARQUITECTÓNICO QUE ESTÁ RENOVANDO A BOGOTÁ: <https://infinitylab.net/arquitectura/edificios/803/bd-bacata-el-desafio-arquitectonico-que-esta-renovando-a-bogota>
- Innovaciones Kubik Lab. (s.f.). *KUBIK VIRREY - PLAN EDUCATIVO*. Obtenido de http://www.setri.com.co/wp/wp-content/uploads/2019/02/Kubik-Virrey_caso-estudio_v2.pdf
- INTERNACIONAL, M. Y., & CALDUCH, R. (2014). Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/835-2018-03-01-Metodos%20y%20Tecnicas%20de%20Investigacion%20Internacional%20v2.pdf>
- La importancia de la Construcción Sostenible. (1 de 12 de 2016). *UMACON*.
- Londoño, J. (2009). Un edificio verde es un edificio inteligente. *Revista Producción + Limpia*.
- Martinez, A. (s.f.). *Edificios verdes y cambio climatico*.

- Mejía, S. (26 de febrero de 2018). *Impacto ambiental de la construcción*.
- Michel, N. (junio de 2016). *Artículos arbitrados*. Obtenido de Construcciones sostenibles: incentivos para su desarrollo en la ciudad autónoma de Buenos Aires.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio . (10 de julio de 2015). Resolución 0549. Colombia.
- Molina, G. (2012). *Análisis económico en proyectos de construcción sostenible*.
- MONROY, J. M. (2014). *Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario*.
- Neria, A. (2016). *Guía básica para la implementación de los sistemas autosustentables en proyectos urbanísticos. caso de estudio: urbanización bellamans de la ciudad de Quito*. obtenido de estudio: urbanización bellamans de la ciudad de Quito
- NOT INGENIO. (JULIO de 2013). Obtenido de BD Bacatá es amigable con el medio ambiente: <https://www.notingenio.com.co/noticias-construccion/bd-bacata-es-amigable-con-el-medio-ambiente/>
- Ortiz, N., & Malaver, N. (2018). *Análisis de las edificaciones sustentables como la mejor alternativa económica, social y ambiental para la construcción en Colombia*.
- Paschoalin, J., Lima, P., & Faria, A. (24 de septiembre de 2016). *Diagnóstico de prácticas de reducción de impactos ambientales no adoptadas por obras residenciales de diferentes regiones de la ciudad de São Paulo (sp)*.
- Peraza, J., & Guitierrez, J. (2014). *Estudio de los sistemas sostenibles implementados en la construcción de vivienda unifamiliar en la ciudad de Bogotá*.
- Pinilla, L. (2010). *Construcción sostenible en Colombia* .
- RAMIREZ, A. (s.f.). *La construcción sostenible* .
- Ramirez, R. (diciembre de 2010). *Estudio, análisis y discusión de las tecnologías utilizadas en el diseño y construcción de edificios sustentables en Chile*.
- Rio, J. d. (2015). *Arquitectura y Energía* .
- Ropero, B., & Murillo, J. (2011). *Investigación de mercados para la construcción de viviendas sostenibles en el altiplano cundiboyacense*.
- SDA, S. D. (s.f.). *Construcción Sostenible*.
- Secretaría Distrital de Ambiente . (20 de noviembre de 2011). Resolución No 03654. Bogotá .

- Torres, C. (2017). Obtenido de CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES Y CERTIFICACIONES LEED EN COLOMBIA:
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7034/1/465230-2017-I-GA.pdf>
- U.S. Green Building Council. (s.f.). *Guía de Conceptos Básicos de Edificios verdes y LEED*.
- Velandria Quimis. (28 de FEBRERO de 2011). *La innovación tecnológica en la arquitectura desde la perspectiva de la sostenibilidad* .
- ZF Towers recibió certificación sostenible. (2 de abril de 2016). *El Tiempo* , pág. 2.
- Zolfagharian, S., Nourbakhsh , M., & Irizarry , J. (2012). *Environmental impacts assessment on construction sites*.

Por intermedio del presente documento en mi calidad de autor o titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra que adjunto, titulada **Análisis de las tecnologías sostenibles implementadas en los proyectos de construcción BD Bacatá, Kubik Virrey y Edificio Terpel ubicados en Bogotá**, autorizo a la Corporación universitaria Unitec para que utilice en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador o titular de la obra objeto del presente documento.

La presente autorización se da sin restricción de tiempo, ni territorio y de manera gratuita. Entiendo que puedo solicitar a la Corporación universitaria Unitec retirar mi obra en cualquier momento tanto de los repositorios como del catálogo si así lo decido.

La presente autorización se otorga de manera no exclusiva, y la misma no implica transferencia de mis derechos patrimoniales en favor de la Corporación universitaria Unitec, por lo que podré utilizar y explotar la obra de la manera que mejor considere. La presente autorización no implica la cesión de los derechos morales y la Corporación universitaria Unitec los reconocerá y velará por el respeto a los mismos.

La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato electrónico, y en general para cualquier formato conocido o por conocer. Manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y la realicé sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es de mi exclusiva autoría o tengo la titularidad sobre la misma. En caso de presentarse cualquier reclamación o por acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados para todos los efectos la Corporación universitaria Unitec actúa como un tercero de buena fe. La sesión otorgada se ajusta a lo que establece la ley 23 de 1982.

Para constancia de lo expresado anteriormente firmo, como aparece a continuación.

Firma



Nombre Laura Natalia Cepeda Merizalde
CC. 1.013.653.391